

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DIRIGIDO**

**APLICACIÓN DE CÁPSULAS DE PAPEL COMO ALTERNATIVA DE REDUCCIÓN DEL  
CICLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

**ERIKA MILENKA FERRUFINO ANDRADE**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2022**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**APLICACIÓN DE CÁPSULAS DE PAPEL COMO ALTERNATIVA DE REDUCCIÓN  
DEL CICLO PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN EL  
CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA.**

Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial  
para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

**ERIKA MILENKA FERRUFINO ANDRADE**

**Asesor (es):**

Ing. Freddy Carlos Mena Herrera

**Revisor (es):**

Ing. Estanislao Poma Loza

Ing. Williams Alex Murillo Oporto

**Aprobado**

**Presidente Tribunal Examinador**

2022

## *DEDICATORIA*

*Con gratitud eterna a mis padres, Hugo Ferrufino Castillo (+) y Juana Andrade Vda. De Ferrufino por darme la vida y el apoyo incondicional para seguir adelante siempre.*

*A la mayor bendición que Dios pudo darme en esta vida, mis hijos Joel y Leonel, por ser el motor que me impulsa a ser cada día mejor.*

*A mi esposo Jose Soliz, por el apoyo y motivación para hacer posible el logro de esta meta.*

*A toda mi familia, por el cariño y apoyo brindado siempre.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por guiar mis pasos y ser mi fortaleza en cada momento de mi vida.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía por haberme acogido en sus aulas y a los docentes por impartir sus conocimientos en mi formación profesional.

A mi asesor Ing. Freddy Carlos Mena Herrera por el constante apoyo y colaboración en cada momento de la realización de este trabajo de investigación.

Al tribunal revisor, Ing. Estanislao Poma Loza e Ing. William Alex Murillo Oporto, por sus oportunas correcciones y observaciones que permitieron enriquecer el presente trabajo.

A la Estación Experimental Cota Cota, por haberme brindado un espacio para poder realizar el presente estudio, de la misma manera al Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas, Ing. Demis Monroy, Ing. Pedro Chiara y a todo el personal y compañeros que trabajan en la Estación, que en todo momento me brindaron su apoyo.

## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.	Justificación .....	1
1.2.	Descripción del Problema .....	2
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	Objetivo General.....	3
1.3.2.	Objetivos Específicos.....	3
1.4.	Metas.....	3
1.5.	Marco Normativo .....	3
2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1.	El cultivo de lechuga.....	5
2.1.1.	Clasificación taxonómica .....	5
	Tabla 1. Clasificación taxonómica .....	5
2.1.2.	Características de cultivo la Lechuga.....	6
2.1.3.	Descripción de la planta.....	6
2.1.4.	Valor nutricional de la lechuga .....	8
2.1.5.	Usos de la lechuga .....	9
2.1.6.	Requerimientos y manejo del cultivo.....	10
b)	Humedad relativa .....	10
2.2.	Manejo del cultivo .....	11
2.2.1.	Siembra .....	11
2.3.	Almacigo o semillero.....	13
2.3.1	Ventajas de los almácigos .....	14
2.4.	Preparación del terreno .....	15

2.5. Plantación o trasplante .....	15
2.6 Riego.....	17
2.6.1 Riego por goteo .....	17
2.7 Abonado.....	17
2.8. Escarda .....	18
2.9. Aporque .....	18
2.10. Control de malezas .....	19
2.11. Cosecha .....	19
2.12. Plagas y enfermedades del cultivo de la lechuga.....	19
2.12.1. Plagas.....	19
2.12.2. Enfermedades.....	20
2.13. Características agronómicas de los cultivares de lechuga .....	21
2.13.1. Waldmann's Green.....	21
2.13.2. White Boston.....	21
2.13.3. Grand Rapids TBR .....	22
2.14. Importancia de las Hortalizas .....	22
2.15. Producción de hortalizas.....	23
2.15.1. La siembra .....	23
2.15.2. Siembra con pan de tierra .....	24
2.15.3. Cultivo en contenedores.....	25
2.15.4. Contenedores biodegradables.....	27
2.16. Proceso de descomposición del papel.....	28
2.16.1 Las lombrices y la celulosa.....	32
2.17. Ambientes atemperados .....	33

2.17.1.	Humedad .....	33
2.17.2.	Temperatura.....	33
2.17.3.	Ventilación.....	33
3.	SECCIÓN DIAGNÓSTICA .....	34
3.1	Localización .....	34
3.1.1	Ubicación Geográfica.....	34
3.1.2	Características Climáticas.....	34
3.2	Materiales y Métodos .....	35
3.2.1	Materiales .....	35
3.2.2	Instalaciones.....	35
3.3	Descripción Metodológica .....	36
3.3.1	Procedimiento experimental.....	36
3.3.2	Características de las unidades experimentales .....	36
3.4	Manejo de cultivo .....	37
3.4.1	Preparación del terreno .....	37
3.4.2	Abonamiento del terreno.....	37
3.4.3	Siembra .....	38
3.4.4	Trasplante.....	39
3.4.5	Labores culturales .....	40
3.4.6	Cosecha .....	41
3.5	Variables de Respuesta.....	41
3.5.1	Variables Fenológicas.....	41
3.5.2	Variables de respuesta agronómicas antes de la cosecha.....	43
3.5.3	Variables de respuesta agronómicas a la cosecha .....	43
3.6.4.	Costos parciales de Producción .....	44

g)	Covariables .....	46
4	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	47
4.1	Logros de metas .....	47
4.2	Resultados y discusiones.....	47
4.2.1	Registró de factores climáticos .....	47
a)	Temperatura con el cultivo establecido. ....	47
b)	Humedad Relativa.....	49
4.2.2	Resultados de Variables Fenológicas .....	50
a)	Desarrollo fenológico del cultivo .....	50
b)	Curvas de crecimiento del cultivo .....	51
4.2.3	Variables en la etapa de almacigo .....	53
4.2.4	Variables agronómicas antes del trasplante.....	54
4.2.5	Variables agronómicas antes de la cosecha .....	56
a)	Altura de planta antes de la cosecha.....	56
b)	Variable número de hojas antes de la cosecha .....	57
4.3	Resultados de variables agronómicas al momento de la cosecha .....	57
4.3.1	Altura de planta a la cosecha.....	57
4.3.2	Diámetro de tallo al momento de la cosecha .....	59
4.3.3	Número de hojas al momento de la cosecha .....	61
4.3.4	Rendimiento en peso comercial.....	62
4.3.5	Costos parciales de Producción.....	64
f)	Relación Beneficio/Costo.....	66
4.3.6	Comportamiento del cultivo frente a las covariables .....	66
5	SECCIÓN CONCLUSIVA.....	67
5.1	Conclusiones .....	67



5.2 Recomendaciones .....69

6 BIBLIOGRAFÍA .....70

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura N° 1 Causas de la degradación del papel.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura N° 2 Ciclo de la Degradación del papel .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura N° 3. Vista satelital del ambiente atemperado .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura N° 4. Croquis de estudio .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura N° 5. Ciclo de producción .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura N° 6. Dimensiones de la capsula de papel .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura N° 7. Temperatura durante el ciclo del cultivo de lechuga .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura N° 8. Humedad relativa durante el ciclo del cultivo de la lechuga .....</b>	<b>49</b>
<b>Figura N° 9. Etapas del ciclo fenológico del cultivo .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura N° 10. Curva de crecimiento del cultivo de lechuga en estudio .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura N° 11. Curva de germinación del cultivo de lechuga.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura N° 12. Altura de planta (cm) para el cultivo de lechuga .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura N° 13. Diámetro de tallo (mm) para la variedad de lechuga.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura N° 14. Numero de hojas de lechuga a la cosecha .....</b>	<b>62</b>
<b>Figura N° 15. Rendimiento en peso comercial para la variedad de lechuga .....</b>	<b>63</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Clasificación taxonómica .....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla 2. Valor nutricional de la lechuga.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 3. Dosis de fertilización y época de aplicación .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 4. Crecimiento en el almacigo .....</b>	<b>53</b>
<b>Tabla 5. Altura de planta antes de la cosecha (cm) .....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 6 número de hojas por planta antes de la cosecha .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 7. Estadística descriptiva para altura de planta (cm).....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 8. Distribución de frecuencias para altura de planta (cm).....</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 9. Estadística descriptiva para diámetro de tallo (mm) .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 10. Distribución de frecuencias para diámetro de tallo (mm) .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 11. Estadística descriptiva para número de hojas .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 12. Distribución de frecuencias para número de hojas .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 13. Estadística descriptiva para el peso comercial (g/planta).....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla 14. Distribución de frecuencias para rendimiento Comercial .....</b>	<b>63</b>
<b>Tabla 15. Análisis Económico .....</b>	<b>65</b>

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Centro Experimental de la Facultad de Agronomía de la UMSA en Cota Cota, se estudió la respuesta del cultivo de lechuga de la variedad Waldman's Green, a la aplicación de capsulas de papel durante todo el ciclo productivo, desde la siembra a la cosecha. Se utilizó medidas de tendencia central y dispersión para el análisis de los datos de campo, obteniéndose resultados favorables en el acortamiento del ciclo fenológico.

Realizado el trasplante se obtuvo un 100 % de prendimiento en el lugar definitivo, así como solo transcurrieron 69 días desde el trasplante hasta la cosecha en época invernal, las variables de respuesta el momento de la cosecha dieron como resultado, una altura de planta promedio de 27.7 cm. un diámetro de tallo promedio de 21.12 mm, 29 hojas promedio por planta, con un peso promedio de 361.8 g por planta y un rendimiento de 29.4 tn/ha, en referencia al análisis económico se tuvo una relación beneficio costo favorable de 1.63.

Luego de haber analizado el ciclo fenológico de la lechuga con aplicación de cápsulas de papel se produjo la reducción de aproximadamente 11 días comparado con el mismo cultivo en el mismo ambiente atemperado producido con la metodología tradicional.

Al realizarse el trasplante con la misma capsula, la planta no sufre stress debido al deterioro de las raíces, producido por el arranque de las plantas del almácigo que trae como consecuencia un periodo de adaptación lo que hace que se alargue el ciclo productivo.

Al reducirse el ciclo productivo, se reducen los costos de producción lo que permite obtener más cosechas al año, en este caso con el uso de capsulas de papel y los resultados obtenidos se alcanzarían 6 cosechas al año traduciéndose en mayores ingresos para el productor.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Experimental Center of the Faculty of Agronomy of the UMSA in Cota Cota, the response of the lettuce crop of the Waldman's Green variety, to the application of paper capsules throughout the production cycle, was studied. from planting to harvest. Measures of central tendency and dispersion were used for the analysis of the field data, obtaining favorable results in the shortening of the phenological cycle.

Once the transplant was carried out, 100 % take-up was obtained in the definitive place, as well as only 69 days elapsed from the transplant to the harvest in winter season, the response variables at the time of harvest resulted in an average plant height of 27.7 cm. an average stem diameter of 21.12 mm, 29 average leaves per plant, with an average weight of 361.8 g per plant and a yield of 29.4 tn/ha, referring to the economic analysis, there was a favorable cost-benefit ratio of 1.63.

After having analyzed the phenological cycle of lettuce with the application of paper capsules, there was a reduction of approximately 11 days compared to the same crop in the same temperate environment produced with the traditional methodology.

When the transplant is carried out with the same capsule, the plant does not suffer stress due to the deterioration of the roots, produced by the uprooting of the plants from the nursery, which results in a period of adaptation, which lengthens the productive cycle.

By reducing the productive cycle, production costs are reduced, which allows obtaining more harvests per year, in this case with the use of paper capsules and the results obtained would reach 6 harvests per year, translating into higher income for the producer.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas están asociadas a la dieta del hombre desde épocas remotas, estas fueron propagadas mediante semillas o material asexual y aclimatado en diversidad de ambientes. Esto provocó un grado de selección y mejoramiento, lento y rudimentario, hasta obtener cultivares mejorados de mayor producción, los cuales deben de ser producidos en condiciones óptimas para su máximo aprovechamiento (Bolaños,2001).

La tecnología de almácigos, modificó los procesos de producción de las hortalizas, dándose el paso del trasplante a raíz desnuda en campo abierto, a la técnica de trasplante con pan de tierra y producción en ambiente protegido, modificación que permitió controlar, de una forma más adecuada, el crecimiento de las plántulas mediante el manejo de la luz, riego y nutrición (Cerny *et al.* 2004).

La ausencia de investigación local sobre el manejo de almácigos, hace que la toma de decisiones se base en aspectos económicos más que en agronómicos, como consecuencia, no se toman las medidas adecuadas para lograr un buen desarrollo y calidad de las plántulas. (Verhagen,1997).

Uno de los problemas que se tiene en la producción de hortalizas, es la del stress que presentan las plantas el momento del trasplante, lo que ocasiona que se detenga su desarrollo mientras se adapta al medio y por consecuencia se prolonga el ciclo fenológico y el uso de recursos como el sustrato, agua y mano de obra para la producción.

El presente trabajo propone la utilización de capsulas de papel en la etapa de almácigo obteniendo plántulas más vigorosas, posterior trasplante con la cápsula de manera que las plántulas no sufran estrés, que afecta el sistema vascular y radical lo que permite que el cultivo continúe su desarrollo y de esta manera se acorte el ciclo productivo del cultivo de la lechuga.

### 1.1. Justificación

La producción de hortalizas, desde el punto de vista económico y social, es de gran importancia en el departamento de La Paz y en el país, por ser una fuente de alimento y de trabajo en todo el proceso de producción y comercialización, por la demanda alimenticia en todos los estratos sociales y su alto valor en fresco e industrializado en los mercados.

La lechuga en específico, aporta muy pocas calorías, pero más allá de que esté presente en muchas dietas de adelgazamiento, es un alimento saludable, que sacia y aporta vitaminas y minerales a nuestro organismo. En el mercado tiene buena demanda y el precio del producto es estable, aspectos que generan utilidades al productor.

El presente trabajo tiene por objeto utilizar cápsulas de papel en la producción de lechuga, lo que permitirá ofrecer a la planta mejores condiciones desde el almacigo, donde habrá menos competencia por nutrientes y como resultado plantas más vigorosas al momento del trasplante.

La técnica de cápsulas de papel, permite que el trasplante sea más fácil, reduciendo la mano de obra, debido a que se realiza con la misma cápsula, de manera que la planta no sufre estrés y continua su desarrollo lo que tiene como resultado reducir el ciclo productivo.

La mayor ventaja de la producción en ambientes atemperados es la alta productividad ya que se puede optimizar el espacio, con la utilización de las capsulas de papel se aseguran la supervivencia de las plantas se acorta el ciclo fenológico bajando los costos en uso de semilla, ahorro de agua, mano de obra y así se obtiene un mayor número de ciclos productivos al año teniendo en consecuencia un mejor ingreso para los productores hortícolas.

Asociar las fases de desarrollo de las plántulas a un adecuado manejo agronómico, según la etapa de crecimiento, es fundamental para obtener una planta de calidad hortícola para ser trasplantada. La producción de plántulas con buen vigor y sanidad se verán reflejados en el rendimiento agronómico y económico (Méndez, 2012).

## **1.2. Descripción del Problema**

En los almácigos tradicionales, se observa que existe competencia por nutrientes, luz, agua y espacio entre las plántulas, lo que ocasiona que la plántula que se obtiene no posea buen vigor y se prolongue el tiempo de permanencia en la almaciguera, lo que significa mayor mano de obra y prolongado ciclo productivo.

Por otra parte, se presenta el estrés que sufren las plántulas al ser extraídas de los almácigos y trasplantadas al lugar definitivo de producción, que conlleva a un mayor tiempo de adaptación al lugar definitivo, pérdida del vigor de las plántulas e incluso algunas que mueren y se necesita reponerlas lo que significa un aumento en el costo de producción.

De esta manera, se plantea el uso de las capsulas de papel que genera muchos beneficios en las etapas de almácigo y trasplante de las especies hortícolas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Evaluar la aplicación de capsulas de papel como alternativa de reducción del ciclo productivo del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Centro experimental de Cota Cota.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

Determinar el periodo de producción utilizando capsulas de papel en el cultivo de lechuga en ambiente atemperado.

Determinar el rendimiento del cultivo de lechuga utilizando capsulas de papel, en ambientes atemperados.

Determinar la relación beneficio – costo de la producción del cultivo de lechuga aplicando las capsulas de papel.

### **1.4. Metas**

Reducir el ciclo productivo del cultivo de lechuga en la época de invierno aproximadamente en un 10% utilizando cápsulas de papel.

Obtener un rendimiento mayor a 2.5 bolsas por metro cuadrado, aplicando capsulas de papel en el cultivo de lechuga, en ambientes atemperados.

