

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes**

El cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) está considerado como uno de los más importantes del grupo de las hortalizas de hoja; pues es consumida por la gran mayoría, principalmente en forma de ensalada, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo; la lechuga presenta una gran diversidad de variedades, dada principalmente por tipos de hojas y hábitos de crecimiento de las plantas (Lopez, 2000).

La lechuga es una hortaliza que se produce en todas las regiones bajo diferentes condiciones climáticas y ocupa a nivel mundial un lugar preferente, siendo en algunos países un importante componente de las dietas por su alto valor nutritivo, además de notables ingresos para el sector agrícola.

La lechuga se cultiva en casi todo el país, en los alrededores de los centros urbanos, existe gran variedad de lechuga cultivable, por lo cual se convierte en una planta ideal y apreciada en cultivos de huerto familiar. Además de tener una variada gama de sabores, colores y textura a la hora de preparar ensaladas (Aramayo, 2019).

La lechuga forma parte del género *Lactuca* y pertenecen a la familia de las Asteráceas (Compuestas), que abarcan más de 1000 géneros y 20.000 especies, de las que muy pocas se cultivan; esta familia, cuyo nombre actual deriva del griego *Aster* (estrella), se caracteriza por sus flores que están compuestas por la fusión de cientos e incluso miles de flores diminutas.

Dentro de las Asteráceas se encuentran muchos tipos de hortalizas de diversas especies: de hoja (achicoria, lechuga, endibia, escarola), de flor (alcachofa) o de tallo (cardo). El término científico *Lactuca sativa* también incluye lechugas de tallo pequeño que forman una cabeza parecida a la de la col (Consumer, 2023).

Desde el punto de vista agrario es una verdura apta a una climatología fresca. Su ciclo de vida va desde los 60 a los 90 días, ya que a partir de ahí la planta se vuelve más rugosa y comienza a prepararse para la floración; hay que tener en cuenta que, gracias

a un clima más templado, este ciclo se acorta mucho en los meses de verano. En general la temperatura óptima de crecimiento es de entre 15°C y 18°C. A partir de los 21°C, las lechugas tienden a expedir su tallo y se crea una mayor cantidad de látex que resulta amargo al paladar, lo que supone una pérdida de valor gustativo.

Las propiedades nutritivas de esta planta son escasas, siendo un alimento bajo en calorías que aporta algunas vitaminas y minerales. En un alimento con muy poco contenido graso, lo que la hace indicada para dieta de adelgazamiento. Aporta algunas vitaminas, como la C y ácido fólico, y pequeñas cantidades de fósforo, potasio, hierro y calcio; se considera que tiene propiedades calmantes y sedantes.

Una de las propiedades más destacables de la lechuga es que se trata de una de las verduras con mayor contenido en agua un 90%, otra sustancia de interés es el “lactucarum”, que actúa como calmante sobre el sistema nervioso, la cual confiere a la lechuga propiedades relajantes y favorecedoras del sueño (Gonzales, 2023).

Durante los últimos años la producción de hortalizas ha experimentado un significativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad, dentro de ello la superficie cultivada de lechuga se ha ido incrementando, debido en parte a la introducción de nuevos cultivares y el aumento de su consumo.

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria (2008), Bolivia produjo alrededor de 10799 toneladas de lechuga anual en una superficie de 1223 hectáreas, con un rendimiento de 8830 kg/ha., su comercialización se la realiza en todos los departamentos, centros feriales y mercados provinciales; también en súper mercados con amplia oferta y demanda gracias al mayor consumo de hortalizas su comercialización tiene cada vez mayor importancia, (Agropecuaria, 2008).

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La producción de hortalizas en la comunidad de Carachimayo Norte representa para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos económicos. Sin embargo, los productores presentan limitaciones en cuanto al manejo agronómico la falta de estudios locales que orienten sobre la combinación ideal entre variedades y densidad de siembra provocan que los agricultores usen prácticas empíricas, lo que puede derivar en bajos rendimientos, competencia entre plantas y pérdidas económicas.

Por ello, surge la necesidad de generar información técnica que permita identificar la combinación más eficiente de cultivar y densidad de siembra adaptada a las condiciones específicas de Carachimayo Norte.

## **JUSTIFICACIÓN**

La investigación planteada, busca generar información que conlleve a mejorar la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en la zona del experimento el mismo que es necesario para mejorar el desarrollo del cultivo de hortalizas, en particular la lechuga. La producción de hortalizas es importante en nuestro medio sobre todo en la alimentación de las familias desde el punto de vista nutritivo y balance dietético con otros alimentos, esta verdura habitualmente es consumida como ensalada fresca, su venta permite generar ingresos por su mayor demanda en el mercado.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Evaluar el comportamiento agronómico de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos densidades de siembra en la comunidad de Carachimayo Norte.

### **Objetivo Específico**

- Determinar el efecto de dos densidades de siembra sobre el desarrollo fenológico de tres cultivares de lechuga en la comunidad de Carachimayo Norte.
- Comparar el rendimiento agronómico (peso fresco, número de hojas, diámetro y altura de la planta) entre los tres cultivares en ambas densidades de siembra.
- Comparar los costos variables y la relación Beneficio/Costo en la producción de cultivo de lechuga.

## **HIPÓTESIS**

No existen diferencias significativas en el comportamiento agronómico de los tres cultivares de lechuga en diferentes densidades de siembra.

## MARCO TEÓRICO I

### Cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.)

#### 1. Origen

La lechuga es una hortaliza que se conoce desde hace mucho tiempo, es originaria del continente asiático; fue traída a América con la conquista española, en la actualidad se encuentra con un gran número de cultivos de diferentes cultivares adaptadas a diferentes climas. La lechuga es rica en vitaminas y constituye una de las hortalizas básicas en la elaboración de ensaladas.

El origen de la lechuga es bastante antiguo, ya que existen pinturas que representan a esta hortaliza en una tumba de Egipto que data del año 4500 a. de C. Procede probablemente de Asia Menor, (Valdez, 2000) .

También fue conocida y cultivada por los antiguos persas, griegos y romanos, que incluso desarrollaron la técnica del blanqueamiento; desde el mediterráneo su cultivo se expandió rápidamente por Europa y fue introducida en América por los primeros colonizadores en el año 1494 y su cultivo se difundió aceleradamente, (Promosta, 2005).

Se sostiene que la lechuga es originaria de las costas del Mediterráneo y su importancia radica en que el cultivo ocupa el tercer lugar dentro de las hortalizas cultivadas, (Limachi, 2014).

Fue cultivada originalmente por los antiguos egipcios, que la transformaron de una planta cuyas semillas se utilizaban para obtener aceite en un importante cultivo alimentario por sus suculentas hojas y sus semillas ricas en aceite. La lechuga se extendió a los griegos y a los romanos; estos últimos le dieron el nombre de *Lactuca*, del que deriva «lechuga» en español. Hacia el año 50 d. C. se describían muchos tipos, y la lechuga aparecía con frecuencia en los escritos medievales, incluidos varios herbarios, (Agroregion, 2022).

## 1.2 IMPORTANCIA DEL CULTIVO

La lechuga es la especie cultivada más importante del grupo de las hortalizas, utilizada para la preparación de ensaladas, es un alimento importante por su alto contenido de minerales y por su riqueza vitamínica.

Las deficiencias nutricionales en el área rural, suelen ser por dos causas: el consumo insuficiente de proteínas y calorías, y la carencia de vitaminas y minerales. El mismo autor menciona que con el cultivo de hortalizas se puede disminuir significativamente las deficiencias en vitamina A, para lo cual cada familia debería poseer por lo menos 5 m<sup>2</sup> de cultivo y así permitir el consumo adecuado de vitaminas y minerales, (Sanchez, 2005).

La lechuga representa una hortaliza fundamental en las dietas de innumerables culturas alrededor del mundo, lo que la convierte en un cultivo con una gran relevancia social y su presencia constante en ensaladas y otros platillos refleja su importancia cultural y culinaria.

A nivel social la lechuga ha permitido el desarrollo de comunidades agrícolas, promoviendo la cooperación, la tradición y el intercambio de conocimientos. Asimismo, su cultivo ha sido una fuente de empleo para millones de personas, desde labores de siembra y cosecha, hasta su distribución y venta, fortaleciendo así las economías locales y regionales, (Navarro, 2021).

La lechuga también es valorada por los múltiples beneficios que desencadena su consumo en el cuerpo humano, gracias a los compuestos que la integran. Está formada principalmente por agua, lo que le da ventaja de ser refrescante e hidratante, además también posee, aunque en menores cantidades proteínas, carbohidratos, grasas y carece de colesterol, ideal para proteger el sistema circulatorio; sus mayores virtudes se las otorgan sus vitaminas y minerales integradores, entre las primeras tenemos A, algunas de las B (B1, B2 y B3), C y E; y entre los minerales destacan el fósforo, hierro, calcio y potasio las cantidades difieren entre las diferentes variedades.

Otras propiedades atribuidas al consumo de lechuga son: su potencial diurético, la prevención de anemias, mejorar circulación sanguínea por lo que beneficia también al corazón y su efecto tranquilizador y calmante de los nervios, (Espinoza, 2020).

### **1.2.2 Producción mundial**

La producción mundial de lechuga ha caído en 2023 en una cifra de 358 millones de kilos con respecto al año 2021, en el que se alcanzó la cifra más alta en la producción de esa hortaliza, según muestran los datos que ha elaborado Hortoinfo con cifras procedentes de Faostat, el organismo de estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), que acaba de actualizar los datos mundiales correspondientes al año 2023, último del que la FAO proporciona datos de producción.

En 2023 se produjeron en todo el mundo 28.085 millones de kilos de lechuga, sobre una superficie de 1.261.377 hectáreas con un rendimiento medio de 2,23 kilos por metro cuadrado, (Hortoinfo, 2025).

### **1.2.3 Producción nacional**

En Bolivia, la producción nacional de lechuga fue de 10,799 toneladas en 2008, con una superficie cultivada de 1,223 hectáreas y un rendimiento de 8,830 kg/ha. La lechuga es una de las hortalizas de hoja más cultivadas en el país, con una producción de 18,980 toneladas en el año agrícola 2014/2015. La producción se distribuye por los nueve departamentos de Bolivia, con Chuquisaca y Cochabamba siendo importantes regiones productora, (Limachi, 2014).

### **1.2.4 Producción departamental**

La producción de lechuga en el departamento de Tarija no es la principal actividad agrícola, pero sí se cultiva en algunas zonas, especialmente en áreas con clima más frío donde se producen otras hortalizas, (Agroambiental, 2021).

### 1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

|                           |                          |
|---------------------------|--------------------------|
| <b>Reino:</b>             | Vegetal                  |
| <b>Phylum:</b>            | Teleomorphytae           |
| <b>División:</b>          | Tracheomorphytae         |
| <b>Sub división:</b>      | Anthomorphyta            |
| <b>Clase:</b>             | Angiospermae             |
| <b>Sub clase:</b>         | Dicotyledoneae           |
| <b>Grado Evolutivo:</b>   | Metachlamydeae           |
| <b>Grupo de Ordenes:</b>  | Tetracíclicos            |
| <b>Orden:</b>             | Campanulales             |
| <b>Familia:</b>           | Compositae               |
| <b>Nombre científico:</b> | <i>Lactuca sativa</i> L. |
| <b>Nombre común:</b>      | Lechuga                  |

Fuente: (Herbario Universitario (T.B),2025).

### 1.4 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La lechuga cultivada (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual de la familia compositae; la duración del cultivo suele ser de 50 – 60 días para las variedades tempranas y de 70 – 80 días para las tardías, como término medio, desde la plantación hasta la recolección, (Gonzales, 2023).

#### 1.4.1 Raíz

Raíz pivotante, relativamente gruesa en la corona que se adelgaza gradualmente en profundidad, la cual puede alcanzar más de 60 cm de profundidad, La mayor densidad de raíces laterales está cerca de la superficie; por lo tanto, la absorción de nutrientes y agua ocurre mayormente en los niveles superiores del suelo. (Dffinova, 2022).

#### 1.4.2 Tallo

El tallo es cortó de tamaño, en su etapa vegetativa, forma cilíndrica, con crecimiento primario, por lo que es herbáceo; soporta a la roseta de láminas foliares de este vegetal. Durante el periodo productivo de la planta de *Lactuca sativa*; se vuelve más alargado para brindar soporte a las estructuras reproductivas, llegando a alcanzar hasta 1 m de altura aproximadamente, (Espinoza, 2020).

### **1.4.3 Hojas**

Sus hojas adoptan, al comienzo de su desarrollo, la forma de roseta, para cerrarse más tarde y formar un «cogollo» más o menos apretado, según variedades.

### **1.4.4 Inflorescencia**

Las flores hermafroditas, están reunidas en capítulos de color blanco-amarillento, con cinco estambres soldados y un ovario bicarpelar con un solo óvulo que dará origen a la semilla; la fecundación es autógama y al aire libre su fecundación cruzada es del 1 al 2% (Quintero, 2006).

### **1.4.5 Fruto y semilla.**

El fruto, al que con frecuencia se llama semilla, es un aquenio de forma alargada y con 2 mm de largo y 1 mm de ancho (Quintero, 2006).

### **1.4.6 Fisiología**

La semilla recién cosechada presenta un estado de dormancia y no germina en forma adecuada durante algunos meses después de la cosecha. La temperatura para la germinación sería:

- Mínima: 1,6 °C.
- Óptima: 24 °C.
- Máxima: 24 °C 29,4 °C.

Sembrada la semilla a temperatura óptima y a 1 cm de profundidad, la plántula tarda 2 a 3 días en aparecer, establece que la floración tiene lugar con una temperatura entre 21 °C y 26 °C. Los días largos favorecen la floración, pero hay diferencias varietales

en cuanto a la sensibilidad al fotoperiodo. La germinación de la semilla de lechuga es inhibida por las temperaturas altas; existe la posibilidad de problemas de implantación en días calurosos, la semilla germina rápidamente si se dan las condiciones óptimas y la temperatura elevada es la principal fuente de la floración, (FAO, 2005).

#### **1.4.7 Fenología del cultivo**

Se consideran que la hortaliza tiene cuatro fases: inicial, crecimiento, medianos y final del periodo del cultivo; desde el punto de vista agronómico, el cultivo de lechuga tiene las siguientes fases: formación de roseta, formación de un cogollo más o menos compacto y reproducción o de emisión de un tallo floral, (Valadez, 1996).

### **1.5 CULTIVARES**

Existe una gran cantidad de cultivares de lechugas, por lo general se convierte en una hortaliza ideal y apreciada en cultivos del huerto familiar. Además de tener una variada gama de sabores, colores texturas a la hora de preparar ensaladas, sus ciclos vegetativos son diferentes, sembrando diversas clases en una misma fecha, se obtiene cosechas escalonadas en el tiempo, por tanto, evita el trabajo sembrar cada 15 días si se quiere escalonar su consumo, (Agricultura, 2010).

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) tiene diversos cultivares, clasificados principalmente por su forma de crecimiento y color de hojas, algunas variedades populares incluyen la Romana, Iceberg, Hoja de Roble, Escarola, Batavia y Lollo Rosso; cada tipo presenta características únicas en cuanto a sabor, textura y ciclo de cultivo.

#### **1.5.1 Características morfológicas**

Las principales características morfológicas de los tres cultivares de las siguientes variedades de lechuga son:

##### **1.5.2 Lechuga Batavia (*Lactuca sativa* L.)**

**Raíz:** Tiene una raíz pivotante, corta y ramificada que no suele superar los 25 cm de profundidad y la mayoría de las raíces laterales se desarrollan en la capa superior del suelo.

**Hojas:** Las hojas de la Batavia son rizadas, grandes y sueltas, no formando una cabeza compacta como la lechuga romana o el iceberg, pueden tener un color verde claro o rojo oscuro en los bordes.

**Tallo:** Presenta un tallo relativamente largo y ramificado, este tallo sostiene las hojas rizadas y onduladas de la lechuga, que pueden variar en color, desde blanquecinas en el interior hasta rojizas o marrones en las puntas.

**Inflorescencia:** En su etapa madura, se convierte en un "capítulo floral" o "cabezal". Este capítulo está formado por múltiples flósculos, cada uno con un cáliz modificado (papus) que se convierte en el "paracaídas" plumoso del fruto.

**Semilla:** Son pequeñas, de color marrón claro o gris, y generalmente tienen una forma ovalada o ligeramente alargada.

### 1.5.3 Lechuga Francesa (*Lactuca Sativa* Var. *Crispa*).

**Raíz:** Tiene una raíz pequeña, pivotante y con ramificaciones, que no suele superar los 25 cm de profundidad, esta raíz es corta y sujeta a la planta, ayudando a absorber nutrientes y agua del suelo.

**Hojas:** Son finas, suaves y delicadas, con un sabor ligeramente dulce y son ideales para ensaladas y se pueden comer crudas, ya que son muy digestivas.

**Tallo:** Tiene un tallo corto y blanco que sostiene las hojas sueltas, verdes y onduladas; este tallo no es particularmente destacado, ya que las hojas son la parte más llamativa de esta variedad de lechuga.

**Inflorescencia:** Tiene una inflorescencia compuesta por flores que se agrupan en capítulos, estas flores se forman al final del ciclo de vida de la planta, después de que la roseta de hojas haya alcanzado su desarrollo.

**Semilla:** Son pequeñas, alargadas y con estrías longitudinales, de color blanco o negro, tienen forma de aquenio, un tipo de fruto seco, y miden alrededor de 3 a 4 mm de largo y 1 mm de ancho.

#### **1.5.4 Lechuga Roble (Lactuca Red Oak Leaf).**

**Raíz:** Es pivotante y no suele exceder los 25 cm de profundidad, con ramificaciones laterales que se desarrollan principalmente en la capa superior del suelo (primeros 30 cm), es una raíz corta y poco profunda, diseñada para extraer nutrientes del suelo superficial.

**Hojas:** Onduladas y sus tonalidades que van del verde al morado y al portar un bonito colorido más un sabor ligeramente dulzón, además de una textura suave y crujiente.

**Tallo:** Es cilíndrico y ramificado, es una planta herbácea anual que alcanza una altura de 20-30 cm.

**Inflorescencia:** Es una estructura floral compuesta por múltiples flósculos que se agrupan formando una "cabeza" o capítulo; cada flósculo tiene un cáliz modificado llamado papus, una corola fusionada en una lígula y los órganos reproductivos.

**Semilla:** Son pequeñas, de color marrón claro u oscuro, y tienen una forma ovalada, se encuentran en el interior de las flores de la planta de lechuga, dentro de un pequeño "pelillo" que las protege.

### **1.6 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS DEL CLIMA**

#### **1.6.1 Clima**

La lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas; puede vivir a temperaturas de 0°C.; pero cuando está bajo de los -6°C, suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan lesiones foliares.

Los climas excesivamente calurosos provocan con mayor facilidad la emisión de tallos y flores, vulgarmente conocida como “subida a flor” de la planta. La temperatura media óptima para la lechuga oscila entre los 15 a los 20°C, (Mapa, 2020).

#### **1.6.2 Temperatura**

Se menciona que la temperatura ideal durante el día debe estar entre 25 a 30 °C, principalmente durante las noches de invierno es necesario evitar que las temperaturas sean menores a 0 °C, el mismo autor menciona que la temperatura influye en las

funciones vitales como: transpiración, respiración, germinación, crecimiento, fotosíntesis, floración, fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soportan la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 50 °C, fuera de estos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente, (Estrada, 1990).

### **1.6.3 Humedad**

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque este sea muy breve.

Señala que, para el crecimiento y desarrollo óptimo de la lechuga, la humedad relativa debe encontrarse entre el 70 a 90%, el mismo indica que la temperatura adecuada para lechuga debe estar entre 21 a 24 °C, (IICA, 2004).

### **1.6.4 Suelo**

La adaptación de esta hortaliza a diferentes suelos es muy amplia, desde arenosos hasta arcillosos contemplando que el mejor desarrollo se obtiene en suelos franco arenoso con cantidad media de materia orgánica y buen drenaje.

Las hortalizas pueden ser cultivadas en suelos que tengan un pH al menos de 6. En la práctica es preferible ajustar el pH añadiendo cal durante la preparación del suelo hasta alcanzar un pH de 6,5 debido a que este cultivo es susceptible a las deficiencias de calcio, (Marulanda, 2003).

### **1.6.5 Textura**

Prefiere suelos ligeros, arenoso – limosos y con buen drenaje.

Este cultivo, en ningún caso admite la sequía, aunque la superficie del suelo es conveniente que esta seca para evitar en todo lo posible la aparición de podredumbres de cuello.

- En cultivos de primavera, se recomienda los suelos arenosos, pues se calientan más rápidamente y permiten cosechas más tempranas.

- En cultivos de otoño, se recomiendan los suelos francos, ya que se enfrían más despacio que los suelos arenosos.
- En cultivos de verano, es preferible los suelos ricos en materia orgánica, pues hay un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos y el crecimiento de la planta es más rápida, (Infoagro, 2010).

#### **1.6.6 Agua**

En ninguna etapa desde la germinación hasta trasplante debe faltar humedad en las plantas; la humedad es fundamental para la germinación, la semilla necesita embeberse en agua para iniciar los procesos metabólicos y salir de la dormancia.

Las plantas están formadas en más del 95% por agua, por eso este elemento es tan necesario para su desarrollo; el agua es clave en la fotosíntesis, en el enfriamiento de los órganos o equilibrio homeostático, transporte de nutrientes a través de la planta; en fin, participa en casi todos los procesos metabólicos de la planta; sin agua no hay crecimiento ni desarrollo de las hortalizas ni de ningún vegetal.

Tras la plantación y durante los primeros días post – trasplante se recomienda el riego por aspersión, para facilitar el arraigo de las plantas; los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres tanto de cuello como de la vegetación que toma contacto con el suelo, (Gonzales, 2023).

#### **1.6.7 Fotoperiodo**

La lechuga es una planta anual que bajo condiciones de fotoperiodo de más de 12 horas luz (día largo) acompañado de altas temperaturas (más de 26 °C) emite su tallo floral, siendo más sensibles las lechugas de hojas que las de cabeza.

El cultivo de la lechuga se puede efectuar durante todo el año, por lo tanto, es una planta indiferente respecto a las horas luz existente en las diferentes estaciones del año, (Gonzalez, 1998).

## **1.7 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS**

### **1.7.1 Preparación del suelo**

Uno de los aspectos más importantes para la obtención de resultados en estos cultivos es la preparación del suelo, con lo que se garantiza la actividad del uso de herbicidas, mayor efectividad en el riego, mayor eliminación de la vegetación espontánea; la cama de la siembra es una operación importante en la producción de lechuga, ya que depende de este trabajo el rendimiento, (Rodriguez, 2000).

Estas labores deben ser esmeradas, debiendo quedar la tierra lo más fina posible, con capacidad de drenaje y libre de malas hierbas; son labores que preceden a la siembra o al trasplante; tienen por finalidad dejar al suelo mullido y desmenuzadas y no compactado y/o agrietado. De estas labores suelen darse por lo menos dos, cruzándolas a una profundidad de 15-20cm. En todo momento ha de procurarse que el terreno quede lo más llano posible, de forma que se evite el estancamiento de agua procedente de riego o de la lluvia y la posible aparición de enfermedades asociadas a ella, (Seipasa, 2022).

### **1.7.2 Siembra**

La lechuga es un cultivo hortícola que puede ser producido en variados sistemas de producción, el cual la mayoría de las veces está influenciada por el clima imperante y/o época del año en que se produce.

En el cultivo extensivo se emplea la técnica de siembra directa; en cultivo tradicional se emplea en general la técnica del trasplante (Mapa, 2020)

#### **1.7.2.1 Siembra directa**

Una vez tomada la decisión de cultivar lechuga, viene el proceso de elegir el tipo de lechuga, la variedad y revisar el comercio la disponibilidad de semilla; el tipo y la variedad va depender de la localidad y de la época del cultivo, pero al momento de comprar semillas se debe tomar en cuenta la fecha del envasado, el porcentaje de germinación y, si la semilla viene desinfectada o acondicionada lista para sembrar.

Puede hacerse al voleo (3 a 4 kg de semilla/ha) o en líneas (2 a 3 kg de semilla/ha) y las mayores densidades corresponden a siembras de verano, práctica que se adopta por las dificultades de implantación cuando las temperaturas son elevadas, la siembra debe ser superficial (profundidad menor a 1,5 cm), (Ferratto, 1996).

#### **1.7.2.2 Época de siembra**

En la mitad del sur del país, la siembra de la lechuga extensiva, con variedades arrepolladas comienza los últimos días de agosto y se va escalando cada 7-8 días hasta finales de octubre; con siembra más tardías puede exigir peligro de “subidas”, en primavera.

En siembra durante el mes de agosto, realizada en terrenos bien preparado, la nacencia se producirá a los 2 días, a medida que los días son más fríos la nacencia se retrasa hasta 8 días, (Mapa, 2020).

#### **1.7.3 Almaciga**

Los semilleros para lechuga deben seguir los criterios generales aplicables a cualquier tipo de hortalizas, estando muy condicionados por la fecha de su realización; para el cultivo de verano y otoño, los semilleros se suelen hacer al aire libre, desde primeros de julio hasta agosto; en estas condiciones la planta estará dispuesta para trasplantar alrededor de 30 días después de la siembra; para el cultivo de invierno primavera, los semilleros pueden ir protegidos con plástico, aplicándoseles todas las técnicas necesarias de semillero forzados, principalmente orientación al mediodía y resguardo de los vientos del Norte, dependiendo de las condiciones climáticas; las plantas estarán dispuestas para el trasplante entre 60 y 75 días después de la siembra y para el cultivo de invierno el semillero suele instalarse hacia el mes de septiembre. La siembra se efectúa a voleo, procurando que no quede demasiado espesa, cubriendo las semillas con una fina capa de tierra o mantillo, o bien efectuado un suave pase de rastrillo que no deje enterrada la semilla por debajo de 5 milímetros.

A continuación, debe regarse con poca agua para no arrastrar las semillas, debiendo mojar de forma uniforme el suelo; no debe permitir que la capa superficial llegue a secarse para favorecer así la nacencia, (Mapa, 2020).

Se menciona que es un lugar pequeño y resguardado de la huerta, que permite planificar los cultivos, seleccionar las mejores plantas para su trasplante y ganar tiempo, (Arias, 2009).

#### **1.7.3.1 Protección de la almaciguera**

Una vez establecido la almaciguera, es conveniente protegerla de las condiciones climáticas imperantes en la zona, como heladas, lluvias y viento; las formas de proteger son variadas y los materiales pueden pasar por varios elementos, como ramas con hojas de árboles, coberturas plásticas, etc.

La protección contra la lluvia es fundamental debido al repique de las gotas de agua, que provocan el desentierro de las semillas y las plántulas emergidas, dañando a las plantas por impacto y/o lavado de la superficie del semillero. Sin embargo, en épocas más secas la cobertura también protege de la evaporación excesiva de agua a causa del sol, manteniendo un ambiente húmedo dentro del túnel, (INIA, 2017).

#### **1.7.3.2 Cantidad de semilla**

La cantidad de semilla que se sembrará, influirá directamente sobre el número y la calidad de las plantas, pero además incidirá en la superficie del semillero que se sembrará. Una dosis baja de semillas produce plantas más fuertes y grandes, pero en menor cantidad; por lo tanto, la producción de plantines es más ineficiente; por el contrario, altas dosis de semillas incrementan la competencia, no obstante, producen plántulas más débiles y etioladas.

Es fundamental para la obtención de una almaciguera; normalmente la almaciguera se siembra en dosis mayores a las recomendadas, con el fin de asegurar un número de plantas para trasplantar, (Ferratto, 1996).

### **1.7.3.3 Densidad de siembra**

En la densidad de siembra se suelen hacer semilleros y luego trasplantar los plantones al huerto, la distancia de plantación en hileras de 30 cm y 20 a 30 cm entre plantas. Algunas variedades de lechuga tienen semilla que requiere luz para su germinación. Estos tipos de semilla no se deben cubrir con tierra, pero se deben presionar simplemente para que tengan buen contacto con la tierra finamente preparada; la semilla de lechuga no resiste un almacenamiento prolongado y es recomendable obtener nuevas semillas, (IICA, 2004).

En lo concerniente a la siembra, la lechuga es una hortaliza típicamente trasplantarse, aunque también puede sembrarse de forma directa; al practicar siembra directa deben hacerse acarreo, y las plantas sacadas pueden trasplantarse.

Las densidades de siembra óptimas garantizan el máximo rendimiento y calidad del cultivo, así como el uso eficiente de recursos como agua, luz, nutrientes y espacio. Densidades de siembra superiores a las óptimas pueden resultar en una disminución del rendimiento debido a la competencia intra e interespecífica, así como a la proliferación de patógenos, mientras que la siembra por debajo de las densidades óptimas resulta en una disminución del rendimiento debido al uso ineficiente del espacio, (Medina, 2019).

### **1.7.4 Trasplante**

El trasplante es el traslado de las plántulas germinadas de una almaciguera al lugar definitivo de crecimiento, ya sea en un ambiente atemperado o en un huerto a la intemperie, el proceso de trasplante es muy delicado ya que de él depende el crecimiento de las plantas hasta la cosecha, (Orruel, 2006).

El trasplante se realiza cuando las plantas alcanzan los 8 a 10 cm de altura y poseen entre 5 y 6 hojas verdaderas, (Ferratto, 1996).

Es recomendable trasplantar durante las primeras horas de la mañana o por la tarde cuando haya disminuido la temperatura en las carpas, otro momento adecuado es en los días nublados, (INIA, 2017).

En Tarija la lechuga se puede sembrar durante casi todo el año gracias al clima templado, siendo el mejor periodo de febrero a julio (otoño-invierno) y agosto a octubre (primavera). El almacigo se realiza preferentemente en meses fríos, realizando el trasplante 30-45 días después, cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas.

#### **1.7.4.1 Criterios de las plántulas y trasplante**

Los criterios para trasplante se pueden aplicar para tomar decisiones de cuando arrancar las plántulas y llevarlas a su lugar definido.

En general los principales criterios de arranque para el almácigo de lechuga que se utilizan son:

- Altura de plántula.
- Diámetro de tallo.
- Número de hojas verdaderas.

Aquellas lechugas o plántulas con unos 8 cm de altura y unas 4 a 6 hojas verdaderas, están listas para ser trasplantadas.

Antes del arranque, se debe regar 1 o 2 días antes con abundante agua, de manera que el suelo este fácil de mover y se puedan sacar las plantas con palas u otras herramientas, nunca tirar con las manos, porque se rompen muchas raíces y hay, a la vez, muchas pérdidas de plantas por corte de tallos. Previo al trasplante es necesario seleccionar plantines, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedades, daños por insectos o debilidades, porque probablemente nunca se establecerán en forma apropiada para lograr una producción, (INIA, 2017).

#### **1.7.4.2 Pasos para trasplantar**

- Regar el almacigo un día antes en forma leve (no abundante) para facilitar la extracción de los plantines.
- Regar abundantemente las platabandas donde se efectuará el trasplante, hacer surcos de 30 cm de distancia y 25 a 30 cm entre plantas.

- Con una pala pequeña se debe extraer las plantas mejor desarrolladas que tengas entre 4 a 5 hojas, manteniendo una porción de tierra alrededor de cada planta para facilitar su desarrollo.
- Llevar los plantines del almacigo al lugar definitivo con tierra húmeda en el fondo, posteriormente se debe tomar por el extremo de la raíz, introducirla en la tierra en posición vertical y apretar un poco en el suelo, (Torrez, 2017).

#### **1.7.5 Marco de plantación**

La plantación puede realizarse en hileras distanciadas de 25 a 30 cm y 20 a 30 cm entre plantas. También puede trasplantarse sobre lomos de 0,6 a 0,8 m de ancho, con una hilera de plantas a cada lado del lomo, (Ferratto, 1996).

#### **1.7.6 Fertilización**

Es esencial realizar un análisis de suelo antes de cualquier aplicación de fertilizante; no hay dos campos iguales ni nadie puede aconsejarle sobre los requisitos del fertilizante sin conocer su historial de cultivos y los resultados de su análisis del suelo. En general la lechuga alcanza su madurez rápidamente, por lo que algunos agricultores realizan aplicaciones después del trasplante, se emplea un fertilizante balanceado que contiene nutrientes esenciales estimándose requerimientos de 100-120 kg/ha de nitrógeno (N), 60-80 kg/ha de fósforo ( $P_2O_5$ ) y 80-120 kg/ha de potasio ( $K_2O$ ), generalmente en forma granulada. Los agricultores con experiencia afirman que los fertilizantes granulares se pueden aplicar en forma de 10-10-10 (N-P-K) o 5-5-5 (N-P-K) mezclas. Podemos aplicar los gránulos al suelo alrededor de las plantas de lechuga; es crucial que los gránulos no entren en contacto con las plantas jóvenes, porque existe el riesgo de quemarla y después de aplicar el fertilizante, generalmente se requiere riego, (Wikifamer, 2017).

#### **1.7.7 Riego**

El cultivo de la lechuga es muy sensible tanto al exceso como al déficit de riego. Sin embargo, pueden definirse algunos periodos críticos, en que la falta de agua determinará fuertes partidas en el comercial del cultivo.

Se recomienda el riego por superficie para la producción a menor escala, en especial por el bajo costo que presenta, el cual es simulado al riego por aspersión, 20 donde se debe dar riego en los primeros días post-trasplante, para conseguir que las plantas agarren bien, (Mallar, 1978).

- **Pre-plantación:** El primer riego suele darse antes de la siembra directa para proporcionar suficiente tempero a la tierra; es conveniente un buen estado de humedad durante los días de germinación, reduciendo los riegos cuando se vean las primeras hojas, para impedir el desarrollo de enfermedades.
- **Pos- trasplante:** Una vez implantado el cultivo debe mantenerse el suelo cercano a capacidad de campo (10 a 15 de tensión), en los primeros 20 cm de profundidad de suelo; para ello se recomienda regar frecuentemente en riego localizado y cada 4 a 5 días en riego por surcos, según las condiciones climáticas, siempre con volúmenes cortos, evitando el encharcamiento.
- **Desarrollo del cultivo:** Normalmente, el riego se va haciendo más frecuente o con mayor duración a medida que la lechuga se desarrolla, previniendo el estrés hídrico, donde la mayor parte de las raíces del cultivo estará en los primeros 30 cm de suelo y las raíces profundas (30 a 40 cm) podrían llegar a ser activas cuando el cultivo de lechuga se acerca a la madurez en suelos profundos.
- **Pre- cosecha:** El requerimiento de agua del cultivo de lechugas, normalmente es máximo durante las dos semanas previo a la cosecha; se requiere cosechar una lechuga turgente y en buen estado hídrico, porque no puede descuidarse el riego en esta etapa.

#### 1.7.8 Riego a goteo

El riego por goteo es uno de los sistemas más eficientes en la actualidad, el suministro de agua es constante y uniforme, gota a gota, que permite mantener el agua de la zona radicular en condiciones de baja tensión. El agua aplicada por los goteros forma un humedecimiento en forma de cebolla en el interior del suelo, al que comúnmente se le denomina “bulbo húmedo”. Este bulbo normalmente alcanza su máximo diámetro a

una profundidad de 30 cm aproximadamente y su forma está condicionada fuertemente por las características del suelo, en particular la textura.