Reducir los costos de producción del cultivo de lechuga aplicando capsulas de papel, optimizando el uso de insumos y mano de obra.

### **1.5. Marco Normativo**

Según la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, en el Art.16. El Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población. Art. 47. Párrafo III, menciona que el Estado protegerá, fomentará y fortalecerá las formas comunitarias de producción.



Art. 306. El modelo económico boliviano es plural y está orientado a mejorar la calidad de vida y el vivir bien de todas las bolivianas y los bolivianos; la economía plural está constituida por las formas de organización económica comunitaria, estatal, privada y social cooperativa.

Art. 309. La forma de organización estatal comprende a las empresas y otros organismos de propiedad estatal que cumplirán los siguientes objetivos (...): promover la democracia económica y el logro de la seguridad de la soberanía alimentaria de la población.

Art. 342. Párrafo I, menciona que es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, y el equilibrio del medio ambiente.

Art. 405. El desarrollo rural integral sustentable es parte fundamental de las políticas económicas del Estado, que priorizara sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y soberanía alimentaria.

Así mismo en el Art. 407. Son objetivos de la política de desarrollo rural integral de Estado, en coordinación con las entidades territoriales autónomas y descentralizadas. Párrafo 1. Garantizar la soberanía y seguridad alimentaria, priorizando la producción y el consumo de alimentos de origen agropecuario producidos en el territorio boliviano.

Así mismo en el Art. 407. Son objetivos de la política de desarrollo rural integral de Estado, en coordinación con las entidades territoriales autónomas y descentralizadas. Párrafo 1. Garantizar la soberanía y seguridad alimentaria, priorizando la producción y el consumo de alimentos de origen agropecuario producidos en el territorio boliviano. Párrafo 2. Establecer mecanismos de protección a la producción agropecuaria boliviana. Párrafo 3. Promover la producción y comercialización de productos agroecológicos.

En este marco también se encuentra el Plan Nacional de Desarrollo (PND), aprobado por D.S. Nº 29272, de 12 de septiembre de 2007, que establece como una de las prioridades del Estado el de garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria en el país.

Por otra parte, se tiene la Ley 144 **LEY DE LA REVOLUCIÓN PRODUCTIVA COMUNITARIA AGROPECUARIA**, que en el artículo 5 se muestra los alcances de la ley:

Planificación estratégica alimentaria participativa desde las comunidades indígena originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas y los actores de la economía plural sobre la base de su vocación y potencial productivo y los recursos naturales para definir las estrategias de producción, planes y programas del desarrollo productivo agropecuario integral y sostenible.

Sistemas de investigación, innovación tecnológica y de información oportuna. sistema de regulación de la producción y comercialización de los alimentos considerando elementos de volumen, calidad, tiempo y generación de reservas, mejorar el acceso a insumos, infraestructura productiva, asistencia técnica y capacitación manejo sostenible y adecuado del agua y los recursos genéticos para garantizar los procesos productivos, Promover el proceso de gestión territorial indígena originaria campesino, comunidades interculturales y afrobolivianas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El cultivo de lechuga

Según Oviedo (2013), la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual, propia de las regiones semitempladas, existe muchas variedades y a su cultivo cada vez mayor en invernaderos, esta hortaliza se puede consumir durante todo el año. El nombre *Lactuca* procede del latín *lactis* que significa (leche) en referencia al líquido lechoso que es la savia que sale de los tallos al ser cortados, *sativa* hace referencia a su carácter de especie cultivada, es autógama, perteneciente a la familia *compositae*.

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

**Tabla 1. Clasificación taxonómica**

<b>Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)</b>	
<b>Clase</b>	<i>Paenopsida</i>
<b>Subclase</b>	<i>Asteridae</i>
<b>Orden</b>	<i>Asterales</i>
<b>Familia</b>	<i>Asteraceae/Compositae</i>
<b>Género</b>	<i>Lactuca</i>
<b>Especie</b>	Sativa

Fuente: Muñoz (2018).

### 2.1.2. Características de cultivo la Lechuga

La lechuga cultivada (*Lactuca sativa* L.) es una planta anual de la familia de las *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 (Muñoz, 2018).

Para Campos (2012), la lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta autógama, que presenta hojas redondeadas, lanceoladas o casi espatuladas, con su sistema radicular profundo y poco ramificado, son de tallo cilíndrico y ramificado, presentan forma de aquenios provistos de hojas plumosas. su ciclo vegetativo es de 3 a 4 meses, alcanzando una altura entre los 10 y 20 cm y su rendimiento óptimo de cabeza es de 24.500 kg/ha.

La temperatura óptima para su crecimiento oscila entre los 15 – 20 °C, durante la noche resiste temperaturas entre 3 y 8 °C, sin embargo, es poco resistente a las heladas. Necesita de 12 horas de luz al día. Aunque existe un gran número de variedades cultivadas que se adaptan a una amplia gama de climas, también se pueden adaptar a una gama amplia de suelos (Rendón, 2013).

### 2.1.3. Descripción de la planta

Vigliola (1992) y Maroto (1994), citado por Orruel (2006), señalan que es una planta anual de sistema radicular profundo poco ramificado, sus hojas se disponen inicialmente en roseta y luego se aprietan unos a otros formando un cogollo más o menos consistente en unas variedades que en otras. Las hojas pueden ser redondeadas, lanceoladas o espatuladas con bordes liso, ondulado y aserrado.

Según Bocanegra (2014), la raíz de la lechuga es de tipo pivotante, pudiendo llegar a medir hasta 30 cm. Esta hortaliza posee un sistema radicular bien desarrollado, estando de acuerdo la ramificación a la compactación del suelo; así un suelo suelto tendrá lechugas con un sistema radicular más denso y profundo que un suelo compacto.

Campos (2012), asevera que 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. Las hojas son lampiñas, ligeramente dentadas y de formas variadas.

A medida que se van cubriendo unas a otras desaparece su contacto directo con la luz, por lo que pierden el color verde. Por otra parte, este color verde variable, ocasionalmente teñido con tonalidades rojizas o violáceas, es característico de cada variedad.

Atendiendo a su textura, las hojas pueden ser mantecosas o crujientes, con aspecto ondulado, liso o rizado. 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. Al aire libre su fecundación cruzada es del 1 al 2 por 100.

El fruto, al que con frecuencia se llama semilla, es un aquenio de forma alargada y con varias estrías longitudinales. Es de color blanco o negro, terminando en punta, de 3 a 4 mm. de largo y 1 de ancho.

Gebol (2012), asegura que sus hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.

Para Bocanegra (2014), sus tallos son muy cortos (es una planta casi acaule) y lleva una roseta de hojas que varían en tamaño, textura, forma, y color según los cultivares, en el estado vegetativo avanzado el cogollo o roseta se abre para dar paso a un tallo cilíndrico y ramificado portador de hojas, así como de capítulos florales amarillentos en racimos o corimbos. La planta es autogama cuyas semillas son frutos de forma de aquenios, provistas de un vilano plumoso.

La flor es ligulada, hermafrodita, pentámera, de cáliz gamosépalo y corola gamopétala, con androceo sinantereo; el ovario es ínfero y se encuentra constituido por dos carpelos un lóculo y ovulo, posterior a la fecundación da origen a un fruto de tipo cipsela, las flores son amarillas pequeñas, reunidas en anchas cimas corimbosas, con numerosas bracteólas

Mallar (1978), citado por Orruel (2006), señala que la lechuga es una especie que presenta, protandria, pues se produce la dehiscencia de las anteras antes del alargamiento del pistilo, existiendo la polinización cuando por medio de los pelos colectores del estilo y estigma se colecta en el polen de las anteras maduras, para luego ser recepcionada por los lóbulos del estigma.

### 2.1.4. Valor nutricional de la lechuga

La contribución de la lechuga a la dieta humana se debe al aporte de minerales, compuestos antioxidantes (fenoles, vitaminas, carotenos y clorofila), fibra y agua. El contenido nutricional varía con el grado de color y la posición de la hoja en la cabeza (hojas externas e internas), las hojas externas son más ricas en nutrientes que las internas (Saavedra, 2017).

La lechuga contiene flavonoides, fundamentalmente *quercetina*, seguida de *kaempferol* y cantidades inferiores de *miricetina*, *luteolina* y *apigenina*. Estos compuestos tienen actividad antioxidante, *antitrombótica* y *anticarcinogénica*. También aporta pequeñas cantidades de *bsitosterol*, *stigmasterol* y *campesterol*, *fitoesteroles* que participan en importantes funciones biológicas tales como la reducción de los niveles séricos de colesterol, protección frente a algunos tipos de cáncer (Valdez, 2015).

**Tabla 2. Valor nutricional de la lechuga.**

Composición nutricional por 100 grs.		
Composición	Cantidad (gr)	CDR(%)
Calorías	19.6	1%
Carbohidratos	1.4	0.50%
Proteínas	1.37	2.90%
Fibra	1.5	5%
Grasas	0.6	1.10%
Minerales	Cantidad (mg)	CDR(%)
Sodio	3	0.20%
Calcio	34.7	2.90%
Hierro	1	12.50%
Fósforo	28	4%
Potasio	220	11%
Vitaminas	Cantidad (mg)	CDR(%)
Vitamina A	0.19	20.80%
Vitamina B1	0.06	5%
Vitamina B2	0.07	5.40%
Vitamina B3	0.8	0%
Vitamina B12	0	0%
Vitamina C	13	14.40%

Fuente: Rodríguez (2010).

La lechuga tiene funciones medicinales; es refrescante y digestiva; posee virtudes calmantes y notable eficacia como soporífero, por tanto, evita el insomnio, la nerviosidad, el mal humor, la irritabilidad, etc. Macerada, junto con avena, sirve como pomada que alivia irritaciones de la piel, alergias, erupciones y quemaduras.

También, asociada con achicoria y escarola, sirve para prevenir la desmineralización y sus consecuencias, por ejemplo, raquitismo, tuberculosis, caries dentaria y ósea, etc., y, combinada con pepino y avena, se elabora una pomada útil contra irritaciones de la piel, sabañones y quemaduras.

Además, la cantidad de celulosa y agua orgánica que contiene la lechuga en sus tejidos ayuda considerablemente en el proceso digestivo. El valor nutritivo de la lechuga difiere según su variedad (Siembra Org., 2021).

### **2.1.5. Usos de la lechuga**

Se utiliza en fresco en ensaladas y como acompañante en diferentes platos. Industrialmente se usa para la fabricación de cremas cosméticas (Alzate & Loaiza, 2008).

Es diurética, pues estimula la eliminación de orina, y contribuye a la cura de enfermedades como obesidad, hipertensión arterial, edemas, nefritis, cálculos renales, etc. Mejora la circulación, previene la arteriosclerosis y disminuye el colesterol. Del mismo modo tiene un efecto sedativo, ayuda en las afecciones del aparato respiratorio combatiendo los ataques de asma y los espasmos bronquiales (Botanical On line, 2020).

Actúa como analgésico en dolores producidos por golpes, torceduras, esguinces, contusiones, etc. También se puede utilizar como colirio ocular para la conjuntivitis y los ojos cansados. Su riqueza en minerales, especialmente en potasio, necesario para mantener un nivel adecuado de líquidos en el cuerpo, junto con el calcio y el fósforo, la hacen especialmente adecuada para el bienestar de los huesos.

Presenta además una serie de oligoelementos no muy habituales dentro del mundo vegetal, como el selenio, antioxidante que tiene un papel fundamental en la prevención de cánceres como el de colon, próstata o pulmones (Botanical On line, 2020).

### **2.1.6. Requerimientos y manejo del cultivo**

La intensificación de la producción de este cultivo requiere conocer con mayor precisión tanto el efecto de los factores ambientales como de una apropiada incorporación de técnicas de manejo, de tal manera que respondan a la necesidad de obtener un producto de mayor calidad (Solis, 2017).

#### **a) Temperatura**

La lechuga es una planta de gran adaptabilidad a distintos climas. Puede vivir a temperaturas de 0° C.; pero cuando ésta baja de los 6° C., suele sentir sus efectos, que si persisten ocasionan lesiones foliares. Por debajo de los 5° C. la lechuga no emite raíces nuevas, pero sí a partir de los 10° C. No obstante, soporta peor las temperaturas elevadas que las relativamente bajas. 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. (Japón, 2019).

Es una planta de clima frío, tolerante a heladas débiles. En cuanto a las temperaturas medias mensuales serían: mínima de 12°C, óptima 15 a 18°C, y máximas de 21 a 24°C. El autor además señala que las temperaturas óptimas dependen del grado de iluminación del lugar, siendo de 20 a 22°C en un día despejado, y de 15 a 16°C un día nublado. Temperaturas sobre 25°C serían perjudiciales ya que favorecen la subida, además que la cabeza de la lechuga quede suelta. Temperaturas frías y un crecimiento lento serán favorables para una buena formación de la cabeza (Gutiérrez, 2011).

#### **b) Humedad relativa**

El sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación con la parte aérea, por lo que es muy sensible a la falta de humedad y soporta mal un periodo de sequía, aunque éste sea muy breve. La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos agradece menos del 60% (General, 2009).

Los problemas que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan (Oviedo, 2013).

### **c) Suelo**

La lechuga es una planta que se adapta bien a todo tipo de suelos, excepto los que tengan problemas de encharcamiento, siendo los más idóneos los ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, ligeros y bien drenados (Japón, 2019).

La adaptación de esta hortaliza a diferentes tipos de suelo es muy amplia, desde arenosos hasta arcillosos, sin embargo, el mejor desarrollo se obtiene en suelos franco – arenosos, fértiles, con buen drenaje, ricos en materia orgánica y con una buena retención de humedad, por lo que su pH óptimo es el comprendido entre 5.8 a 6.5 (Gutiérrez *et al.* 2009).

### **d) Luminosidad.**

La lechuga es una planta anual que necesita media luz, entre 12 a 14 horas (Gutiérrez *et al.* 2009).

### **e) Agua**

El requerimiento del agua en el cultivo de lechuga es cerca de 400 mm durante el cultivo, es usualmente adecuado para un buen desarrollo de la planta ya que una baja humedad en el suelo sería perjudicial, sobre todo en los primeros estados de desarrollo, disminuyendo el crecimiento (Chuecos & Valentina, 2011). Sin embargo, un exceso de humedad en el suelo puede provocar asfixia radicular y una alta predisposición al ataque de enfermedades fungosas (Gutiérrez, 2011).

Por su parte Rodríguez, (2009), Refiere que el riego y el consumo de agua dependerán del cultivo, como por ejemplo los cultivos de hoja. En su máximo estado de desarrollo, consumen 300 ml por planta; a razón de 22 plantas por metro cuadrado; el consumo sería 6.6 lt/día. En un ambiente atemperado, el riego debe ser por horarios o en las mañanas o por las tardes, ya que si se hace el riego cuando las temperaturas están elevadas, esto causa amarillamiento en las hojas y estrés en las plantas, hasta presencia de enfermedades.

## **2.2. Manejo del cultivo**

### **2.2.1. Siembra**

En el cultivo extensivo se emplea la técnica de siembra directa; en cultivo tradicional se emplea en general la técnica del trasplante (Japón, 2019).



El cultivo tradicional de la lechuga no sigue normas rígidas en cuanto a las alternativas, suele cultivarse en todas las épocas del año en parcelas dejadas para su solo cultivo o asociada entre las líneas de otro cultivo principal (pimiento, judía, tomate, etc.).

Es un cultivo claramente especulativo y que suele hacerse frecuentemente para rellenar huecos de fechas entre dos cultivos principales, debido a su corta estancia en el terreno (Japón, 2019).

La forma más habitual de sembrar lechugas es sembrar las semillas en un semillero. También es posible realizar una siembra directa, pero esto requerirá de aclareos después para dejar solo las plantas que se desarrollen mejor, con lo que es preferible sembrarlas en semillero y así maximizar las posibilidades de cada semilla.

Para sembrar las semillas de lechuga, simplemente sigue estos pasos:

Haz un agujero de poco menos de 1 centímetro en el sustrato del semillero, e introduce una semilla en él después cúbrelo con la mezcla y riega.

De la misma forma, se recomienda también humedecer la mezcla antes de plantar, y mantenerla así durante los primeros días, aunque siempre evitando encharcamientos.

En menos de una semana deberías empezar a ver brotar las plántulas, que estarán listas para ser trasplantadas en cuanto tengan su segundo par de hojas.

Como detalle adicional, hay quien recomienda enfriar las semillas durante 2 días en el refrigerador, entre hojas de papel absorbente o secante. Esto es especialmente útil en climas particularmente calurosos (Ecología verde, 2022).

#### **2.2.1.1. Siembra directa**

Consiste en sembrar la semilla en el terreno definitivo una sola vez, al cabo de 7 días germinarán y emergerán las plantas creciendo en forma normal (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2011). La ventaja principal de la siembra directa, en comparación con el almacigado, es que se evita el shock del repique, acelerando el desarrollo de la planta.