Un sistema de riego por goteo logra eficiencias del 90-95 % en el empleo del agua y de los fertilizantes, mientras que con un sistema por gravedad la eficiencia es del orden de 55-60 %. El riego por goteo difiere mucho de los otros sistemas de riego, por lo que se debe administrar correctamente para aprovechar al máximo sus beneficios y evitar problemas.

En la presente investigación se aplicó este tipo de riego.

### **1.7.9 Carpida y raleo**

Se aconseja realizar el raleo cuando la plantita tiene tres hojas (dos o tres semanas de la siembra, si las temperaturas son óptimas para el desarrollo), en un primer raleo, que puede coincidir con la carpida, se dejan plantas distanciadas a 10 cm., el segundo se realiza cuando la planta ha llegado a la mitad de su desarrollo se dejan a la distancia definida, (Ferratto, 1996).

### **1.7.10 Aporque**

El aporque es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del tronco o tallo de una planta como en el apio, tomate y coliflor, entre otras con el fin de que queden protegidas; incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad.

El proceso de aporque se puede realizar de manera manual, semi-mecánica, mecánica o con tracción animal; esto siempre dependerá del crecimiento y tipo de cultivo. Esencialmente se lleva a cabo en dos periodos: al momento de la plantación o después de que la planta emerja, (entre 10 y 20 cm de altura).

Algunos de los beneficios del aporcado son los siguientes:

- Oxigena el suelo.
- Impide quema por helada o sol.
- Evita la contaminación por enfermedades.
- Favorece el desarrollo de las raíces en el suelo.
- Facilita el abonamiento de las plantas.

- Favorece el crecimiento vertical de las plantas.
- Permite la eliminación de gusanos de tierra y de malezas, (SIAP, 2018).

#### **1.7.11 Escarda**

Las escardas o binas, suelen emplearse en el sistema tradicional, realizándose a mano o con el escardillo; en cultivos extensivos, la lucha contra las malas hierbas suele realizarse mediante la aplicación, de herbicidas, (Madalit, 2023).

#### **1.7.12 Cosecha**

La cosecha consiste en realizar el corte de la planta a nivel del suelo empleando un cuchillo, se recomienda, no cosechar inmediatamente después de una lluvia o riego ya que las hojas están muy quebradizas; el mismo autor menciona que la lechuga de cultivares crespas se la puede cosechar casi en su totalidad, cuando estas hojas alcanzas su madurez comercial, (Montes, 2004).

El momento adecuado para cosechar nuestras plantas depende no solo de diferentes variedades sino también de las condiciones locales (clima, distancia de siembra, peso de mercado preferido, fertilización, etc).

Aspectos importantes sobre la cosecha de la lechuga:

- Se recomienda evitar la recolección de plantas demasiado maduras, sus hojas tienen un sabor amargo, por lo que se prefiere cosecharlas cuando aún son jóvenes, justo antes de la madurez.
- La lechuga de hoja se puede cosechar quitando sus hojas externas. Por lo tanto, sus hojas tiernas pueden continuar creciendo.
- El momento ideal para cosechar lechuga es muy temprano en las mañanas antes de que salga el sol, ya que las plantas de lechuga no están expuestas a la luz solar intensa.
- Después de la cosecha los agricultores almacenan la lechuga en un lugar frío pero no congelado, (Wikifamer, 2017).

### 1.7.13 Almacenamiento

El almacenaje adecuado de la lechuga es crucial para mantener su frescura y calidad durante todo el proceso de distribución, se presentan algunos consejos para garantizar un correcto almacenamiento:

- **Temperatura:** La lechuga debe almacenarse a una temperatura entre 1-2°C si su objetivo es ralentizar su proceso de deterioro; es importante evitar la congelación, ya que esto puede afectar la textura y calidad de la lechuga.
- **Humedad:** La lechuga es una hortaliza con alto contenido de agua, por lo que es fundamental mantenerla en un ambiente húmedo para evitar que se marchite; se recomienda un nivel de humedad del 90-95%, se suelen humedecer con vertidos periódicos de agua.
- **Ventilación:** Es esencial garantizar una buena circulación de aire alrededor de la lechuga para evitar la acumulación de humedad y la proliferación de bacterias, también se recomienda utilizar envases perforados o bolsas de plástico con pequeños orificios para permitir la ventilación.
- **Luz:** La lechuga debe almacenarse en un lugar oscuro para protegerla de la exposición directa a la luz, ya que esto puede acelerar su deterioro y provocar cambios en el color y sabor, (Marco, 2024).

### 1.7.14 Comercialización

La comercialización de la producción de lechuga en Bolivia involucra la venta de este cultivo a diferentes niveles, desde la producción local hasta la distribución a nivel nacional. La producción de lechuga en Bolivia se realiza tanto en sistemas tradicionales como en sistemas hidropónicos, y la comercialización se adapta a las características de cada tipo de producción y a las demandas del mercado.

La comercialización de la lechuga en Tarija, como en otras regiones, implica varios aspectos clave como la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución; para una comercialización exitosa, es crucial considerar la calidad del producto, el

almacenamiento adecuado (idealmente a bajas temperaturas para preservar su frescura) y un transporte eficiente que minimice el deterioro.

Aspectos clave de la comercialización de lechuga en Tarija:

- **Producción:**

La producción de lechuga en Tarija se enmarca dentro de la agricultura local, que incluye diversos cultivos como maíz, trigo, papa, vid y otras hortalizas.

- **Almacenamiento:**

Es fundamental para mantener la calidad de la lechuga, contar con la temperatura ideal de almacenamiento que es cercana a 1-2°C, evitando la congelación que puede afectar la textura.

- **Transporte:**

Un transporte eficiente y seguro es crucial para minimizar el deterioro durante la distribución.

- **Distribución:**

La lechuga, como otros productos agrícolas, se distribuye a través de diferentes canales, desde mercados locales hasta supermercados y otros puntos de venta.

Consideraciones adicionales:

- **Mercados locales:**

Los mercados locales son importantes para la comercialización de productos frescos como la lechuga, ofreciendo un espacio para la interacción directa entre productores y consumidores.

- **Calidad:**

La calidad de la lechuga es un factor determinante en su comercialización; se debe contar con un buen manejo en el cultivo, almacenamiento y transporte, esto es esencial para asegurar la calidad del producto.

- **Demanda:**

La demanda de lechuga en Tarija, como en otras regiones, puede variar según la época del año y las preferencias del consumidor, tres son los mayores segmentos de mercado para la comercialización de la lechuga:

- 1) Supermercados - es un mercado creciente, pero tiene el inconveniente que el acceso a ellos no es fácil de manera individual.
- 2) Restaurantes de comida rápida - aquí el acceso es muy difícil ya que normalmente son negocios manejados por gente muy afín a los dueños.
- 3) Mercados populares - es el de más fácil acceso, pero de los tres es el que precios más bajos maneja, (Agropecuaria, 2008).

#### **1.7.15 Rendimiento**

Se menciona que el rendimiento de la lechuga se halla en un orden de 2 a 3 kg/m<sup>2</sup>.

Por otra parte, reporta que el rendimiento de la lechuga en suelo es de 1,6 kg/m<sup>2</sup>, (Marulanda, 2003).

El rendimiento promedio de la lechuga es 20 – 40 toneladas; tenga en cuenta que 1 tonelada = 1000 kg = 2200 lb y 1 hectárea = 2.27 acres = 10.000 metros cuadrados. Los productores de lechuga con experiencia en áreas con clima adecuado pueden cosechar 20 – 40 toneladas por hectárea multiplicadas por 2 – 4 cultivos por año, (Wikifamer, 2017).

#### **1.8 Ciclo Agronómico**

En función a la variedad que se utilice se pueden utilizar uno u otro ciclo del cultivo:

- **Ciclo productivo otoñal:** Se siembra en julio – agosto para recolectar entre octubre y diciembre; las variedades son de ciclo muy empleadas son de ciclo muy rápido resistentes a la subida a flor prematura.
- **Ciclo productivo invernal:** Se siembran en agosto – noviembre y se recolectan entre diciembre a marzo; deben ser variedades resistentes al frío.

- **Ciclo productivo primaveral:** Son sembradas en enero – febrero y se recolectan desde abril a junio; si se emplean variedades tardías deben ser resistentes a la subida a flor prematura.
- **Ciclo productivo estival:** Se siembran en abril – mayo y se recolectan en julio – agosto; se deben utilizar variedades de ciclo muy corto resistente a la subida a flor.

La semilla de la lechuga es botánicamente un aquenio, definido como un fruto seco e indehisciente de una sola semilla; esta semilla se embebe con agua, con la cual se activa una serie de mecanismos fisiológicos con los que se inicia el proceso de germinación, (INIA, 2017).

### 1.8.1 Características

**Forma:** Más o menos redondeada según la variedad.

**Tamaño:** 20 a 30 cm de diámetro, según la variedad a la que pertenezca; los cogollos tienen un diámetro de cerca de 10 cm.

**Peso:** El peso medio de una lechuga es de unos 300 gramos.

**Color:** En general son de color verde, aunque algunas variedades presentan hojas blanquecinas e incluso rojizas o marrones y las hojas interiores de los cogollos son amarillentas.

**Sabor:** Suave, agradable y fresco, el sabor de los cogollos es algo más intenso y amargo que el de la hoja de lechuga, (Consumer, 2023).

### 1.8.2 Variedades

Existen numerosas variedades de lechuga, cada una con características y sabores únicos, así como requerimientos de conservación distintos; las variedades de lechuga se clasifican en función de su forma, su color y su sabor.

**Según su forma, las lechugas se clasifican en:**

- Lechugas de hoja suelta: tienen hojas planas y no se forman cogollos.
- Lechugas acogolladas: tienen hojas que se enrollan formando un cogollo.

**Según su color, las lechugas se clasifican en:**

- Lechugas de hoja verde: son las más comunes, tienen hojas de color verde claro o verde oscuro.
- Lechugas de hoja roja: tienen hojas de color rojo o morado.
- Lechugas de hoja amarilla: tienen hojas de color amarillo.

**Según su sabor, las lechugas se clasifican en:**

- Lechugas con sabor amargo: son las más tradicionales, tienen un sabor amargo que puede ser agradable o desagradable.
- Lechugas con sabor suave: tienen un sabor suave y delicado.

**Algunas de las variedades de lechuga más comunes son:**

- Lechuga romana: tiene hojas largas, estrechas, de color verde oscuro y tiene un sabor amargo.
- Lechuga iceberg: tiene hojas crujientes, de color verde claro y tiene un sabor suave.
- Lechuga de hoja verde: tiene hojas planas, de color verde claro y tiene un sabor suave.
- Lechuga de hoja roja: tiene hojas de color rojo o morado y tiene un sabor suave, (Marco, 2024).

### **1.8.3 Control de malezas**

El control de malezas se puede hacer por medio de carpidas o herbicidas, normalmente se usa una combinación de los dos métodos, se realiza de dos a tres 18 carpidas según se haya aplicado herbicidas, los cuales deben ser superficiales para no dañar las raíces de la lechuga, (Vigliola, 1992).

El deshierbe es una de las prácticas culturales más importantes ya que malas hierbas compiten con las plantas cultivadas por la luz, agua y nutrimentos, causando disminución de rendimiento; el periodo crítico es durante las primeras semanas del cultivo cuando no pueden competir con la rusticidad que poseen las malas hierbas.

Normalmente es efectuado a mano, pero se puede hacer también un control químico, (Meneses, 1996).

## **1.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES**

La mejor forma de controlar las plagas y enfermedades es preparando un suelo con buena proporción de nutrientes, humedad y aire para que las plantas se desarrollen fuertes y sanas de modo que no hay susceptibilidad a ataques. Otra es mantener mediante deshierbes continuos y controlados, también evitar lugares sombreados y húmedos que proporcionen el crecimiento de los hongos, el cual disminuye la productividad si no se controla a debido tiempo, (FAO, 2005).

### **1.9.1 Plagas**

#### **Gusano gris (*Agrotis sp.*)**

El gusano gris afecta a gran variedad de plantas, entre las que se incluyen la patata, la remolacha, el espárrago, las crucíferas, etc.

Le suele atraer las zonas frescas y húmedas como las que le proporciona el cultivo de la lechuga; por la noche se alimentan de las hojas y por el día se esconden bajo el suelo.

#### **Minadores (*Liriomyza trifolii*)**

En el interior de la hoja de la lechuga la larva excava galerías mientras se alimenta del tejido parenquimático; esta plaga tiene especial atención al inicio de la plantación, retrasando el inicio de la maduración o llegando a rechazar el producto comercial.

#### **Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)**

La mosca blanca es muy polífaga y ataca a gran variedad de cultivos; el daño se produce cuando se alimenta de la savia de la planta, provocando amarillamiento de estas y su posterior debilitamiento y al mismo tiempo producen melaza y atraen la infección por el hongo, «negrilla».

Otro de los grandes problemas de la mosca blanca es que es portadora de virus que no tiene tratamiento y pueden llegar a acabar con el cultivo en un periodo corto de tiempo.

### **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

El trips es un insecto que está presente en una gran cantidad de cultivos y una de la que más problemas está causando.

Los síntomas en la lechuga aparecen tras la picadura del trip sobre la hoja y el nivel de daños en el cultivo depende de la población y el número de picaduras, (Agromatic, 2012).

### **1.9.2 Enfermedades**

#### **Alternaria (*Alternaria dauci* – *Stemphyllium spp.*)**

A la hora de reconocer esta enfermedad causada por un hongo hay que detectar pequeñas manchas oscuras sobre las hojas de la lechuga; suele desarrollarse en condiciones altas de humedad, por lo que a veces se suele actuar de forma preventiva cuando hay temporadas de lluvia.

#### **Antracnosis (*Microdochium panattoniana*)**

Suele aparecer sobre las hojas más viejas antes que el resto de hojas, con especial predominancia por el nervio central, peciolo y limbo.

Sobre dichas hojas aparecen manchas pequeñas, hundidas, de color amarillento y con un margen rojizo o necrótico; con el tiempo, dicho anillo rojizo se extiende hacia el interior, necrosando toda la mancha.

### **1.9.3 Oídio (*Erysiphe cichoracerum*)**

El oídio es una enfermedad fúngica muy conocida y extendida por casi todos los cultivos; suele desarrollarse tanto en el haz como en el envés de la hoja, cubriéndose las hojas externas de un **micelio blanquecino** de aspecto pulverulento.

Suele aparecer cuando el clima no es muy húmedo (humedad relativa en torno al 70%) y cuando no hay periodo de lluvias.

### **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Este hongo puede aparecer en cualquier fase vegetativa del cultivo de la lechuga. Normalmente suele ir vinculado con el exceso de humedad, por lo que el control del riego es muy importante; la aireación también supone una buena técnica para evitar la propagación de esta enfermedad.

### **Septoria (*Septoria lactucae*)**

Septoria produce manchas sobre la parte inferior de las hojas. Para que este hongo haga su aparición el cultivo debe estar en zonas de mucha humedad o época de lluvias.

Sobre las hojas aparecen manchas cloróticas pequeñas y con formas irregulares, con el tiempo, dichas manchas se vuelven necróticas y se va formando un anillo clorótico alrededor, síntoma del progreso de la enfermedad.

### **Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Esta enfermedad provoca la aparición de podredumbres blanquecinas de aspecto blando sobre las hojas de la lechuga; la infección se inicia en la parte basal de la planta y se va extendiendo con el tiempo. Este hongo puede permanecer en el suelo hasta 5 años por lo que se recomiendan técnicas de saneado como la solarización, (Agromatica, 2012).

## **1.9.3 Calidad del producto**

### **1.9.3.1 Frescura**

- Apariencia de recién cosechado.
- Firmeza.
- Color: característico de la especie, variedad o cultivar.

### **1.9.3.2 Madurez Óptima**

- Es el punto exacto de cosecha: son los días desde la siembra hasta la cosecha y hasta el consumo.
- Color: propio del producto cosechado.

- Tamaño: lo establecido para la variedad o cultivar.

#### **1.9.3.3 Sanidad**

- Fisiología: sin la presencia de trastornos causados por ausencia o exceso de micro y/o macro nutrientes, así como por factores climáticos o mecánicos.
- Patogenia: sin la presencia de daños causados por plagas y enfermedades de origen fúngico, bacterial o viral.

## CAPÍTULO II

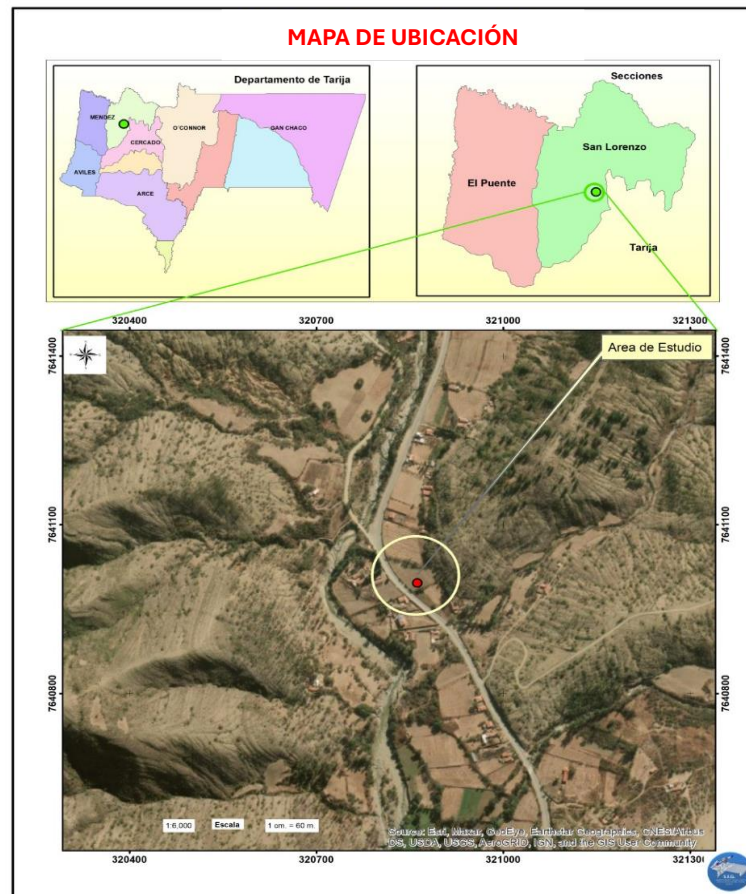
### 2.MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1 LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló en la comunidad de Carachimayo Norte perteneciente a la provincia Méndez del departamento de Tarija a 30 km de la ciudad de la capital.

#### 2.2 Ubicación Geográfica

Geográficamente está ubicado entre las coordenadas  $21^{\circ}19'27''$  latitud sur y longitud  $64^{\circ}43'41''$  W, y una altitud de 2173 m.s.n.m



## 2.3 Características Agroecológicas de la Zona

### A) Temperaturas:

#### ➤ Agosto

Máxima media de: 24°C.

Mínima media de: 16°C.

#### ➤ Septiembre

Máxima media de: 12.7 mm

Mínima media de: 7.6 mm

### B) Precipitaciones: 28,5 mm

Tiene una precipitación anual de 628,0 mm

**Inicios de lluvias:** según estudios de la cuenca del río Carachimayo, septiembre marca el comienzo de las primeras lluvias.

**Cuadro N° 1 Temperatura Media Anual**

| TEMP.°C | ENE. | FEB. | MAR. | ABR. | MAY. | JUN. | JUL. | AGO. | SEP. | OCT. | NOV. | DIC. | ANUAL. |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| Máx.    | 26,2 | 26,2 | 25,8 | 25,6 | 24,8 | 23,2 | 22,6 | 24,6 | 25,6 | 26,9 | 27,2 | 26,9 | 25,5   |
| Mín.    | 13,4 | 12,7 | 12,1 | 9,2  | 5    | 2,2  | 2    | 3,5  | 6,1  | 9,3  | 11,3 | 12,4 | 8,3    |
| Media.  | 19,8 | 19,5 | 19   | 17,4 | 14,9 | 12,7 | 12,3 | 14   | 15,9 | 18,1 | 19,3 | 19,6 | 16,9   |

### 2.3.1 Clima

Según el estudio de la cuenca del río Carachimayo, la temperatura media anual registrada en esta zona es de 24,4°C. Este dato específico se deriva de análisis técnicos realizados en el marco de proyectos de manejo integral de la cuenca, que incluyen mediciones directas y evaluaciones climáticas locales.

### 2.3.2 Humedad

Se considera un clima de valle templado, con temperaturas moderadas y niveles de humedad que pueden ser consideradas agradables durante todo el año, aunque los meses de verano pueden ser más cálidos.

### 2.3.3 Vientos

Los vientos suelen ser moderados y variables, con ráfagas que pueden alcanzar los 25km/h.

- **Dirección**

El viento puede venir del sureste (SE) o del este (E), según las previsiones.

- **Intensidad**

Las ráfagas pueden variar, pero se han registrado velocidades de hasta 25km/h.

- **Condiciones**

A pesar de las variaciones en el viento, Carachimayo suele tener buen tiempo con cielo poco nublado y sin precipitaciones.

### 2.3.4 Vegetación y cultivos de la zona

**Cultivada. - frutales:**

- **Durazno** (Prunus pérsica)
- **Ciruelo** (Prunus doméstica)
- **Manzana** (Malus doméstica)
- **Higo** (Ficus carica L.)
- **Nogal** (Juglans regia)
- **Vid** (Vitis vinífera)
- **Membrillo** (Cydonia oblonga)
- **Frutilla** (Fragaria)

### 2.3.5 Cultivos:

- **Maíz** (*Zea mays*)
- **Papa** (*Solanum tuberosum* L.)
- **Arveja** (*Pisum sativum*)
- **Poroto** (*Phaseolus vulgaris*)
- **Tomate** (*Solanum lycopersicum*)
- **Avena** (*Avena sativa*)

### 2.3.6 Suelo

En la comunidad de Carachimayo Norte, el suelo se caracteriza por tener una estructura media fuerte y una textura superficial franco arcilloso a franco, con arcillas y arena en profundidad, a veces compactadas.

## 2.4 MATERIALES

### Material Vegetal

En el presente trabajo de investigación, se utilizó 3 variedades de semillas de lechuga.

(*Lactuca sativa* L.) V1= Batavia, V2= Francesa y V3= Roble

**Cuadro N° 2 Características de las variedades**

| <b>Variedades</b>          | <b>Procedencia</b>                      | <b>Germinación</b> | <b>Pureza</b> |
|----------------------------|-----------------------------------------|--------------------|---------------|
| 1.- Batavia (Verde Crespa) | (Sipe sipe / Cbba)<br>Bolivia           | 97%                | 98%           |
| 2.- Francesa (Señorita)    | (Altiplano/Valles y los Llanos) Bolivia | 98%                | 95 %          |
| 3.- Roble (Morada Crespa)  | (San Jacinto / Cbba) Bolivia            | 98%                | 99%           |

### **2.4.1 Materiales de campo**

Los materiales que se usaron para la realización de trabajo de campo fueron los siguientes:

- Picotas.
- Palas.
- Rastrillos.
- Azadón.
- Cinta métrica.
- Regadera de 5 litros.
- Mochila aspersor de 20 litros.
- Balanza analítica calibrada.
- Libreta de campo.

### **2.4.2 Materiales de gabinete**

Los materiales de escritorio que se usaron son:

- Papel.
- Marcadores.
- Lápiz, bolígrafo.
- Equipo de computación.
- Cámara fotográfica digital.

### **2.4.3 a) Semilla de lechuga**

En la comunidad de Carachimayo Norte se tomó en cuenta tres cultivares de lechuga las cuales las elegidas son (Lechuga Batavia, Lechuga Francesa y Lechuga Roble) se tomaron en cuenta los factores ambientales de la zona y la estación del año.

### **2.4.4 b) Producto para el control de plaga**

Se aplicará un producto de insecticida para el control de las hormigas, el mismo se empleará para todo el producto.

Se utilizó un producto insecticida comercial denominado “**Connect SC insecticida Bayer**”, se utiliza para el control de insectos plagas en diversos cultivos.

Este insecticida combina dos ingredientes activos que actúan de manera sistémica y por contacto, proporcionando el control eficaz contra insectos chupadores y masticadores; su formulación permite una buena adherencia a las hojas y una acción prolongada en el cultivo.

Se presenta en envases comerciales, como el de 250 ml, y debe diluirse en agua para su aplicación mediante aspersión foliar; es ampliamente utilizado en cultivos hortícolas, como la lechuga, para el manejo de plagas que afectan el desarrollo y rendimiento del cultivo.

## **2.5 METODOLOGÍA**

### **2.5.1 Diseño experimental**

Para el trabajo de investigación se realizó un diseño experimental, bloques al azar, con un arreglo bifactorial (3x2), haciendo un total de 6 tratamientos y 3 repeticiones, con un total de 18 unidades experimentales.

### **2.5.2 Factores de estudios**

Los factores de estudio son los siguientes:

#### **Factor A**

D1 = Densidad de planta a planta.

D2 = Densidad de surco en surco.

#### **Factor B**

V1 = Cultivar Batavia (Híbrida)

V2 = Cultivar francesa (americana)

V3 = Cultivar Roble (Nacional)

## 2.6 Tratamientos

Los tratamientos fueron distribuidos en unidades experimentales (UE) dispuestas en bloques, los tratamientos resultaron de la combinación de los factores de estudio, es decir las densidades por cultivares de lechuga.

| Variedades | Densidades | Tratamientos |
|------------|------------|--------------|
| V1         | D1         | V1 D1 = T1   |
| Híbrida    | D2         | V1 D2 = T2   |
| V2         | D1         | V2 D1 = T3   |
| Americana  | D2         | V2 D2 = T4   |
| V3         | D1         | V3 D1 = T5   |
| Nacional   | D2         | V3 D2 = T6   |

Con los tratamientos se pretende destacar la distancia adecuada de trasplante de las plantas: en tres variedades de lechuga; ya que es importante tener en cuenta la densidad del trasplante en los cultivos de hortalizas sobre todo de hojas para lograr un buen resultado en la producción y mantener la fertilidad del suelo.

## 2.7 Descripción de cada uno de los tratamientos

T1 (V1 D1) = El primer tratamiento tiene una distancia de trasplante de 25 cm entre planta, con la variedad (Batavia).

T2 (V1 D2) = El segundo tratamiento tiene una distancia de trasplante de 30 cm entre planta, con la variedad (Batavia).

T3 (V2 D1) = El tercer tratamiento tiene una distancia de trasplante de 25 cm entre planta, con la variedad (Francesa).

T4 (V2 D2) = El Cuarto tratamiento tiene una distancia de trasplante de 30 cm entre planta, con la variedad (Francesa).

T5 (V3 D1) = El quinto tratamiento tiene una distancia de trasplante de 25 cm entre planta, con la variedad (Roble).

T6 (V3 D2) = El sexto tratamiento tiene una distancia de trasplante de 30 cm entre planta, con la variedad (Roble).

## 2.8 Característica del diseño experimental

|                                          |                                            |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|
| • Dimensión del área experimental.       | 172 m <sup>2</sup>                         |
| • Número de densidades.                  | 2                                          |
| • Número de cultivares.                  | 3                                          |
| • Número de repeticiones.                | 3                                          |
| • Número de bloques.                     | 3                                          |
| • Área del bloque.                       | 6 m <sup>2</sup>                           |
| • Número de unidades experimentales.     | 18                                         |
| • Ancho de la unidad experimental.       | 2 m                                        |
| • Largo de la unidad experimental        | 3 m                                        |
| • Número de tratamientos por bloque      | 3                                          |
| • Distancia entre surcos.                | 50 cm                                      |
| • Distancia entre plantas.               | 25 cm y 30 cm                              |
| • Número de surcos por parcela.          | UE. 4                                      |
| • Número de plantas por parcela.         | 48 plantas D1 25 cm<br>40 plantas D2 30 cm |
| • Total plantas por unidad experimental. | 792 plantas por las 18 UE.                 |

## 2.9 Bloques

En diseños bloques al azar, los bloques son agrupaciones de parcelas experimentales que se consideran homogéneas (similar terreno, humedad, etc.). Dentro de cada bloque, se asignan aleatoriamente los diferentes tratamientos para minimizar la variedad entre los bloques y permitir una mejor comparación de los tratamientos.

### 2.9.1 Diseño de campo

**Cuadro N° 1**

|           |           |           |           |           |           |            |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>T1</b> | <b>T4</b> | <b>T2</b> | <b>T6</b> | <b>T5</b> | <b>T3</b> | <b>I</b>   |
| <b>T3</b> | <b>T6</b> | <b>T4</b> | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T5</b> | <b>II</b>  |
| <b>T2</b> | <b>T1</b> | <b>T5</b> | <b>T3</b> | <b>T6</b> | <b>T4</b> | <b>III</b> |

**D1**= 25 cm

**D2**= 30 cm

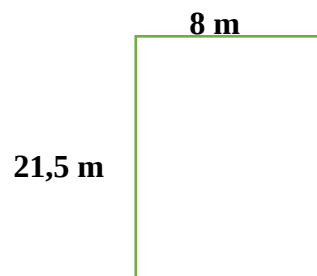
Ancho de la parcela = 8 m

Largo de la parcela = 21,5 m

Unidades experimentales = 18

Surco por cada unidad experimental = 4

### 2.9.2 Descripción de la unidad experimental



### 2.9.3 Análisis estadístico

Una vez recolectados los datos, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables agronómicas que se está evaluando.

## 2.10 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### 2.10.1 Establecimiento del cultivo

En la comunidad de Carachimayo Norte se realizó el establecimiento de las parcelas experimentales, delimitando el área del cultivo y las labores de pre-siembra (remoción del terreno, nivelación, etc.) dando las condiciones apropiadas para posteriormente proceder al trasplante de los tres cultivares en estudio.

### 2.10.2 Muestreo y análisis del suelo

Se realizó el muestreo o el análisis del suelo una vez que se obtuvo la muestra de parcela donde se ejecutó el estudio para saber de qué nutrientes dispone el terreno, con el objetivo del estudio experimental y que cantidad dispone para proporcionar a las plantas de lechuga, este análisis de suelo se realizó, en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

### 2.10.3 Característica física y química del suelo

El análisis del suelo es fundamental para conocer el grado de fertilidad que tiene un suelo, del mismo se obtuvieron los siguientes resultados.

En la clase textural es un suelo Franco Arcilloso Arenoso, donde el pH en el suelo es de Acidez Moderada

En cuanto a cationes de cambio su presencia se califica: **Nitrógeno (N)** es bajo, se recomienda aplicar fertilizantes (como nitrógeno de amonio o urea) en cantidades controladas para asegurar un desarrollo saludable en la planta; **Fósforo (P)** es adecuado, se recomienda mantener o incrementar la disponibilidad con aplicaciones de

fertilizantes fosfatados según la etapa de crecimiento; y **Potasio (K)** este también es adecuado, favoreciendo el desarrollo de la estructura foliar y la calidad del cultivo.

Materia orgánica es moderada, se mejoró mediante la incorporación de compost como el estiércol bien establecido para aumentar la fertilidad del suelo y facilitar un crecimiento vigoroso del cultivo.

Así mismo manifiesta que no debe olvidarse que la asimilación de nutrientes por la planta depende de muchos factores como ser la temperatura, la humedad y la vida microbiana en el suelo, (Condori, 2003).

## **2.11 Almacigo**

### **2.11.1 a) Preparación del sustrato**

Se realizó la preparación del terreno para la elaboración del almacigo el 9 de agosto de 2025; para la labranza de este terreno se utilizó el azadón para que este suelo quede suelto los primeros 30 cm de profundidad para que este alcance un buen anclaje de la raíz y que no tenga dificultad en la germinación.

### **2.11.2 b) Desinfección del sustrato**

La siembra en las almacigueras, se procedió a la desinfección del sustrato para obtener un buen resultado del producto.

### **2.11.3 Siembra en el almacigo**

Esta actividad se realizó en fecha 11 de agosto de 2025; esta siembra se estableció en 3 platabandas divididas de 1 m para cada variedad; la siembra se realizó a boleto procurando que no quede muy espesa, la cual se lo cubrió las semillas con una fina capa de tierra de 1 a 2 cm de profundidad,

A continuación, se colocó una manta térmica para realizar el riego del almacigo con una regadera suavemente con poca agua para que este no arrastre a las semillas, y se mojen uniformemente.

El primer riego se dio antes de la siembra mojando la tierra suelta y mezclando con el estiércol de oveja más la tierra vegetal, antes de la siembra directa para proporcionar

suficiente tempero en la tierra; y para mantener un buen estado de humedad durante los días de germinación.

## **2.12 Preparación del suelo**

La preparación del suelo consistió en la ablandada del terreno en una profundidad aproximada de 30 cm mediante el uso de herramientas manuales, posteriormente el desterronado, se adicionó tierra vegetal y estiércol de oveja como fuente de abono, para luego realizar el emparejado, teniendo como resultado un suelo preparado para aumentar la materia orgánica para las plantas que se plantarán tengan suficiente aireación y mayor captación de agua.

### **2.12.1 Trasplante**

El trasplante se realizó el 26 de septiembre de 2025, cuando los plántines tenían alrededor de 47 días después de la siembra de almacigo con el tamaño adecuado de 7 a 9 cm, con su 4 a 5 hojas verdaderas.

Este trajo de investigación tuvo como objetivo de estudio dos densidades de siembra, es decir; “distancia de planta en planta” con tres variedades de lechuga.

Los tratamientos que se realizaron tenían dos diferentes densidades de trasplantes:

- El primer tratamiento tuvo  $D1 = 25$  cm entre planta en total entraron 48 plantines por parcela.
- El segundo tratamiento tuvo  $D2 = 30$  cm entre planta en total entraron 40 plantines por parcela.

Y la distancia entre surco a surco fue de 50 cm en cada unidad experimental con sus respectivas replicas; este procedimiento de trasplante se repitió en tres variedades de lechuga, en la cual dando un total de 18 unidades experimentales.

## **2.13 Labores culturales**

Esta labor se realizó de manera constante durante el tiempo de estudio hasta la obtención de la cosecha.

Se realizó toda labor cultural que necesita la planta así también como controlar las malezas para que estas no afecten a las plantas de lechuga.

#### **2.13.1 Refallo**

Se realizó el 3 de octubre de 2025 el refallo de plantas muertas luego de los 7 días después del trasplante, este procedimiento se dio con el objetivo del propósito de uniformizar la población de las diferentes unidades experimentales, para poder calcular el porcentaje de refallo.

Se realizó el refallo a los 7 días después de la plantación donde se volvió a trasplantar todas aquellas plantas que no pudieron prender para que la parcela tenga una buena población de plantines.

#### **2.13.2 Aporque y control de malezas**

El aporque se realizó el 20 de octubre de 2025 cuando el suelo se encontraba en la capacidad de campo, el mismo que se efectuaba en una sola oportunidad en todo el ciclo del cultivo (a los 25 días), por medio de la finalidad de favorecer la aireación de la raíz y el desarrollo de las plantas.

Respecto al control de hierbas, se realizará cada quince días con la finalidad de mantener al cultivo libre de malezas y enfermedades, esta labor se realizará de forma manual con el fin de evitar la proliferación de las mismas y favorecer un buen desarrollo del cultivo.

Se realizó el aporque y al mismo tiempo la eliminación de las malas hierbas el 20 de octubre con la ayuda de un azadón, azada y manualmente para evitar el contagio de algunas enfermedades.

#### **2.13.3 Riego**

En la etapa del almácigo el riego se realizó el 13 de agosto 2025 por medio de una regadera de 5 litros de capacidad, con una frecuencia de 1 a 2 días y en etapa experimental, luego del trasplante, se realizarán riegos a diario durante la primera semana para garantizar el prendimiento utilizando con una manguera, simulando con

una frecuencia de riego de tres riegos por semana y cada dos días cuando se presentaban insolaciones muy intensas.