Asimismo, se evita daños a las raíces en el repique, que pudieran provocar la mortandad de los plantines, sobre todo cuando se trata de especies con sistemas radiculares delicados.

De manera general, se evita malformaciones de las raíces, que pudiesen ocurrir por un repique mal aplicado (Bognetteau,1997).

#### **2.2.1.2. Siembra indirecta**

Algunas hortalizas necesitan cuidados para su germinación y crecimiento inicial (en condiciones controladas de temperatura y humedad), esto se logra en almácigos o semilleros (Uriarte, 2005).

En este tipo de siembra se realiza primero el almácigo, pasadas unas semanas o cuando tienen entre 3 a 4 hojas y un tamaño de planta de entre 10- 12 centímetros, se sacan del almacigo para plantar en el terreno definitivo (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2011).

Este tipo de siembra se efectúa cuando la semilla es pequeña y de difícil germinación (López, 2003). En este caso es necesario pasar por la etapa de semillero para lograr con ello una mejor adaptación y una selección de plantines sanas y vigorosas (De Paz, 2002).

### **2.3. Almacigo o semillero**

Almácigo se denomina al lugar donde se siembran distintos tipos de semillas bajo condiciones semi controladas en cuanto a temperatura y humedad, cuidando su desarrollo hasta que las plántulas alcanzan el tamaño adecuado para ser trasplantadas a otro lugar. La forma de hacer almácigos ha evolucionado de almácigos en el suelo, sembrados a chorro continuo, hasta que son producidos en bandejas speedling y utilizando solo una semilla por cavidad.

Este tipo de almácigo se trabaja dentro de invernaderos porque ahí se tiene mayor control sobre las condiciones necesarias de su óptimo crecimiento y desarrollo, especialmente humedad y temperatura. A este tipo de almácigos se les denomina plantines o plantines con cepellón. Las bandejas utilizadas varían en tipos, calidad de materiales, número, tamaño, profundidad de las cavidades y precios (Díaz *et al.* 2019).

Un almácigo es un semillero, o sea, un sitio donde se guardan semillas, y, especialmente donde éstas se colocan para que germinen, debiendo ser un sitio fértil y adecuado para esa finalidad. Es un lugar transitorio, ya que una vez que la planta termine su primera fase de desarrollo (tenga algunas hojas) se trasplantará a su lugar de definitivo de permanencia, que puede ser, por ejemplo, una huerta.

Esto permite un mayor cuidado de la evolución de las semillas previamente seleccionadas, con un mayor control de riego, del clima (protegiéndolas de heladas, sol intenso, tormentas) y de plagas.

Hacer semilleros para obtener plántulas que estén listas para ser trasplantadas es uno de los pasos más importantes que hay dentro de la producción de hortalizas, por lo tanto, deben de tener un cuidado muy especial, principalmente en el control de plagas y enfermedades para que cuando lleguen al campo definitivo estén sanas y vigorosas, asegurándose con ello un buen porcentaje de éxito en la futura cosecha (De Paz, 2002).

### **2.3.1 Ventajas de los almácigos**

Existen muchas ventajas entre ellas (Estrada, 2010) menciona:

- Se puede seleccionar los mejores plántulas para su posterior trasplante.
- Se gana tiempo, porque mientras desarrollan los plántulas en almacigueras, se cultivan otras especies en las camas, contenedores o recipientes.
- El almácigo permite el uso eficiente de la semilla, ocupa poco espacio y permite programar los cultivos.
- Se controla mejor las plagas y enfermedades.
- Permite calcular la cantidad exacta de plántulas que se requiere para determinada superficie de cultivo.
- Permite utilizar mejor el agua.
- Mejor aprovechamiento de la superficie disponible en la huerta.
- Se acelera el crecimiento porque están mejor cuidadas.
- Se pueden hacer al aire libre o protegidos.

Al respecto Vigliola (1992), menciona que los almácigos ofrecen como ventaja lo siguiente:

- Permite aplicar los agroquímicos con rapidez y facilidad, lo cual está determinado por una gran densidad de plantas en una superficie pequeña.
- Se puede proceder a seleccionar plantas antes del trasplante.
- Se emplea menos cantidad de semilla.
- Facilita la siembra de semillas pequeñas que requieren tierra más desmenuzada;
- Se puede controlar mejor las malezas, cuya competencia por agua, luz y nutrientes es perjudicial, hecho que se acentúa en aquellas plantas de crecimiento inicial lento.

Se ocupa por un tiempo menor la superficie destinada para el cultivo definitivo. La ventaja principal de la siembra por trasplante es que el productor puede manejar muy bien las pequeñas plantas con un mínimo de labores hasta llevarlas a fase de trasplante al campo (De Paz, 2002).

La multiplicación de la lechuga es obtenida en semillero o almaciguera, sembrando a 5 mm de profundidad, al voleo o en pequeños surcos. Una vez transcurridos 20 días después de la siembra, la lechuga es trasplantada cuando tenga 4 a 5 hojas verdaderas y una altura de 5 a 8 cm, desde el cuello del tallo hasta las puntas de las hojas. Se recomienda no dejar crecer demasiado las plantas, pues éstas sufren daños en el momento del trasplante (Gutiérrez *et al.* 2009).

#### **2.4. Preparación del terreno**

La preparación del terreno inicia con la remoción del terreno hasta una profundidad de 30 cm luego el desterronado con la ayuda de herramientas convencionales con un tiempo de anticipación al establecimiento del cultivo. La misma se desarrolla con la finalidad de aflojar la tierra, mediante el mullido o remoción del terreno, desterronado y rastreado éste último buscando eliminar piedras, trabajo que será realizado en el área productiva. Para mejorar la calidad del sustrato será preparar un sustrato con las siguientes características Tierra de lugar; turba, estiércol de ovino y arena a una relación de (3:1:1:1).

La preparación del terreno permite: El desarrollo y crecimiento máximo de las raíces; Mejorar la infiltración del agua y los nutrientes, al cultivo; facilitar un buen drenaje en la zona de penetración radical; reducir la compactación, darle soltura y condiciones edafológicas adecuadas. Para promover la desinfección del sustrato, el mismo se mantendrá expuesto al sol (método de solarización), por el lapso de 12 horas, como mínimo, para posteriormente proceder a la nivelación de camas productivas manteniendo una pendiente del 5% (IDR, 2016).

Por otra parte, se debe, proceder a la nivelación del terreno, seguidamente del surcado, formando varios bancos o bloques, para marcar la ubicación de las plantas, así como realizar pequeños surcos donde alojar la tubería porta goteros (Rolleri, 2005).

#### **2.5. Plantación o trasplante**

La plantación se puede realizar en platabandas o surcos a una profundidad de 15 cm. el trasplante debe realizarse en horas de la tarde o en días nublados.

La forma correcta de trasplantar es colocando la plantita en posición vertical sin doblar la raíz, haciendo un hueco en el sustrato con un trasplantador. La plantación debe hacerse de forma que la parte superior (cuello) de la raíz quede a nivel del suelo. Se debe presionar la tierra por los costados para no dejar bolsas de aire (Gutiérrez *et al.* 2009).

Según Díaz (2019), al referirse al trasplante con contenedor, afirma que, si bien este sistema es de mayor costo que el método tradicional de almácigo en suelo, el plantín que se obtiene es de superior calidad. Además, es posible manejar la mayoría de las condiciones que pueden afectar la calidad de las plantas, transformándose en un sistema seguro tanto para el productor de plantines como para el productor hortícola. Esta técnica es muy utilizada en producción de hortalizas, flores y plantas aromáticas. Las ventajas de producir almácigos en contenedores son:

- **Ahorro de tiempo**, porque el desarrollo es más rápido
- **Ahorro de semilla**
- **Mayor homogeneidad de plantas** en términos de calidad
- **Posibilita realizar manejos agronómicos oportunos** durante los primeros estados de desarrollo
- **Permite trabajar con semillas muy pequeñas o que tienen mayor dificultad para germinar**
- **Mayor eficiencia de uso del agua de riego**
- **Posibilita un trasplante con bajo estrés para las plantas**, lo que trae consigo un desarrollo más rápido.

Cuando se extraen las plantitas de cajones o directamente del suelo, salen con la raíz desnuda y sufren rupturas de raicillas durante dicho proceso. Al romperse éstas, se produce un estrés denominado “shock de trasplante” (debido al deterioro de las raíces, producido por el arranque de las plantas del almácigo) que trae como consecuencia una reducción del crecimiento y desarrollo del plantín.

Esto no sucede en el caso de los plantines provenientes de los contenedores, ya que las raíces están protegidas con el pan de tierra, siendo esto una ventaja ya que se pueden sembrar especies que no resisten el trasplante a raíz desnuda (zapallito, melón, sandía, pepino, maíz), se evitan enfermedades que ingresan por las raíces dañadas.

## **2.6 Riego**

Los mejores sistemas de riego, que actualmente se están utilizando para el cultivo de la lechuga son: el riego por goteo (en invernaderos) y las cintas de exudación (cuando el cultivo se realiza al aire libre). Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que el suelo quede aparentemente seco en la parte superficial, para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo (Mallar, 1978; Díaz *et al.* 2011).

El cultivo de lechuga requiere una lámina de riego de 50 cm., más 10 cm./ de lavado de sales. La lámina de riego puede ser distribuida en 6 mm diarios de agua durante los meses frescos (otoño-invierno) y 10 mm durante los meses cálidos (primavera verano) (Díaz *et al.* 2011).

### **2.6.1 Riego por goteo**

El riego por goteo es un riego localizado que funciona a presión en el que el agua se aplica lentamente a la superficie del suelo a través de pequeños orificios emisores, llamados goteros, con caudales de 2 a 8 l h<sup>-1</sup>. Exige una red de tuberías principales secundarias y terciarias y ramales porta emisores, normalmente enterradas a excepción de los ramales (Santos *et al.* 2010).

## **2.7 Abonado**

El 60-65% de todos los nutrientes son absorbidos en el periodo de formación del cogollo y éstas se deben de suspender al menos una semana antes de la recolección. En el cuadro 2, se presentan las dosis óptimas de nitrógeno, fósforo y potasio, así como los productos foliares que aportan elementos menores al cultivo.

Se presenta además la época en que deben suministrarse al cultivo. La máxima demanda de fertilizante durante el verano es a los 25 días, y en el invierno a los 30 días, etapa en la que debe estar formado el esqueleto de la lechuga. El resto de los fertilizantes, satisface los requerimientos de la planta para el llenado y la calidad de la cabeza de la lechuga, dejando un espacio inocuo de 10 días (Díaz *et al.* 2011).

**Tabla 3. Dosis de fertilización y época de aplicación**

Días de cultivo	Dosis kg ha <sup>-1</sup>			Elementos menores
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)	
0	10	5	10	
5	15	5	10	1 l ha <sup>-1</sup>
15	25	10	40	1 l ha <sup>-1</sup>
25	50	15	40	1 l ha <sup>-1</sup>
35	25	10		
45	20	5		
50	20	5		

Fuente: Díaz *et al.* (2011).

## 2.8. Escarda

Es la acción de escarbar superficialmente el suelo alrededor de las plantas. Mientras el cultivo avanza en su ciclo fenológico, esta actividad se la realiza para evitar la aparición de malas hierbas que compiten con las lechugas por la luz, los nutrientes, el agua y el espacio con la ayuda de escardador, azadilla, cultivador o mejor aún, emplear este método para eliminar las malas hierbas para siempre. Aplicable para casi cualquier cultivo.

Los suelos arcillosos no son convenientes, porque se forma una costra en su superficie después del riego o por las lluvias, por lo que la escarda se debe realizar de forma repetida y frecuente para romper la corteza dura originada en la superficie del suelo. Caso contrario la planta tendría escaso desarrollo, así también se eliminará toda hierba adventicia que pudiera entorpecer el desarrollo de la planta (Cásseres, 1984).

## 2.9. Aporque

El aporque es una técnica agrícola que consiste en acumular tierra en la base del cuello de la planta como en el caso de la lechuga, con el fin de que queden protegidas; incluso ayuda a facilitar el riego e impide el exceso de humedad.

Esta labor tiene como objetivo principal resguardar la planta del frío y, en el caso de algunas hortalizas, para que se conserven tiernas y produzcan tallos blancos. Para llevar a cabo esta práctica, el cultivo debe tener cierta altura. Por ejemplo, en el caso de la papa, el aporcado se realiza antes que la planta supere los 15 centímetros de altura, con el objeto de evitar que los estolones se conviertan en tallos. De esta manera, se incrementará el número de raíces por planta.

## **2.10. Control de malezas**

En general es preferible erradicar la maleza en forma manual y mecánica; no obstante, también es posible controlarla antes del trasplante con la aplicación de herbicidas de los que se incorporan al suelo (Díaz *et al.* 2011).

## **2.11. Cosecha**

La cosecha se puede hacer en diferentes momentos, desde poco después del trasplante hasta que la lechuga se ha desarrollado por completo, pero siempre antes de que comience a emitir el tallo floral. Lo habitual es esperar a que alcance un buen tamaño.

Se puede cortar entera, seccionando el "tallo" por debajo de las primeras hojas o, si se desea que siga creciendo, es posible ir recolectando hojas individuales sin cortar toda la planta. Eso sí, hay que comenzar por las hojas exteriores, dejando las primeras en la planta si están viejas, y cosechando unas cuantas hojas de un poco más hacia el interior.

La lechuga se puede consumir en cualquier momento antes de la subida a flor. Lo ideal es cosecharlas justo cuando se las vayan a consumir. De esta forma, la planta podrá seguir creciendo y sus propiedades se mantendrán intactas, con todos sus nutrientes y el sabor más jugoso.

Si se van a regalar, transportar, etc. hay que mantenerlas en un ambiente fresco y húmedo, de lo contrario, sus hojas se volverán flácidas y se echarán rápido a perder, sobre todo si se dejan al sol o en un lugar seco y cálido.

En variedades de hoja suelta, no se debe permitir el desarrollo de los tallos florecientes antes que comiencen a formarse, se debe cosechar para la venta, y en casos de obtención de semilla se deberá continuar hasta que cumpla su ciclo fisiológico (Gutiérrez *et al.* 2009).

## **2.12. Plagas y enfermedades del cultivo de la lechuga**

### **2.12.1. Plagas**

De acuerdo a Díaz *et al.* (2011), las principales plagas que atacan al cultivo de la lechuga son las siguientes:



Falso medidor *Trichoplusia ni* (Hübner), los adultos son palomillas que miden con las alas extendidas de 3.0 a 3.6 cm; tienen las alas anteriores moteadas, de color café oscuro, marcadas en el centro con una mancha plateada en forma de ocho y las alas posteriores blanquecinas.

La larva de esta plaga es de color verde claro, con manchas blancas en el dorso y a lo largo del cuerpo y llegan a medir hasta 3 cm de longitud. La larva tiene tres pares de falsas patas y dos pares de patas gruesas en forma de maza, después de la mitad del cuerpo; la parte media del cuerpo carece de patas y generalmente esta región está doblada o jorobada.

Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonovia ribisnigri*), se trata de una plaga sistemática que ataca cuando el cultivo está próximo a la recolección. Los pulgones de la lechuga son insectos muy pequeños de 1 a 3,5 mm de longitud, de cuerpo ovalado y abdomen grande con dos protuberancias llamadas cornículos en la parte final del abdomen. Presenta formas tanto alada como áptera, éstos últimos son de un color que va del verde oscuro al naranja, con bandas negras en las patas y el abdomen.

Trips (*Frankliniella occidentalis*), se trata de una de las plagas transmisora del virus del bronceado del tomate (TSWV). Minadores (*Liriomyza trifolii* y *Liriomyza huidobrensis*), forman galerías en las hojas y si el ataque de la plaga es muy fuerte la planta queda debilitada. Mosca Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), produce una melaza que deteriora las hojas, dando lugar a un debilitamiento general de la planta.

### **2.12.2. Enfermedades**

Las siguientes enfermedades que atacan al cultivo de lechuga son las que destacan Salinas (2004) y Díaz et al. (2011):

Mildiu Velloso (*Bremia lactucae*), en el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Los ataques más importantes suelen presentarse periodos de humedad prolongada.

Esclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*), la infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, pues la zona del cuello de la planta es donde se inician y permanecen los ataques. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba en el tallo principal.

Chupadera (*Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*), causa la muerte de las plántulas por estrangulamiento en la base del tallo, originados por lesiones de cualquiera de los 3 tipos de hongos que viven en el suelo.

### **2.13. Características agronómicas de los cultivares de lechuga**

Según Intipampa (2014) las lechugas están adaptadas a condiciones específicas de temperaturas y humedades relativas medias, estos cambios, podrían causar efectos negativos en la producción. Por esta razón una de las tendencias de la producción agrícola en general es la aclimatación o adaptación de nuevas variedades a climas más cálidos o que se consideran no aptos para el cultivo de la lechuga, como las variedades que se muestran a continuación:

#### **2.13.1. Waldmann's Green**

Esta especie rara vez forma cabeza, son de hojas son agrupadas y poco se traslapan. No se adaptan para transporte a distancia (consistencia suave) y su vida comercial es muy efímera (Halsouet y Miñanbres, 2005). La planta es desenvuelta cuando esta tierna, medianamente compacta cuando está madura, de hojas alargadas espatuladas, poco ampolladas, con nervadura central semigruesa y de bordes escarolados, de color verde oscuro.

La semilla es de color verde claro (Granval y Gaviola, s/f), el tipo de cogollo es Crespo, forma oval de las hojas, el limbo es ondulado y es de ciclo precoz de 60 días después del trasplante y con un rendimiento de 8-9 toneladas por hectárea (Cáceres, 1971).

Variedad de hojas abiertas de tamaño mediano, el color es verde oscuro, las hojas son onduladas de tipo escarolada, el aspecto es tipo Grand Rapids de hojas más largas y más oscuras. Las semillas son de color negro. Se debe sembrar superficialmente en tierra fina, fertilizar en forma adecuada para obtener un rápido desarrollo y mantener el cultivo siempre con humedad, presenta 800 semillas por gramo (Innovaseedes, s/f).

#### **2.13.2. White Boston**

Es una variedad muy popular, conocida también como cabeza de mantequilla debido a que la apariencia de su color es poco pálida y cuando existe suficiente luz solar se observan brillos que semejan manchas irregulares parecidos al color normal de la mantequilla (Bautista, 2000).

Son relativamente pequeños, cabeza floja con hojas anchas, aceitosas, apañuscadas, ubicándose cada hoja tersa y acomodadamente una sobre otra. Son de textura muy suave. Las nervaduras son menos prominentes que en los cultivares con cabeza.

La cabeza es menos firme y algo más chica que los cultivares cressa o capuchinas (Halsouet y Miñanbres, 2005). Las hojas son de color verde claro, de borde liso, ligeramente ondulado. De aspecto muy suave, no ha podido ser superada en su terneza. Forma una cabeza de tamaño mediano (20 cm de diámetro). De consistencia firme, de semilla rosada (Granval y Gaviola, s/f). La intensidad de hojas es mediana, hoja ondulada y con forma oval, el grado de rizado es leve, de ciclo precoz de unos 60 días después del trasplante y con un rendimiento de 8 a 9 toneladas por hectárea (Cáceres, 1971).

### **2.13.3. Grand Rapids TBR**

Según Bautista (2000), es una variedad muy precoz y se adaptan en climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas prevalecientes. Presenta una coloración verde pálido. Es una variedad de lechuga de hoja suelta con características muy arrugadas y presenta la forma más o menos de una rosa.

Es una variedad muy precoz y se adapta a climas templados y cálidos, aunque su desarrollo y crecimiento varía según su cuidado y las condiciones climáticas prevalecientes. Presenta una coloración verde pálido pero su forma es muy agradable. La base del tallo es más o menos delgada y la formación de las hojas es de una forma espiralada (Barrios, 2004).

La planta es desenvuelta cuando esta tierna, medianamente compacta cuando está madura, de hojas alargadas espatuladas, ampolladas, con nervadura central gruesa y de bordes escarolados, de color verde claro amarillento, de semilla negra (Granval y Gaviola, s/f).

## **2.14. Importancia de las Hortalizas**

En Bolivia el 32% de los niños menores de cinco años presentan tallas retrasadas para su edad, casi 5% de los niños nacen con peso insuficiente; 37% de las mujeres en edad fértil y 51% de los niños padecen de anemia ferropénica. Más del 10% de varones y 16% de mujeres adultas presentan masa corporal excesiva, lo que indica la aparición de la obesidad como un problema nutricional (FAO, 2000).

La importancia de la lechuga ha llegado a incrementar en los últimos años debido a la diversificación de tipos de variedades como el aumento de cultivos intensivos, España produce alrededor de un millón de toneladas anuales y Chile ocho y medio de toneladas por año nos menciona (Farfán, 2004)

Por lo que las hortalizas son de mucha importancia para la alimentación y buena nutrición de la familia, sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por su alto contenido de minerales, vitaminas y proteínas que contribuyen a mejorar y mantener la buena salud.

Proveen energía para trabajar, jugar, crecer y también proporcionan protección a cada uno de los órganos del cuerpo contra las enfermedades.

## **2.15. Producción de hortalizas**

### **2.15.1. La siembra**

La producción de hortalizas puede ser por siembra directa o por trasplante, dependiendo de la especie (Uriarte, 2005).

Si las plantas con semillas pequeñas son sembradas directamente en el campo, la germinación es frecuentemente baja y las plantas jóvenes crecen muy despacio y requieren de un tiempo largo para su maduración. También el tiempo de siembra a cosecha podría ser muy largo para lograr un desarrollo completo en el campo definitivo, para poder vencer estas desventajas muchas hortalizas son sembradas por trasplante. Por tal razón, podemos clasificarlas como: de siembra directa, siembra indirecta o por trasplante y la combinación de ambos sistemas como hortalizas de siembra mixta (De Paz, 2002).

La ventaja principal de la siembra directa, en comparación con el almacigado, es que se evita el shock del repique, acelerando el desarrollo de la planta. Asimismo, se evita daños a las raíces en el repique, que pudieran provocar la mortandad de los plantines, sobre todo cuando se trata de especies con sistemas radiculares delicados. De manera general, se evita malformaciones de las raíces, que pudiesen ocurrir por un repique mal aplicado (Bognetteau, 1997).

Algunas hortalizas necesitan cuidados para su germinación y crecimiento inicial (en condiciones controladas de temperatura y humedad), esto se logra en almácigos o semilleros (Uriarte, 2005).

En la siembra indirecta se realiza primero el almácigo, pasadas unas semanas o cuando tienen entre 3 a 4 hojas y un tamaño de planta de entre 10- 12 centímetros, se sacan del almacigo para plantar en el terreno definitivo (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, 2011).

Este tipo de siembra se efectúa cuando la semilla es pequeña y de difícil germinación (López, 2003). En este caso es necesario pasar por la etapa de semillero para lograr con ello una mejor adaptación y una selección de plantines sanas y vigorosas (De Paz, 2002).

### **2.15.2. Siembra con pan de tierra**

En las carpas, todas las plantas que se pongan en el suelo de cultivo por plantación, debieran plantarse con cepellón, pues en estos tipos de explotación no puede permitirse retrasos en el cultivo, ni fallos por falta de arraigados de las plantas. Al hacer la plantación con cepellón, las plantas no sufren el periodo crítico de arraigo que pasa la planta que se trasplanta a raíz desnuda, ni tampoco paralizan su desarrollo vegetativo (Serrano, 1979).

Hay varios métodos para conseguir planta con cepellón; uno de estos medios es hacer la operación en sustratos colocados en recipientes idóneos para realizar esta práctica (estos semilleros pueden hacerse de la misma forma que se dijo anteriormente o en recipientes de madera o de plástico). En ambos casos el sustrato será una mezcla preparada (Serrano, 1979).

Para realizar esta operación, en el mercado existen varios tipos de recipientes, como son: las macetas de turba o “Jiffly-Pots”, las pastillas de turba, el Paperpot o celdas de papel, las bolsas de polietileno, las macetas de cloruro de polivinilo y poliestireno, las bandejas con alveolos de poliestireno, etc (Serrano, 1979).

Para algunas plantas la operación se hace en recipientes de diverso tipo (fértil-pot, jiffy-pot, paper-pot, plasti- pot, cepellones, etc...) de manera que, en el posterior trasplante al lugar definitivo, se podrá conservar para los plantines un discreto cepellón que permitirá una más rápida continuación de su crecimiento (Turchi, 1987).

En el comercio existen bandejas de plástico aproximadamente de 0.20 m x 0.20 m c/u con sus respectivos apartados de 2,5 cm x 2,5 cm c/u, debiéndose de llenar estos apartados también con suelo bien fértil. Cada apartadito se deberá sembrar con una semilla cada uno, dependiendo de la calidad de estas.

También se puede usar papel de periódico simple para sustituir las bandejas con apartados y las cajas planas, haciendo cartuchitos sellados que no tengan ninguna salida por ningún lado, los cuales también se deben llenar con un sustrato de relación 1: 1: 1 (Tierra, Materia orgánica y arena poma), preferentemente debe buscarse una materia orgánica que amarre el suelo para no soltarse (De Paz, 2002)

### **2.15.3. Cultivo en contenedores**

Las condiciones en las que hayan sido cultivadas las plantas en el vivero influirán de una manera decisiva en su calidad. Así, son de vital importancia la infraestructura del vivero, la utilización del contenedor y el sustrato adecuado.

El cultivo en contenedor ofrece una serie de ventajas respecto al cultivo a raíz desnuda:

- Se consigue una mayor protección de la planta protegiendo el sistema radicular con una porción de tierra (cepellón), para evitar mutilación en el transporte y posterior plantación.
- Permite un mejor control individual de la planta.
- Ofrece mayor garantía de arraigo, al aportar una humedad al sistema radical de indudable beneficio en periodos de sequía, evitando así las desecaciones radiculares.

Las características que se deben tener en cuenta en la elección del contenedor, se resumen en las siguientes:

a) Tamaño: Volumen del contenedor. Deben tener una capacidad mínima, interviniendo la longitud y anchura del mismo; depende de la especie a cultivar, unas tienden a desarrollarse más que otras.

b) Forma: Relacionado con la capacidad. Las formas redondeadas tienden a crear unas malformaciones del sistema radical, y estas enrollarse en las caras anteriores del mismo. Se ha comprobado que los mejores son aquellos que poseen sección cuadrada, o redonda, pero con pequeños resaltos en las caras interiores que impidan el enrollamiento de las raíces.

c) Sistema de dirección de raíces: Consiste en unos resaltos o hendiduras en las caras interiores de los envases que inducen las raíces hacia abajo, impidiendo de esta manera malformaciones que pueden ser irreversibles a largo plazo: desestabilizando la planta en el terreno y muerte de la misma por estrangulamiento de la raíz principal.

d) Sistema de repicado: Paralización del crecimiento de la raíz principal, estimulando de este modo el crecimiento de las secundarias. Los envases se disponen a una distancia del suelo, produciendo así un autor repicado de la raíz principal al llegar al contacto con la luz, generando automáticamente raíces secundarias que ayudaran al desarrollo de la planta.

Hay una gran variedad de contenedores en el mercado, pero muchos de los utilizados ya están en desuso, haciendo un breve repaso cabe destacar los siguientes:

- Maceta de barro: En desuso por su fragilidad y su peso, de complicado manejo.
- Canutos de caña: En desuso y muy utilizado en las primeras repoblaciones. Entre los inconvenientes: poca capacidad y caras interiores lisas.
- Paper – pot: Contenedor de papel, en el que las raíces no quedan encerradas dentro del mismo, sino que lo atraviesan o se extienden en la bandeja sobre las que se depositan los envases con turba.
- Al estar en alto se produce un auto repicado de las raíces, pero la capacidad del contenedor es un inconveniente, así como su escasa longitud, que produce sistemas radicales poco desarrollados.
- Super – Leach: Envases de plástico rígido con unos relieves en sus caras interiores que dirigen las raíces hacia abajo, dispuestos en unas bandejas con patas que favorecen el autorrepicado. El inconveniente que tienen es su escasa capacidad y en algunos casos reviramiento de raíces. Son envases recuperables, pero el sistema de recuperación no es del todo óptimo.
- Roottrainer: Envases de polietileno reciclado, reutilizable, con forma de libro y apertura de bisagra, permitiendo el control de la humedad y el desarrollo de las raíces. Posee estrías laterales para dirección de las raíces y permite el repicado aéreo. Ofrece múltiples ventajas, sin embargo, no convence la fragilidad del material ni la instalación en vivero.
- De polietileno: la utilización de las bolsas de plástico en los viveros se justifica por las múltiples ventajas que ofrece, sin embargo, la búsqueda de una planta de calidad nos ha llevado a la utilización de otro tipo de envase.

- La bolsa de plástico ha sido el envase más utilizado por su bajo costo, capacidades variables, sencillez en las instalaciones y envases deformables.

Sin embargo, los inconvenientes son múltiples, ya que generan malformaciones radicales al poseer paredes lisas redondeadas y sin resaltos ni hendiduras interiores, la bolsa de plástico no posee ningún sistema de autorrepicado.

Los envases que se están utilizando actualmente en los viveros consisten en unas bandejas de plástico rígido con una serie de alveolos donde se cultivan las plantas individualmente.

Estos envases cumplen todas las características necesarias para producir una planta de calidad, a saber: sistema de dirección de raíces, sistema de prerrepicado y autorepicado, debido a orificios laterales en la zona más baja del contenedor y en el fondo del mismo, óptima densidad del cultivo, envases reutilizables, facilidad de manejo de los envases dentro y fuera del vivero y variedad de capacidades (Ascanio, 2017).

#### **2.15.4. Contenedores biodegradables**

En el mercado hace un tiempo encontramos modelos de macetas biodegradables que podemos usar en nuestro jardín o terraza con total garantía de reciclaje, pero hasta ahora eran piezas muy caras o de muy poca calidad.

Ahora se han lanzado al mercado, macetas biodegradables con una excelente relación calidad/precio, y con las mejores prestaciones del mercado. Además de que respetan el medio ambiente, las ventajas que aportan estas macetas son innumerables y las convierten en ideales para ser usadas en la agricultura ecológica.

Facilitan que una planta pueda trasplantarse sin riesgos, son más permeables al agua que las normales y tienen un excelente nivel de porosidad. Además, son muy tolerables con sus raíces, lo que acaba favoreciendo un mayor desarrollo radicular del vegetal.

Las macetas biodegradables están hechas a base de fibras vegetales, que no interfieren en los cultivos y se definen como 'listas para plantar', ya que no necesitan trasplante en sí, porque se pueden poner directamente en el suelo o en otra maceta, ya que se van a deshacer respetando el medioambiente y sin poner en peligro el desarrollo de la planta.



El respeto a las raíces también resulta una de las características más importantes de las macetas biodegradables, ya que las que se usan de manera tradicional las acaban deformando.

En el caso de las macetas biodegradables, las raíces cuando crecen las perforan sin problemas y no tienen que estirarse en espiral, o con otros problemas parecidos. De esta manera, se pueden ramificar de manera natural y aumentar formando un sistema radicular de gran calidad.

Las macetas están fabricadas a base de un 80% de fibra de madera, un 20% de turba rubia y una cantidad ínfima de caliza en polvo. Esta composición garantiza su práctica total descomposición en unos pocos meses, dependiendo el tiempo exacto del tipo de suelo y su vida microbiana. No contienen aditivos industriales, ni residuos de productos químicos o tintas de imprenta, con lo que su garantía ecológica es completa.

Acabamos reseñando las numerosas ventajas ecológicas que aporta el uso de las macetas biodegradables en el cultivo de cualquier tipo de planta, ya que mejoran la fertilidad del suelo al transformarse en humus, no producen residuos, ni emanaciones nocivas en caso de combustión y están hechas con materias primas renovables que permiten el mantenimiento de los bosques.

Por todas las características antes mencionadas, las capsulas de papel utilizadas en el presente estudio se acomodan al concepto de macetas biodegradables, también llamadas paper - pots o contenedores de papel, no necesitan trasplante en sí, porque se ponen directamente en el suelo o en otra maceta, se van a degradar respetando el medioambiente y sin poner en peligro el desarrollo de la planta, ya que las raíces atraviesan el papel y se ramifican de forma natural.

#### **2.16. Proceso de descomposición del papel**

En el presente estudio utilizamos capsulas de papel para la producción de lechuga, en este sentido es conveniente mencionar el proceso de descomposición del papel.

El papel, al estar compuesto prácticamente por celulosa, que se obtiene de la madera tiende a descomponerse con rapidez, la humedad acelera su degradado, pero aun así la media que tarda un papel en degradarse ronda un año entero, 365 días (Ecología verde, 2020).

En la actualidad, los papeles pueden estar compuestos por fibras de sisal, yute, cáñamo, lino y algodón. Estos papeles son de mayor calidad que los de madera porque poseen una alta pureza química, un alto grado de polimerización y una gran resistencia. No obstante, la gran mayoría de los papeles que podemos encontrar en el mercado, están realizados a partir de fibras de madera.

Las fibras de madera que componen muchos de los papeles existentes en el mercado son: Las fibras de las coníferas (abeto, ciprés, pino, etc.) que tienen las fibras largas, resistentes y con un alto grado de polimerización y las fibras de maderas duras (álamo, eucalipto, etc.) que poseen fibras cortas, un grado de polimerización bajo, elementos parenquimatosos y un alto contenido de hemicelulosas.