Para mi trabajo de campo se utilizó el sistema de riego a goteo para las plantas de lechuga ya que esto nos ayuda a suministrar el agua y nutrientes directamente a las raíces, lo que hace que aumente la eficiencia hídrica y ahorra agua hasta un 50%. porque también ayuda a mejorar la calidad del cultivo, y reduce la proliferación de malezas y enfermedades al no mojar el follaje, y permite adaptar el sistema a terrenos irregulares.

Este sistema de riego nos aporta varias ventajas como ser:

- Mayor eficiencia y ahorro de agua.
- Mejora en la calidad del cultivo.
- Menor desarrollo de malezas.
- Prevención de enfermedades.
- Adaptabilidad.
- Ahorro de nutrientes.

Después de realizado el trasplante, se realizó un riego con agua corriente. Posteriormente a los 15 días, se implementó el sistema de riego por goteo, con una frecuencia de un día por medio hasta la cosecha, ajustándose a las condiciones climáticas.

#### **2.13.4 Control de plagas y enfermedades**

Se realizará el control de plagas y enfermedades en el almacigo y el trasplante del área experimental, esto se realizará durante todo el tiempo de estudio.

Para ello solo se utilizó para desinfectar el suelo antes que de almacenar el siguiente: insecticida “Connect” Suspensión concentrada SC ideal para el control de plagas chupadoras y masticadoras.

### 2.13.5 Toma de datos

Se tomará en cuenta los datos de 10 cabezas de lechuga, se sacarán las muestras al azar de cada unidad experimental tomando en cuenta los dos surcos del medio, donde se evaluarán las variables necesarias para el presente trabajo.

### 2.13.6 Cosecha

Se obtuvo los datos de la cosecha que se realizó de las tres variedades de lechuga en la comunidad de Carachimayo Norte para obtener un buen resultado de los costos y beneficios de dicho producto.

## 2.14 Variables a Evaluar

- **Porcentaje de prendimiento:** Se realizó después del trasplante de los plantines al suelo para obtener un resultado del número de plantas que se utilizó para refallar las plantas muertas que se encontraban en la parcela.
- **Altura de la planta (cm):** La medición se realizó desde la base de la planta hasta el nivel que alcanzo el follaje de las hojas; tomando en cuenta el hábito de crecimiento de cada cultivar. Los datos se registraron cuando se realizó la cosecha con la ayuda de una regla graduada de 50 cm.  
La medición se efectuó en centímetros con el propósito de obtener datos exactos de dicha variable.
- **Diámetro de la planta (cm):** Se realizó la medición de la planta de lechuga de un extremo a otro en cm para obtener un resultado favorable tomando en cuenta las plantas que se encontraban en los dos surcos del medio.
- **Número de hojas de la planta:** Se realizó el conteo directo de las hojas libres, de cada planta, los datos se tomaron en cuenta cuando se realizó la cosecha de 12 y de 10 plantas/UE.

- **Peso fresco (g/planta):** Los valores obtenidos de cada planta se expresaron en gramos.

Después de la cosecha, se procedió al pesado correspondiente de la planta de cada cultivar y por tratamiento, el cual se utilizó una balanza para realizar dicho resultado.

- **Rendimiento por unidad de superficie (kg/m<sup>2</sup>):** Para la evaluación de dicho resultado se pesó cada una de las plantas cosechadas, donde se descartó los extremos de cada surco por efecto de bordura, dicha información se obtuvo en gramos por planta la cual luego fue transformado a unidades kg/ha, tomando en cuenta para cada tratamiento, el número de plantas/m<sup>2</sup> recién cosechadas.

### **Varianza Económica**

- **Evaluación Económica**

La evaluación de costos parciales de producción se realiza según la metodología propuesta que se recomienda el análisis de beneficios netos y el cálculo de la tasa de retorno marginal de los tratamientos, para obtener los beneficios y costos marginales. Los rendimientos se ajustaron al menos 10% por efecto del nivel de manejo, puesto que el experimento estuvo sujeto a cuidados y seguimiento que normalmente no se dan en condiciones de producción tradicional.

- **Beneficio Bruto (BB)**

Es llamado también ingreso bruto, es el rendimiento ajustado multiplicado por el precio del producto, (CIMMYT, 1988).

$$BB = R * PP$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto Bs.

R = Rendimiento Ajustado Bs.

PP = Precio del Producto Bs.

- **Costos Variables (CV)**

Es la suma que varía de una alternativa a otra, relacionados con los insumos, mano de obra, maquinaria utilizados en cada tratamiento, fertilizantes, insecticidas, jornales y transporte.

➤ **Beneficio Neto (BN)**

Es el valor de todos los beneficios brutos de la producción (BB), menos los costos de producción (CP).

$$BN = BB - CP$$

Donde:

BN = Beneficio Neto Bs.

BB = Beneficios Brutos Bs.

CP = Costos de Producción Bs.

➤ **Relación Beneficio/Costo en (B/C)**

Es la relación que existe entre los beneficios brutos (BB), sobre los costos de producción (CP).

$$B/C = BB / CP$$

Donde:

B/C = Beneficio Costo Bs.

BB = Beneficios Brutos Bs.

CP = Costos de Producción Bs.

Se indica que la regla básica del beneficio/costo (B/C), es que una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad ( $B/C > 1$ ), es aceptable cuando es igual a la unidad ( $B/C = 1$ ), y no es rentable si es menor a la unidad ( $B/C < 1$ ) (IBTA, 1997).

## **CAPÍTULO III**

### **3. RESULTADO Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Variables Agronómicas de Estudio**

De acuerdo a los objetivos planteados y habiendo efectuado el trabajo de las características agronómicas de tres cultivares de lechuga, en la comunidad de Carachimayo Norte, se prosiguió con el desarrollo de la respuesta obtenida por los cultivares en estudio, con el respectivo análisis de varianza, comparación de promedios mediante prueba Duncan al 5%, análisis económico de la producción, que a continuación se detallan de acuerdo a cada variable en estudio.

##### **3.1.2 Días a la emergencia de los plantines**

El 12 de Agosto de 2025 se almacenaron las semillas de las tres variedades de lechuga “Batavia (Verde Crespa), Francesa (Señorita) y Roble (Verde Crespa), la emergencia de los cotiledones se dio a partir del séptimo día; concluyendo la emergencia de la semilla a los 12 días después de la siembra en almaciguera.

##### **3.1.3 Discusión:**

La temperatura y humedad adecuada se puede lograr el 50% de germinación en 7 días, a temperaturas mayores de 31 °C, la semilla es susceptible a quemaduras; las semillas con menor calidad fisiológica germinan hasta los 15 días, (Gray, 1975).

##### **3.1.4 Días al trasplante**

El trasplante fue a los 44 días en fecha 26 de septiembre de 2025; se observó y se midió las plántulas de las tres variedades de lechuga Batavia, Francesa y la Roble y tenían entre 8 a 10 cm. de altura adecuada de trasplante.

**Cuadro N.º 1 Días al trasplante de los plantines**

| <b>DÍAS EN<br/>ALMACIGUERA</b> | <b>DÍAS EN CAMPO</b> | <b>TOTAL</b> |
|--------------------------------|----------------------|--------------|
| <b>46</b>                      | <b>60</b>            | <b>106</b>   |

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro N.º 1 se muestra el periodo en el que estuvieron los plantines en la almaciguera que fue 46 días hasta el trasplante y también de los días que estuvieron en el campo que fueron 60 días, haciendo un total sería de 106 días desde la siembra hasta la cosecha.

Este crecimiento lento se debió mayormente por las temperaturas altas que se registran en este periodo y al estrés térmico que sufren las plantas.

#### **Discusión:**

Para el cultivo de verano y otoño, los semilleros se suelen hacer al aire libre, desde primeros de julio hasta Agosto; en estas condiciones la planta estará dispuesta para plantar alrededor de 30 días después de la siembra; la duración del cultivo suele ser de 50-60 para las variedades tempranas como término medio, desde la plantación hasta la recolección, (Gonzales, 2023).

### 3.2 Porcentaje de prendimiento

**Cuadro N.º 2 Porcentaje de prendimiento**

| TRAT.        | RÉPLICA |      |       | TOTAL | MEDIA |
|--------------|---------|------|-------|-------|-------|
|              | R1      | R2   | R3    |       |       |
| T1(V1 D1)    | 82      | 95   | 95    | 272,2 | 90,7  |
| T2(V1 D2)    | 83,4    | 78,6 | 83,4  | 245,4 | 81,8  |
| T3(V2 D1)    | 93,5    | 80,7 | 98    | 272,2 | 90,73 |
| T4(V2 D2)    | 89,6    | 82   | 73,5  | 245,1 | 81,7  |
| T5(V3 D1)    | 87      | 88,4 | 95    | 270,4 | 91,13 |
| T6(V3 D2)    | 72,5    | 89,3 | 90    | 251,8 | 83,93 |
| <b>TOTAL</b> | 508     | 514  | 534,9 |       |       |
| <b>MEDIA</b> | 84,7    | 85,7 | 89,2  |       |       |

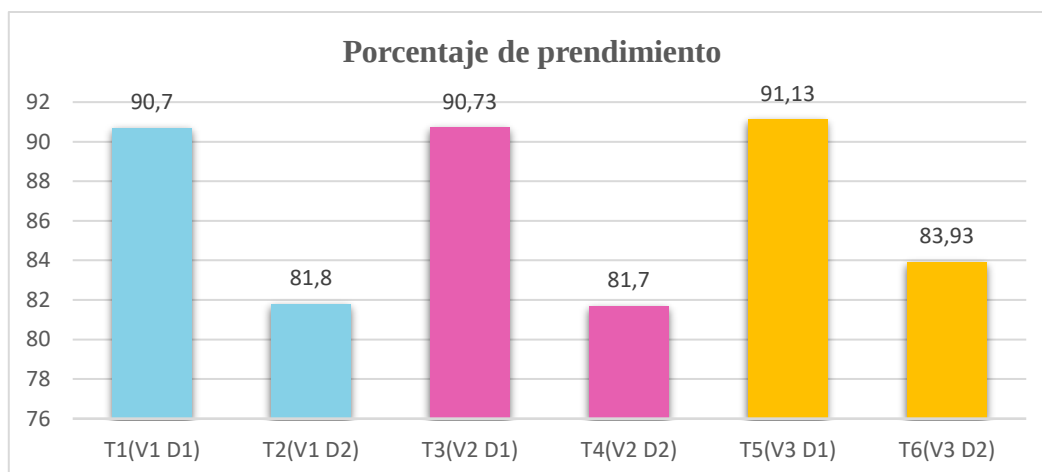
**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º 2 referente al porcentaje de prendimiento de las plantas se puede observar que el tratamiento T5 presentó el mayor valor promedio, alcanzando un 91,13%, lo que le ubica como el tratamiento más eficiente a los 10 días seguido del tratamiento T3 con un porcentaje de 90,73% y como último lugar el tratamiento T4 81,7%.

#### **Discusión**

En el cuadro N.º 2 se observa los resultados que muestran variaciones en el porcentaje de prendimiento entre los tratamientos evaluados, destacándose el tratamiento T5 con el mayor valor promedio. En general, se observa un buen establecimiento del cultivo, lo que sugiere que las condiciones de manejo y las características de las variedades favorecieron el prendimiento, coincidiendo con lo señalado por Hartmann (2011), quien indica que el éxito del establecimiento de las plantas depende en gran medida de factores genéticos y de manejo.

En general, los resultados indican que la densidad D1 es más favorable, destacando T5 como el tratamiento más eficiente.

**Gráfica N.º1 Porcentaje de prendimiento**

**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N.º 1 se puede observar que concuerda con la explicación del cuadro anterior en que los tratamientos más sobresalientes está el tratamiento T5 en primer lugar, seguido del tratamiento T3 como segundo, y como tercer tratamiento T1, en el cuarto T6, quinto el tratamiento T2 y como último lugar el tratamiento T4 en cuanto al porcentaje de prendimiento a los 10 días.

**Cuadro N.º 3 Interacción factor variedad y densidad**

| FACTOR | D1    | D2    | TOTAL  | MEDIA |
|--------|-------|-------|--------|-------|
| V1     | 272   | 245,4 | 517,4  | 86,23 |
| V2     | 272,2 | 245,1 | 517,3  | 86,22 |
| V3     | 270,4 | 251,8 | 522,2  | 87,03 |
| TOTAL  | 814,6 | 742,3 | 1556,9 |       |
| MEDIA  | 90,51 | 82,48 |        |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º 3 de la interacción de los factores variedad y densidad se observa que la mejor media de las variables es V3 cm 87,03 con el porcentaje de prendimiento de las plantas y le sigue la variedad V1 cm 86,23 cm y por último la variedad V2 cm 86,22 cm.

En referencia a la densidad se observa que el mejor resultado en densidades, es la densidad D1=90,51 cm y le sigue la densidad D2= 82,48 cm.

### Discusión

En el cuadro N.º3 en general se evidencia que tanto la variedad como la densidad influyen en el establecimiento del cultivo, destacando la combinación con la menor densidad como la más favorable.

**Cuadro N.º 4 Anova de porcentaje de prendimiento**

| FV          | GL | SC     | CM     | FC   | FT   |       |
|-------------|----|--------|--------|------|------|-------|
|             |    |        |        |      | 5%   | 1%    |
| RÉPLICA     | 2  | 66,5   | 33,3   | 0,57 |      |       |
| TRAT.       | 5  | 300,61 | 60,12  | 1,02 | 3,33 | 5,64  |
| FACTOR V    | 2  | 2,62   | 1,31   | 0,02 | 4,96 | 10,04 |
| FACTOR D    | 1  | 290,41 | 290,41 | 4,97 | 4,1  | 7,56  |
| INTER FV/FD | 2  | 7,6    | 3,8    | 0,06 | 4,1  | 7,56  |
| ERROR       | 10 | 585,22 | 58,52  |      |      |       |
| TOTAL       | 17 | 952,33 |        |      |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º4 de varianza para la variable porcentaje de prendimiento se puede observar en cuanto a los tratamiento no existe diferencia estadísticamente significativa, pero sin embargo en cuanto al factor densidad se puede observar que sí existe diferencia estadísticamente significativa al 5%, en cuanto al factor variedad y la interacción FV/FD no existen diferencia estadísticamente significativa.

### Discusión

En el cuadro N.º4 se observa que solo el factor densidad (D) presenta efecto significativo en el prendimiento ( $F_v > F_t$  al 5%); en cambio, la variedad, los tratamientos y la interacción VxD no muestran diferencias significativas.

En general, la densidad es el principal factor que influye en el prendimiento del cultivo.

**Cuadro N.º5 Prueba de Duncan de porcentaje de prendimiento del factor D**

|           |      |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|
| <b>q</b>  | 3,15 | 3,29 | 3,38 | 3,43 | 3,46 |
| <b>Sx</b> | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 | 1,29 |
| <b>Ls</b> | 4,06 | 4,24 | 4,36 | 4,24 | 4,46 |

|              | <b>T5</b>    | <b>T3</b>    | <b>T1</b>   | <b>T6</b>    | <b>T2</b>   |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|              | <b>91,13</b> | <b>90,73</b> | <b>90,7</b> | <b>83,93</b> | <b>81,8</b> |
| <b>81,7</b>  | 9,43         | 81,3         | 9,4         | 74,53        | 7,27        |
| <b>81,8</b>  | 9,33         | 81,4         | 9,3         | 74,63        |             |
| <b>83,93</b> | 7,2          | 83,53        | 7,17        |              |             |
| <b>90,7</b>  | 0,43         | 0            |             |              |             |
| <b>90,73</b> | 0,4          |              |             |              |             |

|              | <b>91,13</b> | <b>90,73</b> | <b>90,7</b> | <b>83,93</b> | <b>81,8</b> |           |   |
|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|---|
| <b>81,7</b>  | *            | *            | *           | *            | *           | <b>T5</b> | A |
| <b>81,8</b>  | *            | *            | *           | *            |             | <b>T3</b> | A |
| <b>83,93</b> | *            | *            | *           | NS           |             | <b>T1</b> | A |
| <b>90,7</b>  | NS           | NS           | NS          |              |             | <b>T6</b> | B |
| <b>90,73</b> | NS           |              |             |              |             | <b>T2</b> | B |
|              |              |              |             |              |             | <b>T4</b> | B |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º5 En la prueba de Duncan al 5% mostró la formación de dos grupos. El grupo A, conformado por los tratamientos T5, T3 y T1, presentó los mayores porcentajes de prendimiento sin diferencia significativa entre ellos. Por otro lado, el grupo B, integrado por T6, T2 y T4, presentó valores significativos menores; esto indica que los tratamientos del grupo A son estadísticamente superiores en porcentaje de prendimiento respecto a los del grupo B.

### **Discusión**

En el cuadro N.º5 se observa que, según la prueba de Duncan, los tratamientos se agrupan en dos categorías. El grupo A (T5, T3 y T1) presenta los mayores porcentajes de prendimiento, sin diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el grupo B (T6, T2 y T4) muestra menores valores, siendo estadísticamente inferiores al grupo A.

En general, los tratamientos del grupo A son los más favorables para el prendimiento del cultivo.