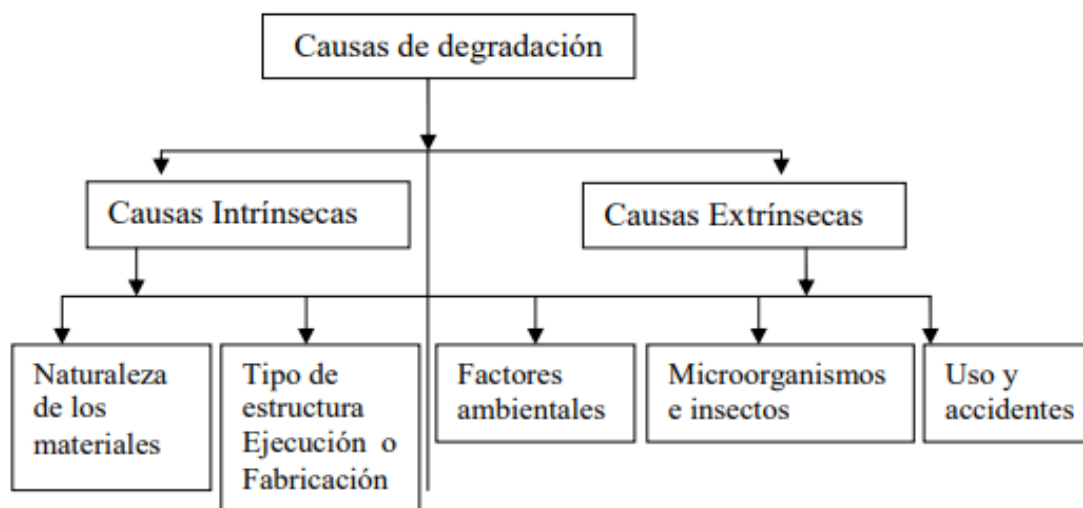
Las fibras de plantas están compuestas por celulosa (alfa-celulosa y beta-celulosa) y hemicelulosas, y las de madera tienen además otras impurezas como la lignina, pectinas, trazas de resina, taninos, compuestos carbohidratados y ceras.

A causa de estos compuestos, las fibras de papel se degradan más rápidamente y disminuyen el grado de polimerización de la celulosa. Por este motivo, es recomendable emplear los papeles compuestos por fibras vegetales.

Diaz (2019), al referirse a las reacciones químicas implícitas en la degradación de la celulosa, la degradación de la celulosa puede ser intuida por el debilitamiento del papel. Las reacciones químicas que se producen son al azar.

Las más frecuentes son la hidrólisis, que rompe las uniones glucosídicas de la celulosa y, la oxidación, que fragmenta las cadenas poliméricas y/o introduce grupos carboxílicos en los puntos de rotura. La degradación aumenta cuando la proporción de compuestos no celulósicos aumenta.

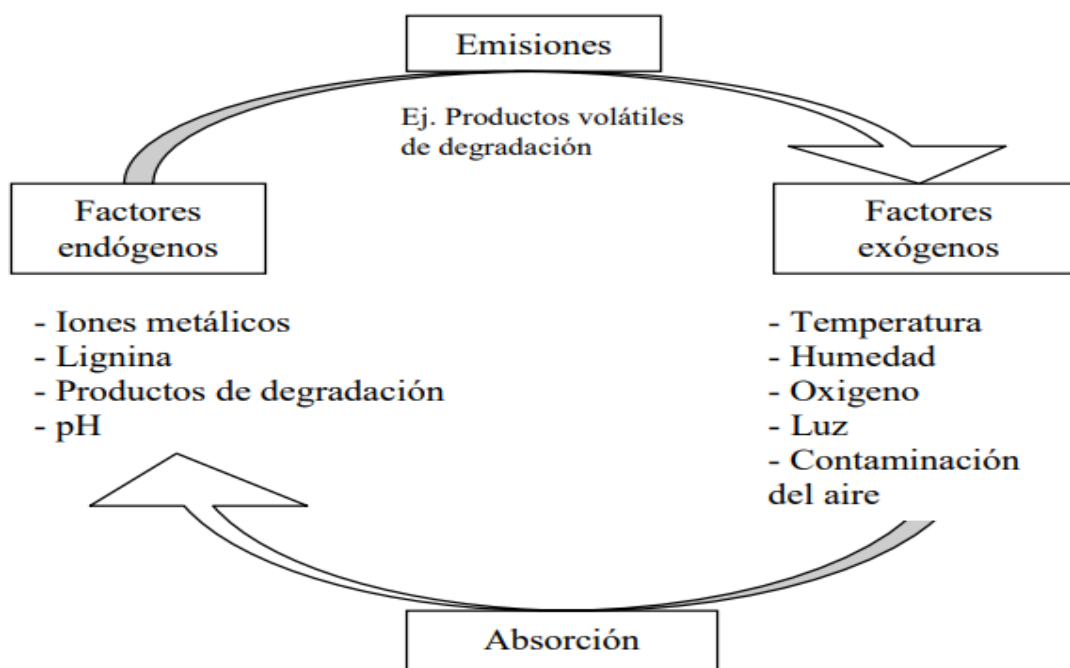
La degradación del papel está sujeta a su propia naturaleza y a un conjunto de factores que lo rodean, en el siguiente gráfico vemos resumidamente las causas intrínsecas y extrínsecas que degradan el papel.



**Figura N° 1 Causas de la degradación del papel**

Causas intrínsecas: la degradación puede ser catalizada por factores intrínsecos ligados a la propia naturaleza y calidad de los materiales que las constituyen.

Causas extrínsecas: los factores extrínsecos se dividen en tres grandes grupos: el primer grupo serían las causas ambientales, el segundo, los factores biológicos (los microorganismos, insectos y roedores) y el último, el uso indebido de las personas y los accidentes.



**Figura N° 2 Ciclo de la Degradación del papel**

En el gráfico anterior, observamos detalladamente, el ciclo de degradación que se forma alrededor, debido a factores endógenos y factores exógenos.

**La humedad:** El papel es un material higroscópico y el agua influye mucho en las reacciones químicas y ataques biológicos, teniendo como resultado cambios estructurales, deformaciones y debilitamiento físico de las fibras. Los microorganismos necesitan una humedad relativa superior al 8-10% para desarrollarse y con una humedad relativa muy alta, superior al 75% el papel puede llegar a destruirse muy rápidamente. Con fuertes variaciones de la humedad relativa, se propicia los daños físicos en la estructura de la fibra.

**Contaminación atmosférica:** La contaminación de cloruros, óxidos de nitrógeno, azufre –anhidro sulfúrico o sulfuroso; ácido sulfúrico y sulfhídrico - ácido clorhídrico puede reaccionar químicamente con el papel y acelerar su degradación.

**Compuestos de nitrógeno, NO y NO<sub>2</sub>** El óxido de nitrógeno NO y el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> son muy corrosivos y pueden disolverse en el agua produciendo ácido nitroso, ácido débil. Éste, a su vez puede disociarse en ácido nítrico que es un ácido fuerte y puede perjudicar mucho a la obra sobre papel. o Compuestos y partículas sólidas Los aerosoles contienen partículas minerales y orgánicas: óxidos, sulfato

**Factores biológicos:** Los microorganismos e insectos son las causas más comunes y graves de alteración químico-física. Los primeros atacan el papel disgregándolo y manchándolo con los pigmentos que segregan. Los segundos se identifican porque erosionan y perforan galerías. Los factores biológicos son muy extensos y difíciles de identificar a simple vista.

Las bacterias heterótrofas se alimentan de celulosa, hemicelulosa, almidón y sustancias orgánicas como el colágeno, etc. Necesitan una fuente de carbono y algunas de ellas lo encuentran sólo en la celulosa. Cada bacteria produce enzimas hidrolíticas que favorecen la descomposición de los materiales.

En referencia a los hongos, existen múltiples tipos de hongos que degradan el patrimonio de papel. Estudiosos han determinado que las especies más comunes que deterioran son del tipo: *Aspergillus* (30%), *Penicillium* (30%) y *Chaetomium*. Esto es debido a la capacidad de las esporas de germinar incluso en condiciones de humedad relativa de 62-65%. Las colonizaciones de hongos pueden observarse a simple vista o con lupa.

Suelen aparecer como manchas oscuras en el centro y más claras en los bordes e incluso pueden tener cierto relieve. Los hongos pueden permanecer sin desarrollarse durante mucho tiempo, a la espera de que las condiciones ambientales sean propicias para la germinación de las esporas.

Existe una gran variedad de insectos que pueden destruir los materiales celulósicos. Existen unas cien variedades divididas en dos grupos: los permanentes y los ocasionales. Los primeros son insectos celulósicos que se alimentan de celulosa, del papel y los segundos, son los xilófagos que se alimentan de madera pero que también pueden atacar el papel.

Los roedores también pueden degradar el papel porque lo utilizan para preparar sus nidos y a la vez depositan orina y excrementos. Prefieren los lugares húmedos, sombríos y calientes. Los roedores más comunes son ratones y ratas, y éstos pueden transmitir enfermedades al hombre. Ejercen una degradación química y fisicomecánica, y son fácilmente detectables por la marca de dientes que dejan y sus excrementos.

### **2.16.1 Las lombrices y la celulosa**

Las lombrices participan en la descomposición de la materia orgánica a través, en primer lugar, de los procesos asociados al paso a través de sus intestinos (PAIs), que incluyen todas las modificaciones que la materia orgánica en descomposición y los microorganismos sufren durante ese tránsito. Estas modificaciones incluyen la reducción del tamaño de partícula tras el paso por la molleja, la adición de azúcares y otras sustancias, la modificación de la actividad y de la diversidad microbiana, la modificación de las poblaciones de la microfauna, la homogeneización del sustrato y los procesos intrínsecos de digestión y asimilación; incluyen también la producción de moco y sustancias excretoras como la urea y el amonio, que constituyen una fuente de nutrientes fácilmente asimilables para los microorganismos.

La descomposición se ve también favorecida por la acción de microorganismos endosimbiontes que viven en el intestino de las lombrices. Estos microbios producen enzimas extracelulares que degradan celulosa y distintos compuestos fenólicos, aumentando la degradación del material ingerido. Otras modificaciones físicas del sustrato originadas por las actividades excavadoras de las lombrices, como la aireación y la homogeneización del sustrato, también favorecen la actividad microbiana y por consiguiente la descomposición de la materia orgánica (Domínguez, 2004).

La actividad directa de las lombrices aumenta significativamente la mineralización del carbono y nitrógeno en el sustrato, y tales efectos son proporcionales a la densidad de lombrices (Aira *et al.* 2008).

## **2.17. Ambientes atemperados**

El empleo de ambientes atemperados en la producción de cultivos se va incrementando cada vez más en el mundo. La razón básica para la construcción de estructuras como estas es el cultivar plantas fuera de estación (Tópico, 2001).

### **2.17.1. Humedad**

Según De Paz (1997), la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la HR del aire fluctúe entre 30 y 70%, debajo de 30% las hojas y tallos se marchitan y por encima de 70% la incidencia es un serio problema.

### **2.17.2. Temperatura**

Estrada (1990), indica que la temperatura ideal durante el día debe ser de 25 a 28 °C, especialmente en las noches de invierno, no debe llegar a temperaturas menores a 0 °C

### **2.17.3. Ventilación.**

Para mantener una temperatura óptima hasta 28 °C, que favorece el crecimiento de las hortalizas se realiza la apertura de las puertas de las ventanas evitando humedad alta dentro de la carpa evitando la incidencia de enfermedades en el cultivo (Benson Institute, 2002).

### 3. SECCIÓN DIAGNÓSTICA

#### 3.1 Localización

##### 3.1.1 Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, ubicado en el sur de la ciudad de La Paz, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se encuentra ubicada a 15 km al sur de la ciudad, a una altitud de 3445 m.s.n.m., latitud sud: 16° 32' 04'' y longitud oeste: 68°03'44'' (IGM, 2007). Citado por (Medrano, 2017).

##### 3.1.2 Características Climáticas

Las condiciones agroclimáticas son de cabecera de valle, los veranos son calurosos y la temperatura máxima llega a 22.8 °C. En la época invernal la temperatura puede bajar hasta 5.3°C, en los meses de agosto y noviembre se presentan vientos fuertes con dirección al sureste, la temperatura media es de 13.5 °C, con una precipitación media de 488.53 mm, las heladas se manifiestan en 15 días del año con temperaturas por debajo de 0°C, la humedad relativa media es 46% (SENAMHI, 2016)



**Figura N° 3. Vista satelital del ambiente atemperado**

## **3.2 Materiales y Métodos**

### **3.2.1 Materiales**

#### **a) Materiales de campo**

Compost y turba

Balanza analítica

Capsulas de papel sabana

Herramientas de trabajo

Flexo metro

Libreta de campo

Vernier

Marbetes

Estiércol equino

Planillas de registro

Sistema de riego por goteo

Mochila aspersora

#### **b) Material vegetal**

El material vegetal que se utilizó fue semilla de lechuga de la variedad Waldmann's Green que es una variedad crespa de buen porte de hojas abiertas de color verde atractivo con pocas venas foliares de porte mediano de alta adaptabilidad a condiciones templadas es rustica de excelente calidad de hoja (Maroto, 2001).

### **3.2.2 Instalaciones**

El ambiente atemperado donde se realizó la experimentación es de tipo nave arqueada con una altura máxima central de 4.5 m, el ancho de la nave es de 7 m por un largo de 30 m, con una puerta de acceso, el techo es de agro film con parantes de metal de 2.60 m de alto y 2 m de espaciamiento entre postes, con cerchas de metal, la superficie aprovechable del espacio experimental es de 30 m<sup>2</sup>.



### 3.3 Descripción Metodológica

#### 3.3.1 Procedimiento experimental

En la presente investigación se empleará estadísticos de tendencia central y de dispersión para la evaluación del crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga en ambiente atemperado.

Para la elección de las muestras en el área experimental, se utilizó la tabla de números aleatorios según Devore (2011), en base al número de plantas total, considerando como muestra el 20% de la población total.

#### 3.3.2 Características de las unidades experimentales

Ancho de la unidad experimental	=	1 m
Largo de la unidad experimental	=	30 m
Ancho de pasillo	=	0.50 m
Área neta del cultivo	=	30 m <sup>2</sup>
Área total del campo experimental	=	45 m <sup>2</sup>

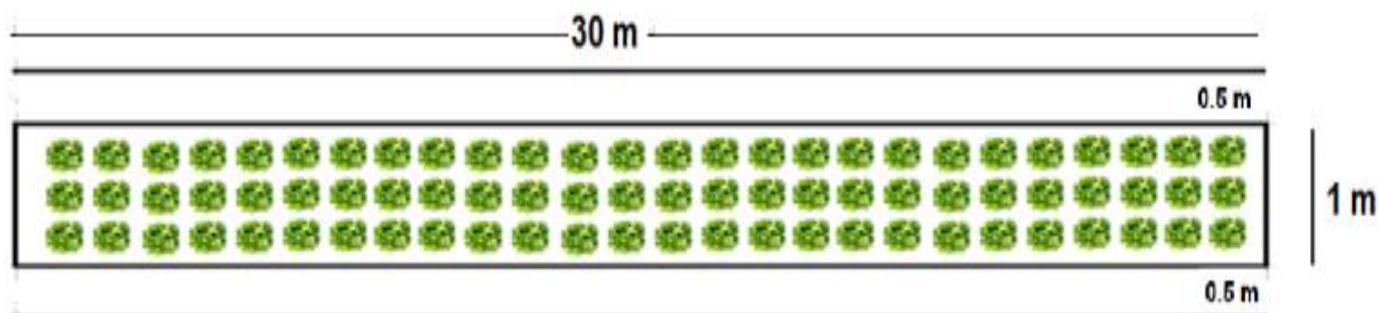
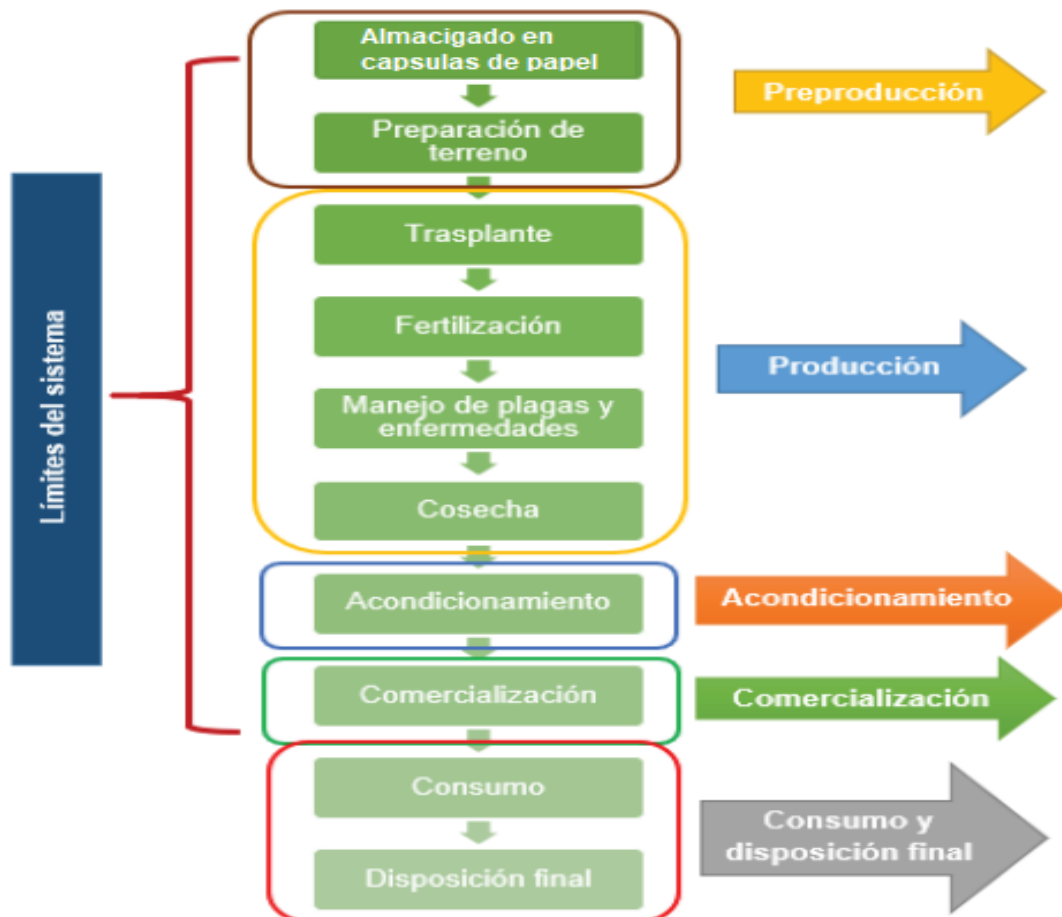


Figura N° 4. Croquis de estudio



**Figura N° 5. Ciclo de producción**

### 3.4 Manejo de cultivo

#### 3.4.1 Preparación del terreno

La preparación del terreno, se realizó el día 30 de abril, utilizando motocultor para la remoción del suelo hasta lograr una profundidad de camellón de 25 cm de alto, posteriormente se procedió al desterronado y nivelado.

#### 3.4.2 Abonamiento del terreno

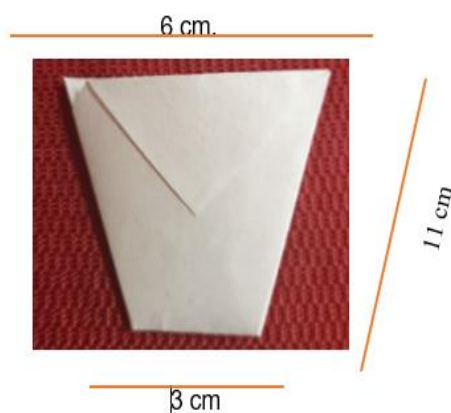
El abonamiento del terreno, se efectuó el día 30 de abril luego de la preparación del terreno de forma manual aplicando materia orgánica (estiércol equino) descompuesto con anterioridad para efectivizar su absorción por el cultivo, empleando una dosis de 40 t/ha.

### 3.4.3 Siembra

#### a) Elaboración de las capsulas de papel

Tomando como referencia a Pérez (2014), se procedió a la elaboración de las capsulas de papel en fecha 15 de mayo, las cuales se fabricaron de papel sabana a partir de un rectángulo de 12 cm por 10 cm, que después de doblarlas tuvieron como resultado forma trapezoidal.

Se obtuvo unos pequeños contenedores de papel (cápsulas), de 5 cm de altura, ancho superior 6.5 cm y 3 cm de ancho de la base, las cuales se elaboran 200 unidades en una hora, haciendo un costo de mano de obra de Bs9.4 la hora y el costo del papel sabana por capsula es aproximadamente de Bs2.2, entonces el costo de 200 unidades sería aproximadamente de Bs11.6.



**Figura N° 6. Dimensiones de la capsula de papel**

#### b) Preparación del sustrato para las capsulas de papel

Posteriormente en fecha 22 de mayo se procedió al preparado del sustrato para las capsulas de papel, a una proporción de 60% de tierra del lugar, 15% de arena, 5% de turba y 20% abono ovino. Se preparó 70 kilos de sustrato: tierra del lugar 42 kilos, turba 3.5 kilos, arena 10.5 kilos y abono ovino 14 kilos.

#### c) Desinfección del sustrato de las cápsulas de papel

Antes de colocar el sustrato a las cápsulas de papel sábana se realizó la desinfección del mismo en el interior de la almaciguera, un día antes de la siembra el día 22 de mayo con la ayuda de una pistola de calor por un tiempo de 30 minutos.

**d) Riego del sustrato antes de llenar las cápsulas**

El día de la siembra que fue el 23 de mayo, antes del llenado a las cápsulas de papel se hizo el riego a capacidad de campo del sustrato, para facilitar la penetración del agua dentro de la cápsula y de esta manera la semilla pueda tener mejor disponibilidad de humedad.

**e) Llenado de sustrato en la cápsula de papel**

Se procedió a llenar las cápsulas de papel con el sustrato, en fecha 23 de mayo a razón de 24 gramos aproximadamente (2 cucharas) para luego colocarlas en la almaciguera.

**f) Colocado de la semilla en las capsulas de papel**

Luego del llenado del sustrato se procedió al colocado de la semilla en cada cápsula de papel, en fecha 23 de mayo a razón de 2 a 3 semillas por capsula para luego tapar superficialmente con el sustrato las semillas.

**g) Riego en la almaciguera**

Una vez colocada la semilla en las capsulas en fecha 23 de mayo, se procedió al riego con la ayuda de un atomizador, de manera que no se remueva la semilla. Esta actividad se la realizo a diario durante los primeros 5 días para facilitar la germinación.

La lechuga es una especie que necesita oscuridad para su germinación, en este sentido se cubrió la almaciguera con agrofilm y papel periódico de manera que tenga sombra los primeros 3 días.

**h) Raleo**

Una vez que las plántulas emergieron en las capsulas de papel a los 5 días después de la siembra se procedió al raleo, donde se conservó la plántula más vigorosa de manera que tenga la posibilidad de un mejor desarrollo dentro de la cápsula.

**3.4.4 Trasplante**

El trasplante se lo realizó el día 25 de junio, 29 días después de la siembra, cuando las plántulas, presentaron 3 hojas verdaderas y una altura aproximada de 5 cm.

Dos días antes del trasplante se hizo el riego del área experimental a capacidad de campo, el proceso del trasplante se realizó manualmente con la ayuda de un trasplantador de madera, abriendo un orificio en el suelo donde se colocó una cuchara de humus posteriormente la plántula en la cápsula de papel., dicho proceso se realizó en horas de la mañana empleando distancias de 25 cm. entre plantas por 30 cm. entre hileras según croquis en estudio, realizando la selección de las mejores plántulas cuidando la homogeneidad de la altura y el número de hojas verdaderas bajo el método de tres bolillo.

### **3.4.5 Labores culturales**

#### **a) Cuidados fitosanitarios**

Los cuidados fitosanitarios se los efectuó a los 15 días desde el trasplante, con la aplicación de preparados naturales en base a tabaco y ajo, los cual se aplicaron a todas las plantas del experimento en forma preventiva con la ayuda de una mochila aspersora para el control de la plagas y enfermedades con una frecuencia de 15 días.

#### **b) Riego**

Se realizó el riego del cultivo de lechuga con una frecuencia de 24 horas en la etapa de almacigo, 48 horas en la etapa de crecimiento en toda el área efectiva de estudio con el afán de mantener la humedad dentro del ambiente atemperado tanto en el suelo como en las plantas con el uso de un sistema de riego por goteo en cinta de tres líneas con orificios cada 30 cm.

#### **c) Deshierbes**

La extracción de las malezas del cultivo se efectuó manualmente, en seis oportunidades durante el ciclo vegetativo cada 15 días, esta actividad se realizó en la etapa de crecimiento como luego de la formación de la roseta hasta la cosecha, sacando toda planta que no sea el cultivo en sí, evitando de esta manera la competencia tanto por nutrientes, agua, luminosidad e indirectamente haciendo la prevención contra la entrada de plagas y enfermedades al cultivo.

#### **d) Escardas**

Se efectuaron escardas a los 15 y 45 días desde el trasplante, con el fin de mantener en buenas condiciones el suelo del cultivo, para la conducción del agua hacia las raíces y la mejorar la aireación del suelo.

### **e) Aporque**

Se hizo aporque a los 30 y 50 días desde el trasplante para lo cual se tomó una chonta y se procedió a cubrir las plantas hasta su primera hoja esto con el fin de apoyar el control de malezas, mejorar la aireación del suelo, fortalecer la planta ya que permite engrosar el cuello y estimular el crecimiento vertical, mejorar la conservación de la humedad y disminuir el ataque de plagas y enfermedades.

### **3.4.6 Cosecha**

La cosecha se la realizó el 2 de septiembre a los 69 días desde el trasplante por el lapso de 10 días en 3 oportunidades considerando las características fenotípicas de la planta de lechuga como ser el tamaño, forma, color los cuales son los requeridos en el mercado.

## **3.5 Variables de Respuesta**

### **3.5.1 Variables Fenológicas**

#### **a) Porcentaje de Germinación**

Para calcular el porcentaje de germinación se utilizó un almacigo donde se colocó 100 semillas en las capsulas de papel donde se contabilizó el número de semillas germinadas cada día durante 5 días.

La germinación es el conjunto de cambios que ocurren cuando el embrión que contiene la semilla pasa de la vida latente a la vida activa, en el proceso de germinación de la semilla, primero el embrión y el endospermo absorben el agua del suelo y aumentan su tamaño, después la gémula se profundiza en la tierra, por último, la radícula eleva los cotiledones por encima del suelo hasta ponerlos en contacto con la luz y la atmosfera lo que permitirá la formación de clorofila.

Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales. Para que el proceso de germinación se lleve a cabo con éxito, es necesario que exista humedad, oxígeno y una temperatura adecuada. No obstante, es frecuente que aun cuando las semillas se encuentran bajo esas condiciones, no germinen. Esto se debe a daños mecánicos durante el proceso de recolección y almacenamiento que provoca un impedimento o bloqueo en alguna parte del proceso de germinación.

En referencia a la humedad, es fundamental que la semilla se rehidrate y exista un medio acuoso donde los procesos enzimáticos puedan llevarse a cabo, generalmente se necesita 2 a 3 veces de agua su peso seco. La semilla necesita aire para que se activen una serie de procesos metabólicos a través de la absorción del oxígeno (respiración) que inician el crecimiento.

Las semillas de cada especie pueden germinar dentro de un rango de temperaturas variadas según el tipo de cultivo; sin embargo, existe un punto óptimo, arriba o por debajo del cual la germinación también se lleva a cabo, pero lentamente. El rango óptimo de germinación para la lechuga es de 15°C a 22°C. (INATEC,2018)

#### **b) Porcentaje de Emergencia**

El porcentaje de emergencia, se contabilizo de forma directa considerando la cantidad de semillas que emergieron en las capsulas durante 8 días, bajo condiciones de ambiente atemperado.

La primera fase es la imbibición con agua, que penetra e hidrata las membranas celulares; una vez activadas, comienza el crecimiento de la radícula hasta que rompe la testa y comienza la elongación; sigue después la aparición de los cotiledones. Este proceso es de crecimiento y elongación de tejidos, todo dependiente de las reservas alimenticias que tenga la semilla y de la humedad presente.

Una vez que la plántula emerge y recibe luz, se convierte en autótrofa, las raíces están completamente habilitadas para absorber agua y nutrientes, los cotiledones pueden realizar fotosíntesis hasta que emerja el primer par de hojas verdaderas. (Saavedra et.al,2017)

#### **c) Días al trasplante**

Los días al trasplante se contabilizaron desde el día de la siembra hasta el traslado al lugar definitivo, realizando un seguimiento al crecimiento de las plántulas tanto en altura como en número de hojas.

#### **d) Período vegetativo**

Esta variable fue calculada mediante el conteo en días de las diferentes etapas desde la siembra hasta la cosecha del cultivo de lechuga.

### **3.5.2 Variables de respuesta agronómicas antes de la cosecha**

#### **a) Altura de planta**

Se tomó la altura de planta en forma manual, de todas las plantas que están marcadas al azar, midiendo este parámetro desde el cuello de la planta hasta el nivel de la última hoja de la planta para lo cual se utilizó cinta milimétrica. Este dato se lo tomo desde el trasplante cada quince días hasta antes de la cosecha.

#### **b) Número de hojas por planta**

Se procedió a la toma de datos del número de hojas por planta realizando el conteo manual de las plantas marbeteadas identificando cada una de las hojas presentes, este dato se lo tomo desde el trasplante cada quince días hasta antes de la cosecha.

### **3.5.3 Variables de respuesta agronómicas a la cosecha**

#### **a) Días a la cosecha**

El número de días a la cosecha se calcularon desde el trasplante al lugar definitivo hasta el momento de la cosecha, realizando un seguimiento al crecimiento de las plantas tanto en altura como en número de hojas hasta que las plantas estuvieron listas para cosechar, es decir cumplen con las características comerciales para el embolsado y posterior venta.

#### **b) Altura de planta**

Se tomó el dato de la altura de planta en forma manual de todas las plantas que están marcadas midiendo este parámetro, desde el cuello de la planta hasta el nivel de la última hoja para lo cual se utilizó cinta milimétrica.

#### **c) Diámetro de tallo**

Se realizó la toma de datos de diámetro de tallo de forma manual de la base de la planta realizando dos medidas a cada lado del cuello para luego sacar un promedio de esta medida y así obtener finalmente el diámetro deseado en cm., para lo cual se utilizó un calibrador o vernier.

#### **d) Número de hojas por planta**

Se procedió a la toma de datos del número de hojas por planta, realizando el conteo manual, identificando cada una de las hojas presentes de forma descendente en cada planta muestra.



### **e) Rendimiento de la lechuga en peso neto o comercial**

Se tomaron datos de pesos de la cabeza del cultivo de lechuga realizando la estimación del rendimiento comercial de forma manual, tomando las cabezas que están listas para la cosecha.

Para este efecto se utilizó una balanza de precisión tomando el peso en gramos y lo que permitió obtener el rendimiento comercial por ha.

Asimismo, se tomó el peso de todas las plantas del área experimental con la finalidad de obtener el rendimiento total por ha.

### **f) Numero de bolsas por m<sup>2</sup>**

Esta variable fue calculada una vez cosechadas las plantas de lechuga y realizado el proceso de post cosecha (limpieza y lavado de las lechugas) se procedió al embolsado de las mismas en bolsas con el logotipo de la facultad de Agronomía UMSA con un peso aproximado de 600 g por bolsa, aproximadamente dos unidades de lechuga por bolsa.

### **3.6.4. Costos parciales de Producción**

Para la evaluación económica se tomaron datos de rendimiento en peso comercial de las muestras de plantas de lechuga y se realizó el análisis de la relación beneficio/costo, con el propósito de estimar si se tuvo los beneficios adecuados según los costos de la implementación de la presente investigación con la aplicación de las capsulas de papel.

La evaluación de costos parciales de producción se realizó según la metodología propuesta por CIMMYT (1988), que 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.

### a) Beneficio Bruto (BB)

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

$$\mathbf{BB = R * PP} \qquad \mathbf{(Ec. 1)}$$

Donde:

BB = Beneficio Bruto Bs

R = Rendimiento Ajustado Bs

PP = Precio del Producto Bs

### b) 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 (CIMMYT, 1988).

### c) Beneficio Neto (BN)

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

$$\mathbf{BN = BB - CP} \qquad \mathbf{(Ec. 2)}$$

Donde:

BN = Beneficio Neto Bs

BB = Beneficios Brutos Bs

CP = Costos de Producción Bs

### d) Relación Beneficio/Costo en (B/C)

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

$$\mathbf{B/C = BB / CP} \qquad \mathbf{(Ec. 3)}$$

Donde:

B/C = Beneficio Costo Bs

BB = Beneficios Brutos Bs

CP = Costos de Producción Bs

IBTA Y PROINPA (1997), indican 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 ( $B/C < 1$ ).

**g) Covariables**

Se efectuó el seguimiento de las covariables como ser: las plagas, enfermedades, la influencia de la temperatura, humedad relativa y situaciones adversas en cuanto al aspecto climático en especial las heladas, debido a que se realizó el estudio en época invernal.