### 3.3 Altura de la planta en cm

**Cuadro N.º6 Altura de la planta en cm.**

| TRAT.           | RÉPLICA |        |        | TOTAL | MEDIA |
|-----------------|---------|--------|--------|-------|-------|
|                 | R1      | R2     | R3     |       |       |
| <b>T1(V1D1)</b> | 16,95   | 17,5   | 18,92  | 53,4  | 17,8  |
| <b>T2(V1D2)</b> | 15,8    | 18,9   | 19,8   | 54,5  | 18,17 |
| <b>T3(V2D1)</b> | 20,83   | 21,41  | 20,92  | 63,16 | 21,05 |
| <b>T4(V2D2)</b> | 17,08   | 22,5   | 18,8   | 58,38 | 19,5  |
| <b>T5(V3D1)</b> | 17,9    | 22,6   | 22,25  | 62,8  | 20,93 |
| <b>T6(V3D2)</b> | 22,7    | 23,6   | 23,6   | 69,9  | 23,3  |
| <b>TOTAL</b>    | 110,46  | 126,51 | 124,29 |       |       |
| <b>MEDIA</b>    | 18,41   | 21,09  | 20,72  |       |       |

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro N.º6 se observa la altura promedio de la planta en los diferentes tratamientos evaluados; el tratamiento T6 (V3D2) presentó la mayor altura promedio con 23,3 cm, seguido por el tratamiento T3(V2D1) con 21,05 cm y el tratamiento T5 (V3D1) con 20,93 cm. Por otro lado, el tratamiento T1 (V1D1) presentó la menor altura promedio con 17,8 cm. En general, la altura promedio de las plantas fue de 20,13 cm, observándose variación entre los tratamientos evaluados.

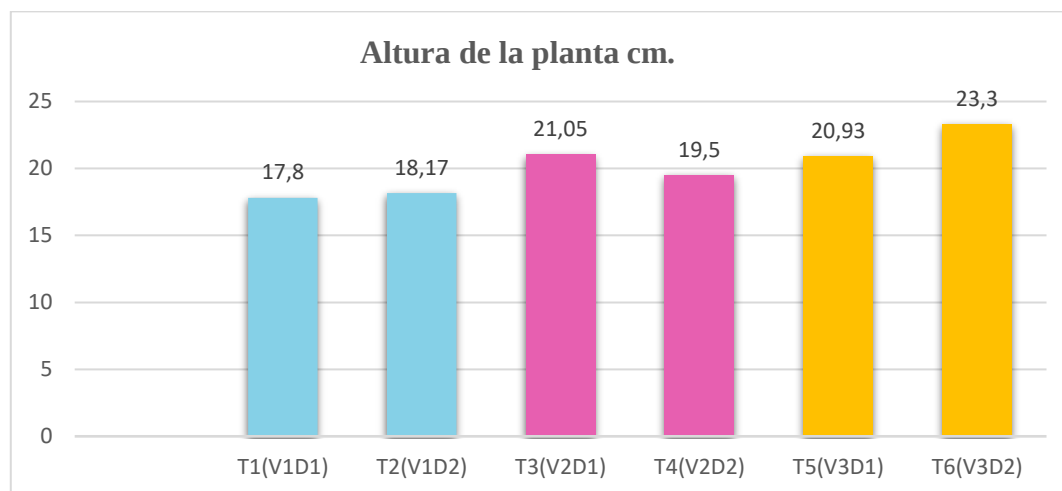
### Discusión

En el cuadro N.º6 se observa que el tratamiento T6 (V3 D2) presentó la mayor altura promedio (23,3 cm), seguido por T3 y T5, lo que evidencia un mejor desarrollo vegetativo en estas condiciones.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por la FAO (2019), que indica que la densidad de siembra y la variedad influyen directamente en el crecimiento de las plantas, debido a su efecto sobre la disponibilidad de luz, agua y nutrientes, así como en la competencia entre individuos.

En general, se confirma que la interacción de estos factores influye en la altura de la planta, destacando el tratamiento T6 como el más favorable.

**Gráfica N.º 2 Altura de la planta en cm.**



**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N.º2 se puede observar que concuerda con la explicación del anterior cuadro en el que el tratamiento más sobresaliente es el tratamiento T6, en segundo lugar el tratamiento T3, en tercer lugar el tratamiento T5, en cuarto lugar el tratamiento T4, quinto el tratamiento T2 y como último lugar el tratamiento T1 en cuanto a la altura de la planta.

**Cuadro N.º7 Interacción factor entre variedad y densidad**

|       | D1     | D2    | TOTAL  | MEDIA |
|-------|--------|-------|--------|-------|
| V1    | 53,4   | 54,5  | 107,9  | 17,98 |
| V2    | 63,16  | 58,38 | 121,54 | 20,26 |
| V3    | 62,8   | 69,9  | 132,7  | 22,12 |
| TOTAL | 179,36 | 182,8 | 362,14 |       |
| MEDIA | 19,93  | 20,31 |        |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º7 de la interacción de los factores de variedad y densidad se observa que la mejor media de las variables es V3 cm 22,12 cm de altura de la planta y le sigue la variedad V2 cm 20,26 cm y por último la variedad V1 cm 17,98 cm.

En referente a la densidad se observa que el mejor resultado de las densidades en cuanto a la altura de la planta es la densidad D2=20,31 cm y le sigue la densidad D1=19,93 cm.

**Discusión**

En el cuadro N.º7 se observa que la variedad V3 presentó la mayor altura promedio (22,12 cm) en comparación con D1.

Estos resultados concuerdan con la FAO (2019), quien señala que en la lechuga la densidad influye en el crecimiento por la competencia por luz.

En general, la variedad y la densidad influyen en la altura de la planta, destacando V3 y D2 como las más favorables.

**Cuadro N.º 8 Anova altura de la planta en cm**

| FV          | GL | SC     | CM    | FC   | FT   |       |
|-------------|----|--------|-------|------|------|-------|
|             |    |        |       |      | 5%   | 1%    |
| REPLICAS    | 2  | 10,14  | 5,03  | 0,31 |      |       |
| TRAT.       | 5  | 63,8   | 12,8  | 0,8  | 3,33 | 5,64  |
| FACTOR V    | 2  | 51,4   | 25,7  | 1,55 | 4,96 | 10,04 |
| FACTOR D    | 1  | 1,42   | 1,42  | 0,08 | 4,1  | 7,56  |
| INTER FV/FD | 2  | 116,62 | 58,31 | 3,51 | 4,1  | 7,56  |
| ERROR       | 10 | 166,24 | 16,62 |      |      |       |
| TOTAL       | 17 | 101,3  |       |      |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º8 de análisis de varianza para la variable altura de la planta (cm) muestra que no existen diferencia estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados; esto se debe por que valores de la F calculada para los tratamientos y

factores estadísticos son menores que los valores de F tabulada al 5% y 1% de probabilidad.

Para el factor (V) se obtuvo una F calculada de 1,55, valor menor que la F tabulada al 5% (4,96) y al 1% (10,04), lo que indica que las variedades evaluadas no presentaron diferencias significativas en la altura de la planta, de igual manera el factor (D) presentó una F calculada de 0,08, valor inferior a la F tabulada al 5% (4,1) y al 1% (7,56), lo cual indica que la densidad de siembra no influyó significativamente en la altura de la planta.

En cuanto a la interacción variedad X densidad (VxD), se obtuvo una F calculada de 3,51, valor que también es menor que la F tabulada al 5% (4,1), lo que demuestra que no hubo efecto significativo de la interacción entre ambos factores sobre la altura de la planta.

### **Discusión**

En el cuadro N.º8 se observa que no existen diferencias significativas en la altura de la planta, ya que los valores de F calculada son menores que los valores de F tabulada. Tanto la variedad, la densidad y su interacción no presentaron efecto significativo sobre la altura.

En general, estos resultados indican que los tratamientos evaluados no influyeron significativamente en el crecimiento en la altura de la planta.

### 3.4 Número de hojas/planta

**Cuadro N.º9 Número de hojas/planta**

| TRAT.            | RÉPLICA |       |        | TOTAL  | MEDIA |
|------------------|---------|-------|--------|--------|-------|
|                  | R1      | R2    | R3     |        |       |
| <b>T1(V1 D1)</b> | 26      | 25,08 | 31,33  | 82,41  | 27,5  |
| <b>T2(V1 D2)</b> | 22,8    | 32,8  | 27,3   | 82,9   | 27,63 |
| <b>T3(V2 D1)</b> | 32,42   | 32,6  | 35,42  | 100,44 | 33,5  |
| <b>T4(V2 D2)</b> | 32,5    | 39,8  | 29,9   | 102,2  | 34,07 |
| <b>T5(V3 D1)</b> | 25,3    | 33,42 | 29,6   | 88,32  | 29,44 |
| <b>T6(V3 D2)</b> | 30,6    | 32,5  | 31,08  | 94,2   | 31,4  |
| <b>TOTAL</b>     | 169,62  | 196,2 | 184,63 |        |       |
| <b>MEDIA</b>     | 28,27   | 32,7  | 30,77  |        |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

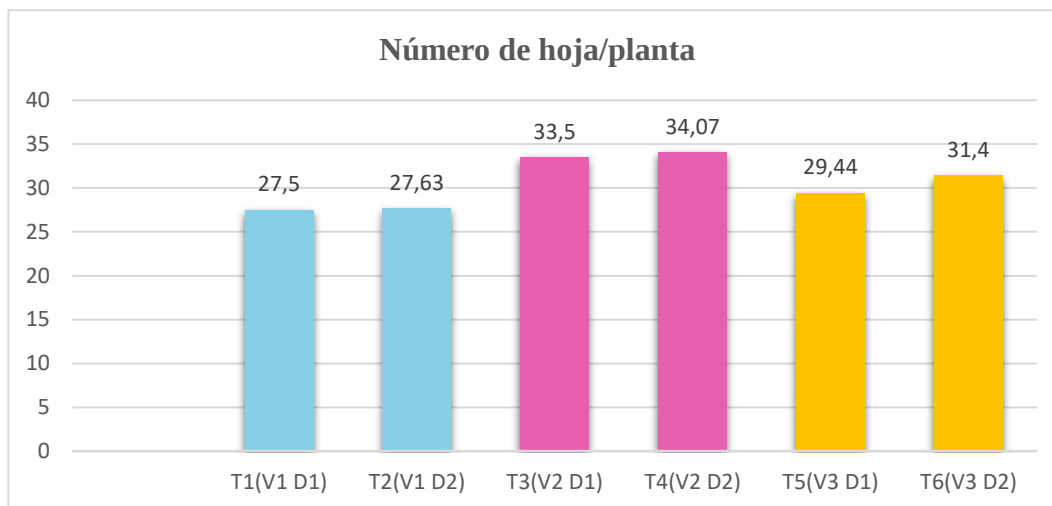
De acuerdo al cuadro N.º9 referente al número de hojas/planta, se observa que existe variaciones entre los tratamientos evaluados; el tratamiento T4 (V2D2) presentó el mayor promedio con 34,07 hojas por planta, seguido por el tratamiento T3 (V2D1) con 33,5 hojas por planta y el tratamiento T6 (V3D2) con 31,4 hojas por planta. Por otro lado, el tratamiento T1 (V1D1) tuvo el menor promedio con 27,5 hojas por planta. En general, el promedio total fue de 31,42 hojas por planta, mostrando diferencias entre los tratamientos evaluados.

#### **Discusión**

En el cuadro N.º9 se observa que el tratamiento T4 (V2 D2) presentó el mayor número de hojas (34,07), seguido por T3 y T6.

Estos resultados concuerdan con la FAO (2019), quien señala que la densidad y la variedad influyen en el desarrollo foliar de la lechuga; en general, T4 fue el tratamiento más favorable.

**Gráfica N.º3 Número de hojas/planta**



**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N.º3 Se puede observar en cuanto al número de hoja/planta que el tratamiento con mayor valor es el tratamiento T4, como segundo lugar el tratamiento T3, en tercer lugar el tratamiento T6, seguido del tratamiento T5 como cuarto lugar, como quinto lugar el tratamiento T2 y como último lugar el tratamiento T1 en cuanto al número de hoja/planta.

**Cuadro N.º10 Interacción factor entre variedad y densidad**

|       | D1     | D2    | TOTAL  | MEDIA |
|-------|--------|-------|--------|-------|
| V1    | 82,41  | 82,9  | 165,31 | 27,55 |
| V2    | 100,44 | 102,2 | 202,64 | 33,77 |
| V3    | 88,32  | 94,2  | 182,52 | 30,42 |
| TOTAL | 271,17 | 279,3 | 550,47 |       |
| MEDIA | 30,13  | 31,03 |        |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º 10 se observa que la mejor media de la variedad es la V2 con 33,77 con el número de hojas y le sigue la V3 con 30,42 y por último V1 con 27,55.

En referente a la densidad se observa que el mejor resultado en número de hojas de la planta es la densidad D2=31,03 cm y le sigue la D1=30,13 cm.

### Discusión

En el cuadro N.º10 se observa que la variedad V2 presentó el mayor número de hojas (33,77), seguida de V3 y V1; en cuanto a la densidad, D2 mostró un mayor promedio (31,03) frente a D1; en general, la variedad V2 y la densidad D2 fueron las más favorables.

**Cuadro N.º11 Anova número de hojas/planta**

| FV          | GL | SC     | CM    | FC   | FT   |       |
|-------------|----|--------|-------|------|------|-------|
|             |    |        |       |      | 5%   | 1%    |
| REPLICAS    | 2  | 56,17  | 28,09 | 2,6  |      |       |
| TRAT.       | 5  | 120,84 | 24,17 | 2,21 | 3,33 | 5,64  |
| FACTOR V    | 2  | 114,6  | 57,3  | 5,26 | 4,96 | 10,04 |
| FACTOR D    | 1  | 1,83   | 1,83  | 0,17 | 4,1  | 7,56  |
| INTER FV/FD | 2  | 4,41   | 0,71  | 0,07 | 4,1  | 7,56  |
| ERROR       | 10 | 108,82 | 10,9  |      |      |       |
| TOTAL       | 17 | 285,83 |       |      |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º11 correspondiente al análisis de varianza del número de hojas por planta, se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que la F calculada (2,21) es menor que la F tabulada al 5% (3,33).

Sin embargo, el factor variedad (V) sí existe diferencias significativas al 5%, ya que la F calculada (5,26) es mayor que la F tabulada (4,96), lo que indica que el número de hojas por planta fue influenciado por la variedad, por otro lado, el factor densidad (D) presentó una F calculada de 0,17, valor inferior a la F tabulada al 5% (4,1) y 1% (7,56), lo que indica que la de siembra no tuvo efecto significativo sobre el número de hojas.

De igual manera, la interacción variedad X densidad (VxD) mostró una F calculada de 0,07, valor menor que la F tabulada, lo cual indica que no existe interacción significativa entre ambos factores en relación al número de hojas por planta.

### Discusión

En el cuadro N.º11 se observa que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, ya que la F calculada es menor que la F tabulada.

Sin embargo, el factor variedad (V) sí presentó diferencias significativas, indicando que el número de hojas por planta fue influenciado por la variedad. Por otro lado, la densidad y la interacción no mostraron efecto significativo; en general, la variedad fue el principal factor que influyó en el número de hojas.

**Cuadro N.º12 Prueba de Duncan del número de hojas/planta del Factor V**

| q  | 3,15 | 3,29 | 3,38 | 3,43 | 3,46 |
|----|------|------|------|------|------|
| Sx | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 | 1,32 |
| Ls | 4,16 | 4,34 | 4,46 | 4,53 | 4,57 |

|       | T4    | T3    | T6   | T5    | T2    |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|       | 34,07 | 33,5  | 31,4 | 29,44 | 27,63 |
| 27,5  | 6,57  | 26,93 | 4,47 | 24,97 | 2,66  |
| 27,63 | 6,44  | 27,06 | 4,34 | 25,1  |       |
| 29,44 | 4,63  | 28,87 | 2,53 | 0     |       |
| 31,4  | 2,67  | 30,83 | 0    |       |       |
| 33,5  | 0,57  | 0     |      |       |       |

|       | 34,07 | 33,5 | 31,4 | 29,44 | 27,63 | T4 | A |
|-------|-------|------|------|-------|-------|----|---|
| 27,5  | *     | *    | *    | *     | *     | T3 | A |
| 27,63 | *     | *    | *    | *     |       | T6 | A |
| 29,44 | *     | *    | *    | NS    |       | T5 | B |
| 31,4  | N     | *    | NS   |       |       | T2 | C |
| 33,5  | NS    |      |      |       |       | T1 | C |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º12 la prueba de Duncan al 5% evidenció la formación de tres grupos para el número de hojas por planta; el grupo A conformado por los tratamientos T4, T3 y T6, presentó los mayores valores sin diferencias significativas entre ellos. El tratamiento T5 se ubicó en un grupo intermedio B, mostrando diferencias con los grupos A y C. Finalmente los tratamientos T2 y T1, agrupados en el grupo C, presentaron los valores más bajos, siendo estadísticamente inferiores a los demás tratamientos.

**Discusión**

En el cuadro N.º12 se observa que la prueba de Duncan agrupó los tratamientos en tres categorías; el grupo A (T4, T3 y T6) presentó los mayores valores en número de hojas, sin diferencias significativas entre ellos. En el grupo B incluye a T5 con un valor intermedio, mientras que el grupo C (T2 y T1) mostró los menores valores; en general, los tratamientos del grupo A fueron los más favorables para el número de hojas por planta.

**3.5 Diámetro de la roseta en cm.**

**Cuadro N.º13 Diámetro de roseta en cm.**

| TRAT.     | RÉPLICA |       |        | TOTAL  | MEDIA |
|-----------|---------|-------|--------|--------|-------|
|           | R1      | R2    | R3     |        |       |
| T1(V1 D1) | 26,92   | 33,33 | 31,5   | 91,8   | 30,6  |
| T2(V1 D2) | 27,4    | 34,8  | 32,9   | 95,1   | 31,7  |
| T3(V2 D1) | 34,66   | 33,8  | 36,6   | 105,06 | 35,02 |
| T4(V2 D2) | 36,7    | 39,2  | 37,7   | 113,6  | 37,9  |
| T5(V3 D1) | 31,1    | 33,17 | 33,25  | 97,52  | 32,5  |
| T6(V3 D2) | 32,2    | 34,6  | 38,08  | 104,9  | 34,96 |
| TOTAL     | 188,98  | 208,9 | 210,03 |        |       |
| MEDIA     | 31,5    | 34,8  | 35     |        |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

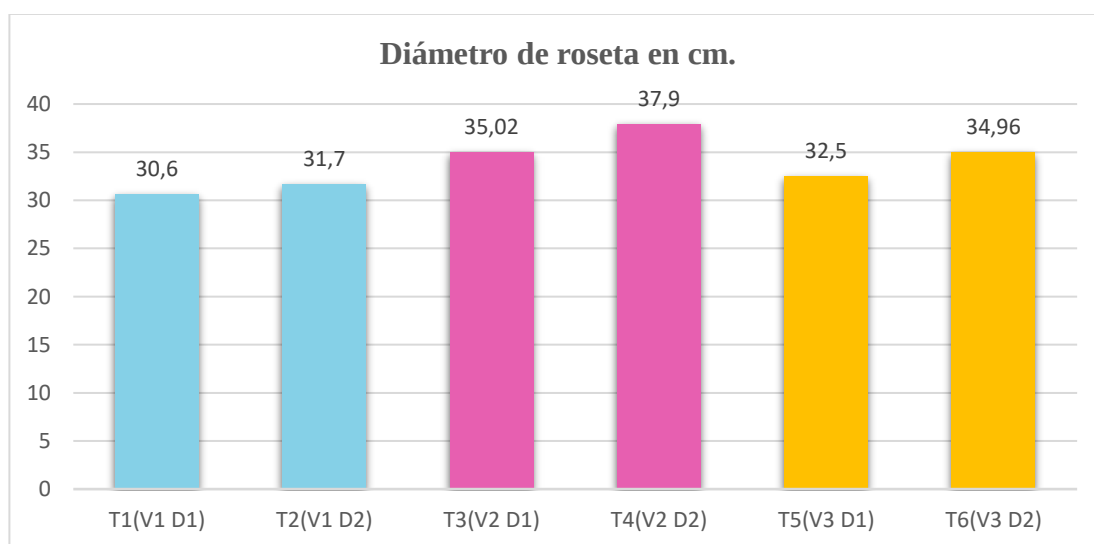
De acuerdo al cuadro N.º13 referente al diámetro de la roseta de planta, se puede observar que existen variaciones entre los tratamientos evaluados; el tratamiento T4 (V2D2) presentó el mayor diámetro promedio con 37,9 cm, seguido por el tratamiento T3 (V2D1) con 35,02 cm y el tratamiento T6 (V3D2) con 34,96 cm, y con el último tratamiento T1 (V1D1) presentó el menor diámetro promedio con 30,6 cm, en general, el promedio total del diámetro de roseta fue de 33,8 cm observándose diferencias entre los tratamientos evaluados.

**Discusión**

En el cuadro N.º13 se observa variación en el diámetro de la roseta entre tratamientos. El tratamiento T4 (V2 D2) presentó el mayor promedio (37,9 cm), seguido por T3 y T6; el menor valor se registró en T1, evidenciando menor desarrollo.

Estos resultados concuerdan con la FAO (2019), quien indica que la densidad y la variedad influyen en el crecimiento de la lechuga; en general, T4 fue el tratamiento más favorable.

**Gráfica N.º4 Diámetro de roseta en cm.**



**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N.º4 se puede observar que los tratamientos que tuvieron mejores resultados, en el primer lugar está el tratamiento T4, en segundo lugar el tratamiento T3, en tercer lugar el tratamiento T6, en el cuarto lugar el tratamiento T5, quinto lugar el tratamiento T2 y el tratamiento que obtuvo bajo resultado es el tratamiento T1 en cuanto al diámetro de roseta en cm.

**Cuadro N.º14 Interacción factor entre variedad y densidad**

|              | <b>D1</b> | <b>D2</b> | <b>TOTAL</b> | <b>MEDIA</b> |
|--------------|-----------|-----------|--------------|--------------|
| <b>V1</b>    | 91,8      | 95,1      | 186,9        | 31,2         |
| <b>V2</b>    | 105,06    | 113,6     | 218,7        | 36,44        |
| <b>V3</b>    | 97,52     | 104,9     | 202,42       | 33,74        |
| <b>TOTAL</b> | 294,4     | 313,6     | 608,02       |              |
| <b>MEDIA</b> | 32,71     | 34,84     |              |              |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º14 se observa que la mejor media de las variedades es la V2 cm 36,44 cm con el mejor resultado de diámetro de la roseta de la planta y le sigue la V3 cm 33,74 cm y por último lugar la V1 cm 31,2 cm.

En referencia a la densidad se observa que el mejor resultado es la densidad D2=34,84 cm y le sigue la D1=32,71cm.

### **Discusión**

En el cuadro N.º14 se observa que la variedad V2 presentó el mayor diámetro de roseta (36,44 cm), seguida de la V3 y V1; en cuanto a la densidad, D2 mostró un mayor promedio (34,84 cm) frente D1; en general, la variedad V2 y la densidad D2 fueron las más favorables.

**Cuadro N.º15 Anova diámetro de roseta en cm.**

| FV          | GL | SC     | CM    | FC    | FT   |       |
|-------------|----|--------|-------|-------|------|-------|
|             |    |        |       |       | 5%   | 1%    |
| REPLICAS    | 2  | 42     | 21    | 6,4   |      |       |
| TRAT.       | 5  | 107,12 | 4,37  | 1,32  | 3,33 | 5,64  |
| FACTOR V    | 2  | 86,99  | 43,49 | 13,18 | 4,96 | 10,04 |
| FACTOR D    | 1  | 21,83  | 21,83 | 6,62  | 4,1  | 7,56  |
| INTER FV/FD | 2  | 1,7    | 0,9   | 0,27  | 4,1  | 7,56  |
| ERROR       | 10 | 32,62  | 3,3   |       |      |       |
| TOTAL       | 17 | 181,74 |       |       |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º15 correspondiente el análisis de varianza del diámetro de roseta, se observa que el factor variedad (V) presentó diferencias altamente significativas, ya que la F calculada (13,18) es mayor que la F tabulada al 1% (10,04), asimismo el factor densidad (D) mostró diferencias significativas al 5%, debido a que la F calculada (6,62) es mayor que la F tabulada (4,1).

Por otro lado, los tratamientos y la interacción variedad X densidad no presentaron diferencias significativas, ya que los valores de F calculada son menores que los valores de F tabulada.

### **Discusión**

En el cuadro N.º15 el diámetro de la roseta no presentó diferencias significativas entre tratamientos, ya que la F calculada (1,32) fue menor que la F tabulada al 5% (3,33). Sin embargo, el factor variedad mostró diferencias significativas ( $F=13,18 > 4,96$ ), indicando que esta variable depende principalmente del tipo de variedad. Por otro lado, la densidad y la interacción variedad X densidad no influyeron significativamente.

Estos resultados concuerdan con lo indicado por Gómez (1984), quien indica que las características de crecimiento en la lechuga están determinadas principalmente por el factor genético.

**En el cuadro N.º16 Prueba de Duncan del diámetro de roseta del Factor V**

| q  | 3,15 | 3,29 | 3,38 | 3,43 | 3,46 |
|----|------|------|------|------|------|
| Sx | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,09 | 2,09 |
| Ls | 6,58 | 6,88 | 7,06 | 7,17 | 7,23 |

|       | 37,9 | 35,02 | 34,96 | 32,5 | 31,7 |
|-------|------|-------|-------|------|------|
| 30,6  | 7,3  | 27,72 | 7,24  | 25,3 | 6,4  |
| 31,7  | 6,2  | 28,82 | 6,14  | 26,4 |      |
| 32,5  | 5,4  | 29,62 | 5,34  | 0    |      |
| 34,96 | 3    | 32,02 | 0     |      |      |
| 35,02 | 2,9  |       |       |      |      |

|       | 37,9 | 35,02 | 34,96 | 32,5 | 31,7 | T4 | A |
|-------|------|-------|-------|------|------|----|---|
| 30,6  | *    | *     | *     | *    | *    | T3 | A |
| 31,7  | *    | *     | *     | *    |      | T6 | B |
| 32,5  | *    | *     | *     | NS   |      | T5 | B |
| 34,96 | N    | *     | NS    |      |      | T2 | B |
| 35,02 | NS   |       |       |      |      | T1 | B |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º 16 En la prueba de Duncan después que se aplicó los respectivos cálculos se observa como categoría a los tratamientos T4 y T3, como grupo A, presentó los mayores valores sin diferencias significativas entre ellos. Por otro lado, el grupo B, integrado por T6, T5, T2 y T1. Presentó valores inferiores, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente menores en comparación con el grupo A, en cuanto al diámetro de roseta en cm/planta.

### **Discusión**

En el cuadro N.º16 la prueba de Duncan para el diámetro de la roseta evidenció la formación de dos grupos estadísticos; el grupo A estuvo conformado por los

tratamientos T4 y T3, los cuales presentaron los mayores valores promedio, mientras que el grupo B incluyó a los tratamientos T6, T5, T2 y T1, sin diferencias significativas entre ellos; esto indica que los tratamientos del grupo A mostraron el mejor resultado de diámetro de la roseta.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Gómez (1984), quienes indican que las diferencias entre tratamientos pueden agruparse estadísticamente cuando existe variabilidad atribuida principalmente al factor genético.

**Cuadro N.º 17 Prueba de Duncan del diámetro de roseta en cm del Factor D**

| q  | 3,15 | 3,29 | 3,38 | 3,43 | 3,46 |
|----|------|------|------|------|------|
| Sx | 1,49 | 1,49 | 1,49 | 1,49 | 1,49 |
| Ls | 4,69 | 4,9  | 5,04 | 5,11 | 5,16 |

|       | 37,9 | 35,02 | 34,96 | 32,5 | 31,7 |
|-------|------|-------|-------|------|------|
| 30,6  | 7,3  | 27,72 | 7,24  | 25,3 | 6,4  |
| 31,7  | 6,2  | 28,82 | 6,14  | 26,4 |      |
| 32,5  | 5,4  | 29,62 | 5,34  | 0    |      |
| 34,96 | 3    | 32,02 | 0     |      |      |
| 35,02 | 2,9  |       |       |      |      |

|       | 37,9 | 35,02 | 34,96 | 32,5 | 31,7 | T4 | A |
|-------|------|-------|-------|------|------|----|---|
| 30,6  | *    | *     | *     | *    | *    | T3 | A |
| 31,7  | *    | *     | *     | *    |      | T6 | B |
| 32,5  | *    | *     | *     | NS   |      | T5 | B |
| 34,96 | N    | *     | NS    |      |      | T2 | B |
| 35,02 | NS   |       |       |      |      | T1 | B |

**Fuente:** Elaboración propia.

En el cuadro N.º17 la prueba de Duncan al 5% evidenció la formación de dos grupos para el diámetro de roseta en el factor D; el grupo A, conformado por los tratamientos T4 y T3, presentó los mayores valores sin diferencia significativas entre ellos. Por otro

lado, el grupo B, integrado por T6, T5, T2 y T1 presentó valores inferiores, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente menores respecto al grupo A.

### 3.6 Peso de roseta en gr.

**Cuadro N.º18 Peso de roseta en gr.**

| TRAT.            | RÉPLICA |         |         | TOTAL  | MEDIA  |
|------------------|---------|---------|---------|--------|--------|
|                  | R1      | R2      | R3      |        |        |
| <b>T1(V1 D1)</b> | 194,42  | 206,5   | 206,17  | 607,09 | 202,4  |
| <b>T2(V1 D2)</b> | 159,4   | 276,4   | 164,3   | 600,1  | 200,03 |
| <b>T3(V2 D1)</b> | 265,6   | 274,42  | 300,83  | 840,9  | 280,28 |
| <b>T4(V2 D2)</b> | 245,9   | 387,8   | 198,6   | 832,3  | 277,43 |
| <b>T5(V3 D1)</b> | 211,5   | 180,42  | 224,33  | 616,3  | 205,42 |
| <b>T6(V3 D2)</b> | 159     | 181,9   | 160,8   | 501,7  | 167,23 |
| <b>TOTAL</b>     | 1235,82 | 1507,44 | 1255,03 |        |        |
| <b>MEDIA</b>     | 205,97  | 251,24  | 209,17  |        |        |

**Fuente: Elaboración propia.**

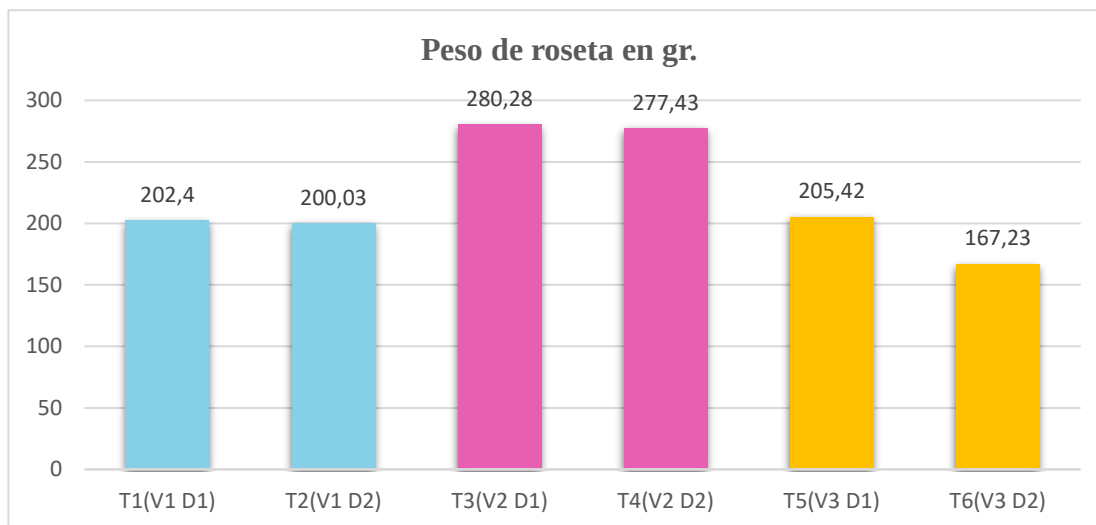
De acuerdo al cuadro N.º 18 referente al peso de la roseta de la planta en gr, se puede observar la variación entre los tratamientos evaluados; el tratamiento T3 (V2D1) presentó el mayor peso promedio con 280,28g, seguido por el tratamiento T4 (V2D2) con 277,43g., por otro lado el tratamiento T6 (V3D2) registró el menor peso promedio con 167,23g. En general, el peso promedio de la roseta fue de 222,13g, mostrando diferencia entre los tratamientos evaluados.

### Discusión

En el cuadro N.º18 el peso de la roseta presentó variación entre tratamientos, destacándose el tratamiento T3 (V2 D1) con el mayor promedio 280,28g), seguido por T4 (V2D2) con 277,43g., en contraste, el tratamiento T6 (V3D2) registró el menor peso promedio (167,23g).

Estos resultados coinciden con lo señalado por Gómez (1984), quien indica que las diferencias en variables productivas pueden atribuirse al efecto de los tratamientos evaluados.

**Gráfica N.º5 Peso de roseta en gr.**



**Fuente: Elaboración propia.**

En la gráfica N.º5 Se observa con los datos en cuanto a los rendimientos de los tratamientos en gr/planta se puede ver que el tratamiento más alto en resultados es el tratamiento T3, y le sigue el tratamiento T4, en tercer lugar está el tratamiento T5, en cuarto lugar el tratamiento T1, quinto lugar el tratamiento T2 y como último lugar en bajo rendimiento el tratamiento T6 en cuanto en peso de roseta en gr.

**Cuadro N.º19 Interacción factor entre variedad y densidad**

|       | D1     | D2     | TOTAL  | MEDIA  |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| V1    | 607,09 | 600,1  | 1207,2 | 2012   |
| V2    | 840,9  | 832,3  | 1673,2 | 278,9  |
| V3    | 616,3  | 501,7  | 1118   | 186,33 |
| TOTAL | 2064,3 | 1934,1 | 3998,4 |        |
| MEDIA | 229,37 | 214,9  |        |        |

**Fuente: Elaboración propia.**

De acuerdo al cuadro N.º19 se observa que la mejor media de las variables es la V2 cm 1673,2 gr con el peso de la roseta de la planta y le sigue la V1 cm 1207,2 gr y por último la V3 cm 1118 gr.

En referencia a la densidad se observa que el mejor resultado es de la densidad D1=229,37 cm y le sigue la D2=214,9 cm.

**Discusión**

En el cuadro N.º19 la interacción variedad X densidad mostró que la variedad V2 presentó el mayor peso promedio (278,9 g), seguida por V1 (201,2 g) y V3 (186,33 g). En cuanto a la densidad, D1 (229,37 g) superó ligeramente a la D2 (214,9 g). Estos resultados indican que el peso de la roseta estuvo influenciado principalmente por la variedad, con menor efecto de la densidad.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Gómez (1984), quien indica que las variables productivas en cultivos están determinadas en mayor medida por el factor genético que por la densidad de siembra.

**Cuadro N.º20 Anova de peso de roseta en gr.**

| FV                 | GL | SC       | CM       | FC   | FT   |       |
|--------------------|----|----------|----------|------|------|-------|
|                    |    |          |          |      | 5%   | 1%    |
| <b>RÉPLICA</b>     | 2  | 7609,9   | 3804,95  | 1,7  |      |       |
| <b>TRAT.</b>       | 5  | 31836,4  | 6367,3   | 2,81 | 3,33 | 5,64  |
| <b>FACTOR V</b>    | 2  | 29631,09 | 14815,54 | 6,6  | 4,96 | 10,04 |
| <b>FACTOR D</b>    | 1  | 941,8    | 941,8    | 0,42 | 4.10 | 7,56  |
| <b>INTER FV/FD</b> | 2  | 1263,51  | 631,8    | 0,28 | 4,1  | 7,56  |
| <b>ERROR</b>       | 10 | 22601,9  | 2260,2   |      |      |       |
| <b>TOTAL</b>       | 17 | 62048,17 |          |      |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º20 que corresponde al análisis de varianza del peso de roseta, se observa que el factor variedad (V) presentó diferencias significativas al 5%, ya que la

F calculada (6,6) es mayor que la F tabulada al 5% (4,96), pero menor que la F al 1% (10,04).