## 4 SECCIÓN PROPOSITIVA

### 4.1 Logros de metas

En cuanto al logro de las metas planteadas en la presente investigación se puede aseverar que el cumplimiento de las mismas es evidente de acuerdo a la presentación de los siguientes resultados:

### 4.2 Resultados y discusiones

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación en la producción de cultivo de lechuga con la implementación de las capsulas de papel:

#### 4.2.1 Registró de factores climáticos

El registró de las variables climáticas se realizó con la ayuda de sensores de temperatura y humedad, iniciando el 27 de mayo, culminando el 29 de agosto de 2022, en este lapso de tiempo se registró en forma diaria las variables de temperatura y humedad relativa del ambiente atemperado.

#### a) Temperatura con el cultivo establecido.

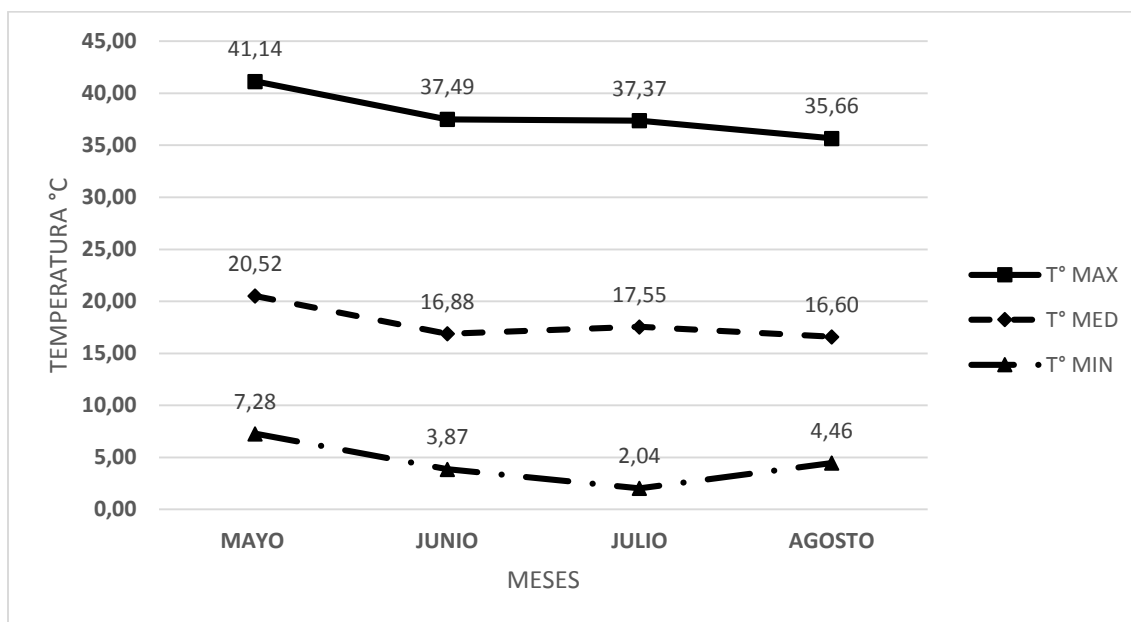


Figura N° 7. Temperatura durante el ciclo del cultivo de lechuga

En la figura 7, se observa los rangos de variación de la temperatura en el interior del ambiente atemperado podemos afirmar que desde la implantación del almacigo, como en el transcurso de todo el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga, la temperatura fue en descenso debido a la época de invierno donde en el mes de julio se registraron las temperaturas más bajas con una máxima promedio de 35°C y una mínima promedio de 2 °C.

En el mes de agosto, en general se alcanzó una temperatura máxima promedio de 37.9 °C, una temperatura mínima promedio de 4°C y una temperatura media general de 18 °C.

Casaca (2005), menciona que la temperatura óptima de germinación oscila entre 18- 20 °C. durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre 14 - 18 °C por el día y 5 - 8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Este cultivo soporta mejor las temperaturas bajas, que las elevadas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C mientras que la temperatura mínima letal es de 0°C a -2 °C.

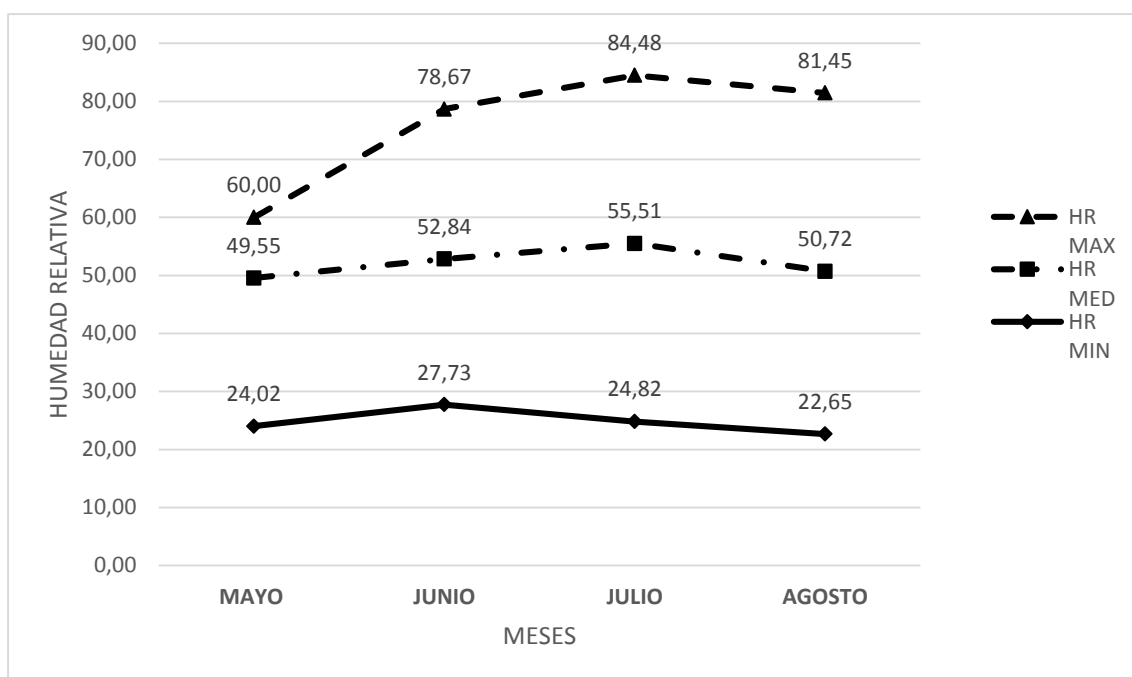
Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna deficiencia. Las temperaturas diurnas comprenden entre 17 a 28 °C y las nocturnas que varían entre 3 y 12 °C, las incidencias de temperaturas más bajas pueden inhibir el crecimiento mientras la amplitud térmica más prolongada estimula la formación del tallo posteriormente la floración (Maroto, citado por Valdez 2008).

Además, los descensos de las temperaturas durante la madrugada no favorecieron al normal desarrollo de la planta ya que la temperatura más baja encontrada fue de -2,4 °C, en los últimos días de mes de junio y durante el mes de julio, cuando el cultivo estaba en pleno desarrollo fenológico. Al respecto Hartmann (1990), menciona que las bajas temperaturas menores a 5 °C dañan las plantas y disminuyen la velocidad de crecimiento de plantas. Las temperaturas altas, a partir de los 26 °C, su crecimiento se retarda e incentiva la floración temprana.

Habiéndose registrado temperaturas bajo 0, consideramos que este factor pudo haber incidido en que se alargue los días a la cosecha, ya que como se mencionó anteriormente la lechuga a temperaturas bajas puede inhibir su crecimiento. Estas temperaturas extremas se registraron entre la última semana de junio y las dos semanas posteriores del mes de julio.

TECN-AGRO, citado por Quino (2014), indica que cuando en el interior de la carpa la temperatura está por encima de los 35 °C, deben abrirse las ventanas para dejar ventilar y así evitar la aparición de plagas, hongos y pulgones. La temperatura óptima para un buen desarrollo de las hortalizas está entre los 20 a 35 °C.

### b) Humedad Relativa



**Figura N° 8. Humedad relativa durante el ciclo del cultivo de la lechuga**

En la figura 8, se observa el comportamiento de la humedad relativa en el interior del ambiente atemperado que se determinó con la ayuda de sensores. Podemos afirmar que desde la siembra en capsulas de papel, como en el transcurso de todo el ciclo vegetativo del cultivo de lechuga hasta su respectiva cosecha, la humedad tuvo fluctuaciones variables.

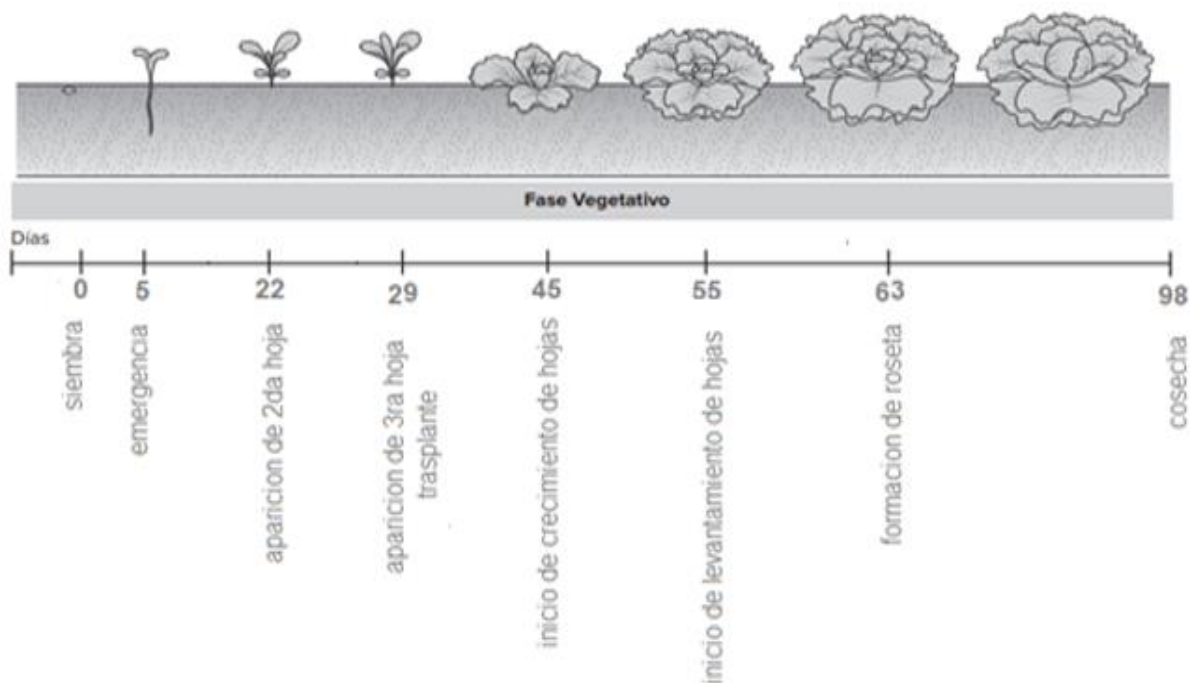
La humedad relativa en términos generales alcanzó una máxima promedio de 76.15 %, una humedad relativa mínima promedio de 24.8 % y una humedad relativa media general de 52 %, valores que se acercan al rango requerido por el cultivo de lechuga que es entre 60% y 80% de humedad relativa del ambiente.

Lo anteriormente aseverado esta corroborado por Olmo (2019), sin embargo, para obtener una buena cosecha hay que brindarle las condiciones óptimas, tanto de temperatura como de humedad relativa, ya que también se trata de un cultivo muy sensible a los cambios bruscos de temperatura, después de los cuales se afecta a la producción aspecto a la humedad relativa la lechuga si es bastante delicada, pues es una planta muy sensible a la falta de humedad en el ambiente, la cual se debe tratar de mantener entre 60 y 80 por ciento.

#### 4.2.2 Resultados de Variables Fenológicas

Dentro de estas variables de respuesta se evaluaron el porcentaje de germinación, el porcentaje de emergencia y el porcentaje de prendimiento.

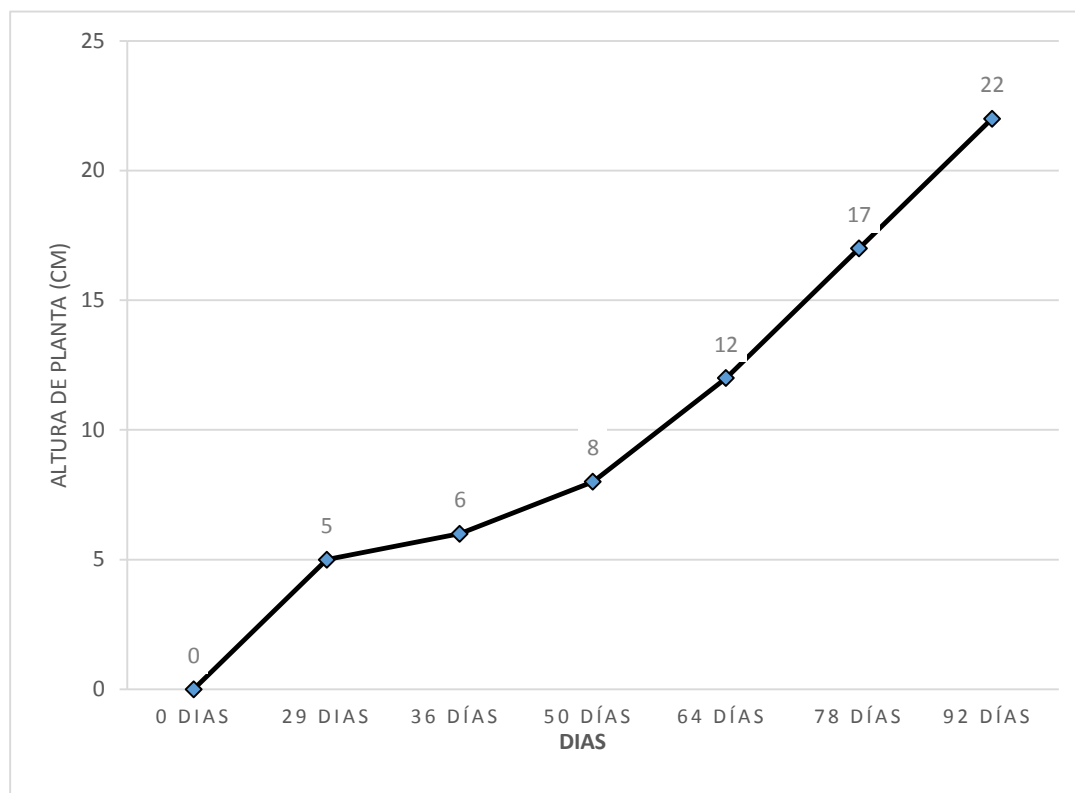
##### a) Desarrollo fenológico del cultivo



**Figura N° 9. Etapas del ciclo fenológico del cultivo**

En la Figura 9, se muestra el desarrollo fenológico en días a lo largo del ciclo del cultivo de la lechuga donde se puede observar los siguientes estadios; desde la siembra a la emergencia, en la cual transcurrieron 5 días luego está la aparición de la primera hoja verdadera hasta la tercera hoja verdadera en el momento del trasplante en la cual transcurrieron 29 días, seguidamente se muestra el inicio del crecimiento de las hojas la aparición de la roseta en lo cual transcurrió 69 días y finalmente esta la cosecha que se dio a los 98 días desde la siembra.