Por otro lado, los tratamientos, el factor densidad (D) y la interacción variedad x densidad (VxD) no presentaron diferencias significativas, debido a que sus valores de F calculada son menores que los valores de F tabulada.

### Discusión

En el cuadro N.º20 el análisis de varianza del peso de la roseta mostró que el factor variedad presentó diferencias significativas al 5% ( $F=6,6 > 4,96$ ), lo que indica que esta variable fue influenciada por la variedad. En contraste, los tratamientos, el factor densidad y la interacción variedad X densidad no presentaron diferencias significativas, debido a que sus valores de F calculada fueron menores a los valores tabulados.

**Cuadro N.º21 Prueba de Duncan del peso de roseta en gr del Factor V**

| q  | 3,15  | 3,29  | 3,38  | 3,43  | 3,46  |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| Sx | 4,69  | 4,69  | 4,69  | 4,69  | 4,69  |
| Ls | 14,77 | 15,43 | 15,85 | 16,09 | 16,23 |

|        | T3     | T4     | T5     | T1     | T2     |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|        | 280,28 | 277,43 | 205,42 | 202,4  | 200,03 |
| 167,23 | 113,05 | 164,38 | 41,04  | 161,36 | 38,67  |
| 200,03 | 80,25  | 197,18 | 8,24   | 194,16 |        |
| 202,4  | 77,88  | 199,55 | 5,87   | 0      |        |
| 205,42 | 74,86  | 202,57 | 0      |        |        |
| 277,43 | 2,85   | 0      |        |        |        |

|        | 280,28 | 277,43 | 205,42 | 202,4 | 200,03 | T3 | A |
|--------|--------|--------|--------|-------|--------|----|---|
| 167,23 | *      | *      | *      | *     | *      | T4 | A |
| 200,03 | *      | *      | *      | *     |        | T5 | A |
| 202,4  | *      | *      | *      | NS    |        | T1 | B |
| 205,42 | *      | *      | NS     |       |        | T2 | B |
| 277,43 | NS     |        |        |       |        | T6 | C |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º21 la prueba de Duncan al 5% evidenció la formación de tres grupos para el peso de roseta; el grupo A, conformado por los tratamientos T3, T4 y T5, presentó los mayores valores sin diferencias significativas entre ellos: el grupo B, integrado por T1 y T2, mostró valores intermedios, siendo estadísticamente iguales entre sí, pero inferiores al grupo A. Finalmente, el tratamiento T6 conformó el grupo C, presentando el menor peso de roseta y siendo significativamente inferior a los demás tratamientos.

**Discusión**

En el cuadro N.º21 los resultados muestran que la variedad influyó significativamente en las variables evaluadas, mientras que la densidad y su interacción no presentaron efectos importantes. La prueba de Duncan evidenció que los tratamientos T3, T4 y T5 obtuvieron los mejores promedios, destacándose como los más productivos. Esto indica que el rendimiento del cultivo depende principalmente del factor genético.

**3.7 Rendimiento en (kg/m<sup>2</sup>) según tratamiento y densidad**

**CUADRO N.º22 Rendimiento en (kg/ m<sup>2</sup>) según tratamiento y densidad**

| Trat. | Variedad | Densidad<br>cm | Plantas/m <sup>2</sup> | Peso<br>g/planta | Rendimiento<br>kg/m <sup>2</sup> |
|-------|----------|----------------|------------------------|------------------|----------------------------------|
| T1    | V1       | 25 x 25        | 12                     | 202,4            | 2,43                             |
| T2    | V1       | 30 x 30        | 10                     | 200,03           | 2                                |
| T3    | V2       | 25 x 25        | 12                     | 280.28           | 3,36                             |
| T4    | V2       | 30 x 30        | 10                     | 277,43           | 2,77                             |
| T5    | V3       | 25 x 25        | 12                     | 205,42           | 2,47                             |
| T6    | V3       | 30 x 30        | 10                     | 167,23           | 1,62                             |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º22 se puede observar el rendimiento del cultivo expresado en kg/m<sup>2</sup> según la variedad y la densidad de siembra; los resultados muestran diferencias en el rendimiento entre los tratamientos evaluados. El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T3 (V2 con densidad de 25 x 25 cm), alcanzando 3,36 kg/m<sup>2</sup>, lo que indica

que esta combinación de variedad y densidad favoreció una mayor producción por unidad de superficie.

Por otro lado, el menor rendimiento se registró en el tratamiento T6 (V3 con densidad 30 x 30 cm) con 1,62 kg/m<sup>2</sup>, lo que sugiere que esta combinación presentó menor productividad.

En general, se observa que la densidad de siembra de 25 x 25 cm presentó mayores rendimientos en comparación con la densidad de 30 x 30 cm, lo cual podría deberse a una mayor cantidad de plantas por metro cuadrado, permitiendo un mejor aprovechamiento del espacio y contribuyendo a incrementar el rendimiento total del cultivo.

### Discusión

En el cuadro N.º22 los resultados muestran diferencias en el rendimiento según tratamiento y densidad, destacándose el tratamiento T3 como el más productivo. En general, las mayores producciones se asociaron a la densidad de 25 x 25 cm, lo que indica una mejor eficiencia por unidad de superficie; esto sugiere que tanto la variedad como la densidad influyen en el rendimiento del cultivo.

**Cuadro N.º 23 Anova rendimiento en (kg/m<sup>2</sup>) según tratamiento y densidad**

| FV                 | GL | SC   | CM   | FC   | FT   |       |
|--------------------|----|------|------|------|------|-------|
|                    |    |      |      |      | 5%   | 1%    |
| <b>RÉPLICA</b>     | 2  | 0,42 | 0,21 | 2,1  |      |       |
| <b>TRAT.</b>       | 5  | 1,84 | 0,37 | 3,68 | 3,33 | 5,64  |
| <b>FACTOR V</b>    | 2  | 1,28 | 0,64 | 6,4  | 4,96 | 10,04 |
| <b>FACTOR D</b>    | 1  | 0,18 | 0,18 | 1,8  | 4,1  | 7,56  |
| <b>INTER FV/FD</b> | 2  | 0,38 | 0,19 | 1,9  | 4,1  | 7,56  |
| <b>ERROR</b>       | 10 | 1    | 0,1  |      |      |       |
| <b>TOTAL</b>       | 17 | 3,26 |      |      |      |       |

**Fuente: Elaboración propia.**

En el cuadro N.º23 que corresponde al análisis de varianza del rendimiento ( $\text{kg/m}^2$ ) muestra que el factor variedad presentó diferencias significativas al 5%, debido a que la F calculada (6,40) es mayor que la F tabulada (4,96); por otro lado, la densidad de siembra y la interacción variedad x densidad no presentaron diferencias significativas, ya que los valores de F calculada son menores que la F tabulada al 5%.

Esto indica que el rendimiento del cultivo estuvo influenciado principalmente por la variedad destacándose el tratamiento T3 (V2 con densidad 25 x 25 cm) con el mayor rendimiento de 3,36  $\text{kg/m}^2$ .

**Discusión**

En el cuadro N.º23 el análisis de varianza mostró que la variedad influyó significativamente en el rendimiento, mientras que la densidad y la interacción variedad X densidad no presentaron efectos significativos. Esto indica que el rendimiento del cultivo depende principalmente del factor genético.

**Porcentaje de rendimiento t/ha**

| Trat. | $\text{kg/m}^2$ | t/ha |
|-------|-----------------|------|
| T1    | 2,43            | 24,3 |
| T2    | 2               | 20   |
| T3    | 3,36            | 33,6 |
| T4    | 2,77            | 27,7 |
| T5    | 2,47            | 24,7 |
| T6    | 1,62            | 16,2 |

Se puede observar en el siguiente cuadro que el mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento T3 con 44,8 t/ha, corresponde a la densidad 25 x 25 cm, lo que indica que esta densidad favoreció una mayor producción por unidad de superficie.

### HOJA DE COSTO

| N.º                                     | INSUMOS                       | U  | CANTIDAD | P.U | P. TOTAL |
|-----------------------------------------|-------------------------------|----|----------|-----|----------|
| para la siembra del cultivo de lechuga. |                               |    |          |     |          |
| 1                                       | Semilla Batavia (Hibrida).    | Gr | 1        | 98  | 98       |
| 2                                       | Semilla Francesa (Americana). | Gr | 1        | 15  | 15       |
| 3                                       | Semilla Roble (Nacional).     | Gr | 1        | 15  | 15       |
| 4                                       | Estiércol de oveja.           | Q  | 1        | 40  | 40       |
| 5                                       | Tierra vegetal.               | Q  | 1        | 30  | 30       |
| 6                                       | Urea.                         | 0  | 0        | 0   | 0        |
| 7                                       | Insecticida (Connect).        | MI | 1        | 70  | 70       |
| Para el riego a goteo.                  |                               |    |          |     |          |
| 8                                       | Cinta C/20 cm.                | M  | 1        | 250 | 250      |
| 19                                      | Tapón.                        | Mm | 12       | 6   | 72       |
| 10                                      | Niple.                        | Mm | 1        | 6   | 6        |
| 11                                      | Cinta teflón.                 | M  | 1        | 10  | 10       |
| 12                                      | Gomas (16 x16).               | Mm | 12       | 2   | 24       |
| 13                                      | Mini válvulas.                | Mm | 12       | 5   | 60       |
| 14                                      | Conectores directos.          | Mm | 12       | 4   | 48       |

|               |            |           |    |   |         |
|---------------|------------|-----------|----|---|---------|
| <b>15</b>     | Reducción. | Mm        | 12 | 3 | 36      |
| <b>16</b>     | Politono.  | 1<br>pulg | 17 | 6 | 102     |
| <b>Total.</b> |            |           |    |   | 876 Bs. |

### 3.8 Análisis beneficio/costo

**Cuadro N.º24 Análisis beneficio/costo**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Rendimiento(kg/m<sup>2</sup>)</b> | <b>Rendimiento(kg/ha)</b> | <b>Arroba/ha</b> | <b>Ingreso (Bs.)</b> |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------|
| <b>T1</b>          | 2,43                                 | 24.300                    | 607,5            | 18.225               |
| <b>T2</b>          | 2,00                                 | 20.000                    | 500              | 15.000               |
| <b>T3</b>          | 3,36                                 | 33.600                    | 840              | 25.200               |
| <b>T4</b>          | 2,77                                 | 27.700                    | 692,5            | 20.775               |
| <b>T5</b>          | 2,47                                 | 24.700                    | 617,5            | 18.525               |
| <b>T6</b>          | 1,62                                 | 16.200                    | 405              | 12.150               |
| <b>Total.</b>      |                                      |                           |                  | 109.875              |

Cuadro N.º24 se puede observar que el análisis económico de los tratamientos muestra diferencia en los ingresos obtenidos según el rendimiento alcanzado por cada variedad y densidad de siembra. El tratamiento T3 (variedad V2 con densidad de 25 x 25 cm) presentó el mayor rendimiento productivo con 3,36 kg/m<sup>2</sup>, lo que equivale aproximadamente a 33.600 kg/ha, generando un ingreso estimado de 25.200 Bs/ha, considerando un precio de 30 Bs. por arroba.

Por otro lado el tratamiento T6 (variedad V3 con densidad de 30 x 30 cm) registró el menor rendimiento con 16,62 kg/m<sup>2</sup>, equivalente a 16.200 kg/ha, alcanzando un ingreso aproximado de 12.150 Bs/ha. En general los tratamientos establecidos con densidad de siembra de 25 x 25 cm presentaron mayores rendimientos e ingresos económicos en comparación con la densidad de 30 x 30 cm, lo que sugiere una mayor densidad de plantas favorece la productividad de cultivo.

**Cuadro N.º25 Beneficio/Costo**

|                    | <b>T1</b> | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Beneficio</b>   | 288       | 240       | 384       | 312       | 288       | 192       |
| <b>Costos T.</b>   | 252,49    | 252,47    | 252,46    | 252,59    | 252,55    | 252,53    |
| <b>Beneficio/C</b> | 1,14      | 0,95      | 1,52      | 1,24      | 1,14      | 0,76      |

En el cuadro N.º25 el análisis beneficio/costo mostró que el tratamiento T3 presentó la mayor rentabilidad con una relación B/C de 1,52 seguido de T4, T1 y T5, los cuales también resultaron rentables. Por otro lado, el tratamiento T2 presentó un valor cercano a la unidad, indicando equilibrio económico, mientras que T6 fue el menos rentable, con una relación B/C inferior a 1, evidenciando pérdidas.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Como conclusión se puede afirmar en la presente investigación en cuanto al porcentaje de prendimiento, altura de planta en cm, peso en gr/planta y número de hojas no hubo diferencia significativas en cuanto a los tratamientos porque con los datos obtenidos la  $F_c$  fue menor que la  $F_t$ , en cuanto al porcentaje de prendimiento el tratamiento que más sobresalió es el T5 este tratamiento es del (cultivar Roble con la densidad de 25 cm), en la altura de la planta en cm el tratamiento que mayor resultado tuvo es el T6, este tratamiento es del (cultivar roble con densidad de 30 cm), en cambio en el peso en gr/ planta el tratamiento que más sobresalió fue el T3 ( cultivar Señorita + la densidad 25 cm), y con la variable de número de hojas el tratamiento que más sobresalió es T4 con el (cultivar 2 variedad señorita+ densidad 30 cm), lo cual cabe resaltar los resultados que no dieron con diferencia significativa pero que sí que sobresalen en la comparación de medias.
  
- Los resultados del análisis de varianza muestran que el factor variedad presentó diferencias significativas en algunas variables evaluadas. En el diámetro de roseta y número de hojas por planta, el valor de F calculada fue mayor que la F tabulada al 5%, lo que indica que las variedades influyeron significativamente en estas características del cultivo. Sin embargo, en variables como porcentaje de prendimiento, altura de planta y peso de roseta, el valor de F calculada fue menor que la F tabulada, indicando que no hubo diferencias estadísticas significativas entre las variedades para estas variables.
  
- En el factor densidad de densidad de siembra, los resultados indican que solo influyó significativamente en el diámetro de roseta, donde el valor de F calculada superó al valor de F tabulada al 5%; en las demás variables evaluadas

(porcentaje de prendimiento, altura de la planta, número de hojas y peso de roseta), el factor densidad no presentó diferencias significativas, lo que sugiere que las densidades utilizadas no afectaron de manera estadística estas características del cultivo.

- En la presente investigación también se demuestra que la variedad y densidad de siembra influyen en el desarrollo del diámetro de roseta del cultivo evaluado. Entre los tratamientos estudiados, el tratamiento T4 (V2D2) presentó el mejor comportamiento agronómico al alcanzar el mayor diámetro de roseta con 37,9 cm, mientras que el tratamiento T1 (V1D1) registró el menor valor. Estos resultados indican que la combinación de la V2 con la densidad de siembra D2 favorece el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que puede considerarse una alternativa adecuada para mejorar el manejo del cultivo en condiciones similares a la del presente estudio.
- En la interacción variedad X densidad, la variedad V2 mostró el mejor comportamiento agronómico, destacándose sobre las variedades V1 y V3 en cuanto al diámetro de roseta.
- El análisis económico beneficio/costo muestra diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, destacándose el tratamiento T3 como el más eficiente, al presentar el mayor rendimiento (33.600 kg/ha) y el mayor ingreso económico (25.200 Bs) en constante, el tratamiento T6 registró los valores más bajos tanto en rendimiento como en ingreso, evidenciando una menor rentabilidad. Los tratamientos T4, T5 y T1 presentaron resultados intermedios, mientras que T2 mostró un comportamiento inferior en comparación en los tratamientos más productivos. En general, se observa que, a mayor rendimiento productivo, mayor es el ingreso económico, lo que influye directamente en la rentabilidad del cultivo. Por lo tanto, el tratamiento T3 se considera la mejor

alternativa desde el punto de vista económico para el cultivo de lechuga en las condiciones evaluadas.

- En el análisis beneficio/costo se determinó que el tratamiento **T3** fue el más rentable, al presentar la mayor relación B/C (1,52), lo que indica una mayor ganancia por cada boliviano invertido. Asimismo, los tratamientos **T4, T1 y T5** también resultaron rentables al mostrar valores superiores a 1, evidenciando beneficios económicos favorables. Por otro lado, el tratamiento **T2** presentó una relación cercana a la unidad (0,95), lo que indica un punto de equilibrio económico, sin ganancias significativas. Finalmente, el tratamiento **T6** fue el menos rentable, con una relación B/C inferior a 1 (0,76), reflejando pérdidas económicas; en general, se concluye que el tratamiento T3 representa la mejor alternativa desde el punto de vista económico.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de la variedad V2 con la densidad de siembra D2, debido a que presentó los mejores resultados en el desarrollo del diámetro de roseta.
- Implementar densidades de siembra adecuadas que permitan mejorar el crecimiento y el desarrollo de las plantas.
- Aplicar adecuadas prácticas de manejo agronómico que permitan mejorar el crecimiento y productividad del cultivo.
- Realizar estudios similares en otras zonas y condiciones climáticas, para confirmar los resultados obtenidos.
- Para futuros cultivos, es conveniente considerar densidades de siembra similares a D2, debido a que favorecen un mejor desarrollo vegetativo.
- Se recomienda realizar estudios con diferentes niveles de fertilización y manejo agronómico, con el fin de determinar si estos factores pueden mejorar aún más el desarrollo del diámetro de roseta del cultivo.
- Se sugiere promover el uso de la variedad y densidad que presentaron mejores resultados entre los productores de la zona, como una alternativa para mejorar el crecimiento y la productividad del cultivo.