## b) Curvas de crecimiento del cultivo



**Figura N° 10. Curva de crecimiento del cultivo de lechuga en estudio**

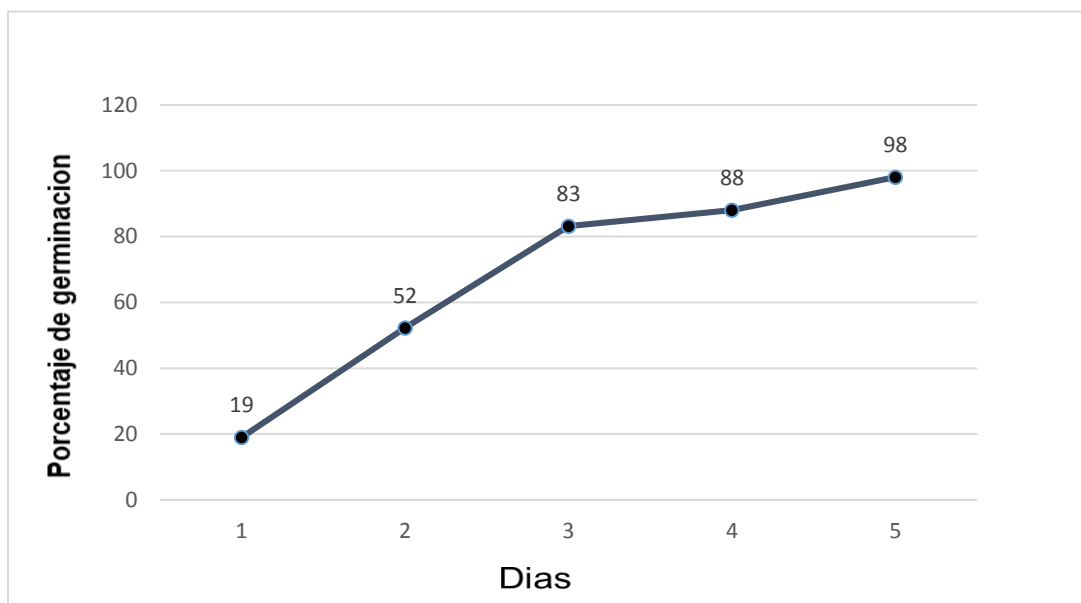
La curva mostrada en la figura 10, demuestra un crecimiento logarítmico, esta respuesta del cultivo se atribuye a una buena adaptación a las condiciones ambientales y a la posible interacción de factores abióticos con el genotipo de la variedad utilizada.

Rodríguez (1999), explica que el crecimiento y el desarrollo están íntimamente relacionados con un conjunto de reguladores de crecimiento que son sintetizadas por células especializadas como respuesta a la presencia de determinada temperatura y luminosidad.

Del Pino (2019), La lechuga es un cultivo anual, con un ciclo de producción que oscila entre 45 a 150 días, variando en función de los cultivares, la época del año y el tipo de producción. Debido a la gran gama de variedades que se dispone para cada tipo botánico, se puede cultivar durante todo el año.



### c) Porcentaje de germinación



**Figura N° 11. Curva de germinación del cultivo de lechuga**

Esta variable fue evaluada a fines del mes de mayo en condiciones controladas dentro el ambiente atemperado a una temperatura promedio de 20.5 °C y una humedad relativa promedio de 49.3%, se observa que el poder germinativo de la lechuga fue aceptable ya que se obtuvo un porcentaje de germinación de 98%.

Al respecto Delgado (2016), afirma que considerando los porcentajes de germinación alcanzados por los cultivares de lechuga y estimando un porcentaje de pureza de 99%, que según Botanical Interest (2003), es una característica de garantía de las semillas, sobre todo para variedades mejoradas.

Los valores alcanzados en el estudio son aceptables, ya que de acuerdo a Giaconi (1994), no debe ser menor del 70%, para semillas de baja capacidad germinativa y del 90% para semillas de elevada capacidad, como en el presente estudio.

### d) Porcentaje de emergencia

La variable porcentaje de emergencia fue evaluada los primeros días de junio, donde se observó un porcentaje de emergencia del 98%, este valor, es considerado aceptable, lo que nos indica que la aplicación de capsulas de papel ofreció buenas condiciones a la semilla.

Cheng y Bradford (2002), aseveran que el ambiente influye en la fenología y el desarrollo, en este sentido, uno de los puntos identificados como críticos para poder llevar a cabo la producción, es el establecimiento de las plantas, que determinará la densidad de plantas a lograr y también la uniformidad de la emergencia, las cuales condicionarán futuras decisiones de manejo.

Al respecto INALTEC (2018), Menciona que el sustrato debe tener una buena mezcla de suelo con materia orgánica, para la siembra hacer orificios de 0.5 - 1cm de profundidad y colocar la semilla, cubrir con mezcla de suelo y regar. Las plántulas comenzarán a emerger a los 4 - 6 días. Las plántulas estarán listas para el trasplante cuando el segundo par de hojas verdaderas aparezca.

#### **4.2.3 Variables en la etapa de almacigo**

##### **a) Altura de planta en la etapa de almacigo**

En el cultivo de lechuga las alturas registradas en la etapa de almacigo tuvieron poca variabilidad en el interior de las capsulas registrándose un buen desarrollo en toda la etapa, se alcanzó una altura óptima promedio de 5 cm y homogénea para el trasplante a lugar definitivo.

##### **b) Numero de hojas en la etapa de almacigo**

El registro de número de hojas/planta se realizó en la etapa de almácigo se contabilizo 3 hojas verdaderas con la aplicación de las capsulas de papel, hasta el momento que los plantines estuvieron aptos para el trasplante.

**Tabla 4. Crecimiento en el almacigo**

<b>Desarrollo en el almacigo</b>	<b>Fecha</b>
Siembra en las capsulas de papel	27 de mayo 2022
Aparición de los cotiledones	4 de junio 2022
Aparición de la primera hoja verdadera	10 de junio 2022
Aparición de la segunda hoja verdadera	18 de junio 2022
Aparición de la tercera hoja verdadera	24 de junio 2022

#### **4.2.4 Variables agronómicas antes del trasplante**

##### **a) Altura de planta antes del trasplante**

Los datos de altura de planta que se tomaron en este periodo fueron cuando los plantines estuvieron aptos para el trasplante al lugar definitivo, estuvieron dentro de lo esperado con un promedio de 5.1 cm de altura.

La capsula de papel permitió que no hubiera competencia por espacio para el desarrollo de la parte aérea y radicular, nutrientes, luminosidad obteniendo plantúlas vigorosas con el sistema radicular protegido, condiciones que son importantes para garantizar un cultivo de buena calidad.

##### **b) Número de hojas antes del trasplante**

Los datos de número de hojas/planta, se registraron cuando los plantines estuvieron aptos para el trasplante con un promedio de 3 hojas, como lo menciona Bonnar (1981).

La planta deja de ser plantin cuando ya ha emitido varias de sus hojas definitivas. En esta etapa la mayoría de las hortalizas pueden ser trasplantadas (Bonnar, 1981).

##### **c) Días al trasplante**

El tiempo promedio transcurrido desde la siembra hasta el trasplante, con la utilización de las capsulas de papel en el cultivo de lechuga fue de 29 días, periodo en que las plantas mostraron estar aptas para el trasplante al lugar definitivo, considerando una altura promedio de 5.1 cm y una cantidad en promedio de 3 hojas verdaderas.

Los técnicos del Centro Experimental Cota Cota, afirman que en época invernal se trasplanta a los 35 a 40 días generalmente, dato que, comparado con el obtenido en el presente estudio, nos permite aseverar que se acorto el ciclo en el almacigo con el uso de capsulas en aproximadamente en 6 días.

El trasplante se realiza después de 30 o 40 días de la siembra, aunque puede variar dependiendo las condiciones en que se tenga. Una forma más sencilla de saber si es el momento indicado, es cuando tenga de 6 a 8 hojas y una altura aproximada de 8 cm desde el cuello del tallo hasta la punta de las hojas o presenten una circunferencia de 10 cm. Puedes ayudarte de un palito o un abatelenguas para sacar tus plántulas del semillero, o bien, riega con abundante agua el semillero antes de sacar las plántulas (Hydroemv, s/f).

Al respecto Sánchez (2005), menciona que mediante experimentos se mostró que el trasplante de la lechuga se ha realizado cuando la plántula tiene 6 cm de altura de (15 a 35 días), hay mayor rendimiento y es el más adecuado para el trasplante nos menciona.

#### **d) Porcentaje de prendimiento**

Esta variable fenológica se la evaluó a los 5 días de haber hecho el trasplante del cultivo de lechuga según cronograma en estudio, donde se observó un 100 % de prendimiento, este resultado, es el óptimo requerido en cualquier cultivo, ventaja principal del uso de las capsulas de papel, en consecuencia, los plantines no necesitan el periodo de adaptación y continúan su desarrollo normal, es en este momento que también se acorta el ciclo en 5 días aproximadamente, que es lo que dura el shock debido al trasplante, lo que a la vez reduce los costos referidos a mano de obra e insumos.

Los técnicos del Centro Experimental Cota Cota, afirman que en los ambientes atemperados existe un prendimiento del 95% generalmente, dato que, comparado con el obtenido en el presente estudio, nos permite aseverar que con las capsulas se incrementó el prendimiento en un 5%.

Resultado que es corroborado por Díaz (2019), que afirma que los plantines provenientes de contenedores no sufren el shock de trasplante, ya que las raíces están protegidas, siendo esto una ventaja en la producción.

Delgado (2018), afirma que la fertilidad adecuada promueve un buen porcentaje de 90,74 de prendimiento de plántula de la lechuga, se atribuye a la cantidad de nutrientes disponibles a diferencia de los otros abonos, otro factor que influyó es el medio ambiente por las temperaturas altas.

#### 4.2.5 Variables agronómicas antes de la cosecha

##### a) Altura de planta antes de la cosecha

**Tabla 5. Altura de planta antes de la cosecha (cm)**

	7 días	21 días	35 días	49 días	63 días
Media	6	8	12	17	22.7
Mediana	6	7	12	18	22.9
Moda	7	7	10	20	23.8
Desviación estándar	1.2	1.6	1.6	3.2	3.
Varianza de la muestra	1.5	2.7	2.5	10.1	9.4

En la tabla 5, referente a la altura de planta antes de la cosecha, se observó que desde el trasplante a los primeros 7 días en el lugar definitivo, las plantas alcanzaron una altura promedio de 6 cm, lo que indica que no se detuvo el crecimiento por efecto del trasplante.

Asimismo, se observa que desde el día 21 al día 49 se tuvo un incremento de 9 cm de altura en promedio y finalmente los últimos 15 días de evaluación antes de la cosecha hubo un aumento de 5.7 cm de altura en promedio.

Como se muestra en el cuadro la altura de plantas antes de la cosecha tuvo un comportamiento aceptable ya que fue progresivo y ascendente constante de acuerdo a los parámetros de crecimiento para el cultivo de lechuga.

Al respecto Lira (2004), señala que la intensidad de luz en forma de energía radiante afecta el crecimiento de plantas, pues altera la tasa de actividad fotosintética influyendo en el tamaño y forma de las hojas. Ya que hojas de plantas que crecen en altas intensidades lumínicas, poseen una tendencia a ser más gruesas en comparación a aquellas que crecen a bajas intensidades.

Las plantas tienen un mejor crecimiento cuando las temperaturas nocturnas son más bajas que durante el día (De Paz, 2002).

## b) Variable número de hojas antes de la cosecha

**Tabla 6 número de hojas por planta antes de la cosecha**

	7 días	21 días	35 días	49 días	63 días
Media	4	4	8	12	23
Mediana	4.0	4.0	8.0	12.0	24
Moda	4.0	4.0	8.0	12.0	24
Desviación estándar	0.5	0.7	1.2	2.4	2
Varianza de la muestra	0.2	0.5	1.5	5.8	5

En lo que respecta a la variable número de hojas antes de la cosecha del cultivo en estudio, se puede afirmar que los primeros 21 días se mantuvo constante el número de hojas, con un promedio de 4 hojas verdaderas, a partir de los 21 días comenzó a aumentar el número de hojas alcanzando un numero promedio de 8 a los 35 días, para luego llegar a un promedio de 23 hojas a los 63 días de cultivo.

Al respecto Rodríguez (2000), señala que la orientación de la hoja afecta la transpiración, porque las hojas que forman ángulos rectos a los rayos del sol están más calientes que las paralelas a la radiación incidente. Así también es importante la resistencia que pueda ofrecer una cutícula joven y gruesa contra la transpiración como la característica reflectiva de las hojas, ya que hojas de color mate y gruesas absorbe mayor radiación y se calientan más.

Toda planta para lograr un desarrollo vigoroso necesita tomar del suelo cierta cantidad de minerales que van a fortalecer. Un suelo con suficiente materia orgánica, provee una buena humedad, así como su retención (De Paz, 2002).

### 4.3 Resultados de variables agronómicas al momento de la cosecha

#### 4.3.1 Altura de planta a la cosecha

**Tabla 7. Estadística descriptiva para altura de planta (cm)**

	ALTURA DE PLANTA
Media	27.70
Mediana	27.10
Moda	30.00
Desviación estándar	2.26
Varianza	5.12

C. V.= 18.15 %

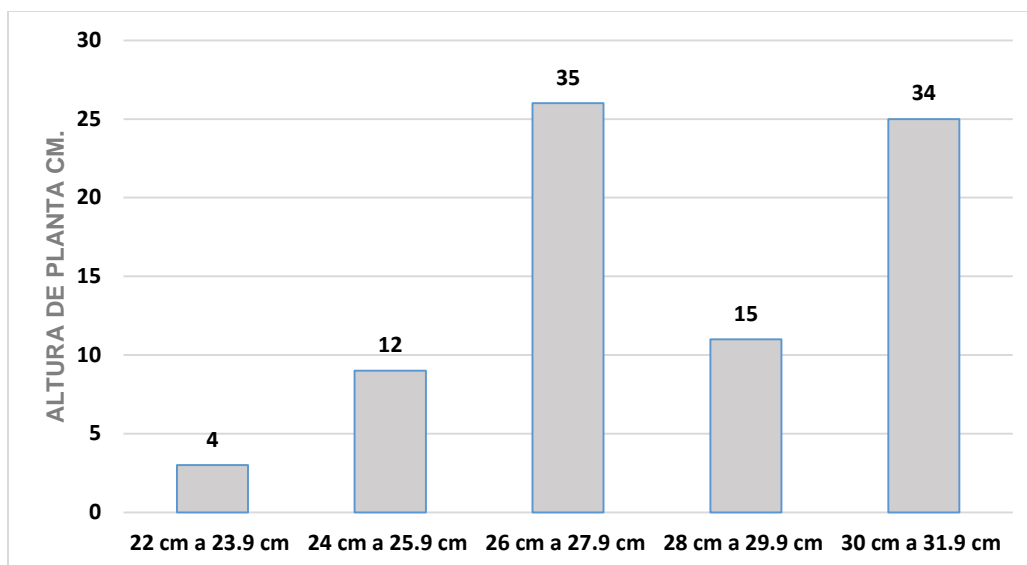
En cuanto a la altura de planta, la media del estudio fue 27.7 cm, la mediana es 27.10 cm lo que significa que el 50% de las alturas de planta fueron menores o iguales a 27.10 y el otro 50% de las alturas fue mayor a igual al 27.10, en lo que se refiere a la moda la altura más frecuente es de 30 cm, así como las plantas de lechuga tuvieron un desvío estandar de +/- 2.26 cm, también se tuvo un coeficiente de variación de 18.15 % el cual es aceptable para las condiciones de los ambientes atemperados semicontrolados.

Analizando los promedios obtenidos en la investigación, en la altura de la planta de lechuga se obtuvo la altura máxima de 27 cm. comparando con los resultados obtenidos por Díaz (1998) obtuvo un promedio de 17,15 cm de altura de planta por otro lado, Cruz (2003), obtuvo un promedio de 15,50 cm de altura. Estos valores obtenidos por diferentes autores son inferiores a lo que se registraron en el presente trabajo con la utilización de capsulas de papel se incrementó en un 35 % estos valores referenciales.

**Tabla 8. Distribución de frecuencias para altura de planta (cm)**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje acumulado
22 cm a 23.9 cm	3	4	4	4
24 cm a 25.9 cm	9	12	12	16
26 cm a 27.9 cm	26	35.3	35.3	51.3
28 cm a 29.9 cm	11	14.9	14.9	66.2
30 cm a 31.9 cm	25	33.8	33.8	100
TOTAL	74	100	100	

En la tabla anterior se aprecia el comportamiento de la variable altura de planta el momento de la cosecha, donde el 33.8 % de las plantas de lechuga alcanzaron los máximos valores para esta variable es decir entre 30 y 31.9 cm, seguido de un 14.9% que alcanzaron alturas entre 28 y 29.9 cm y un 35.3% entre 26 y 27.9 cm, por el contrario, solo un 16% tuvieron valores menores a 25.9 cm.



**Figura N° 12. Altura de planta (cm) para el cultivo de lechuga**

Los valores alcanzados en altura de planta de la lechuga mostrados en la figura 12 se pueden deber a las buenas condiciones de fertilidad, riego, condiciones climáticas, así como los atributos de la variedad estudiada por lo que estos rangos de altura son superiores a los estudios de Aruquipa (2008), el promedio de altura de planta para cultivares de Grand Rapids TBR y Waldmann's Green es de 22 y 24,33 cm en condiciones de sistema tradicional.

Analizando los promedios obtenidos en la investigación, en la altura de la planta de lechuga se obtuvo la altura máxima de 31.9 cm. comparando con los resultados obtenidos por Díaz (1998) obtuvo un promedio de 17,15 cm de altura de planta por otro lado, Cruz (2003) obtuvo un promedio de 15,50 cm de altura. Estos valores obtenidos por diferentes autores son inferiores a lo que se registraron en el presente trabajo con la utilización de capsulas de papel.

#### 4.3.2 Diámetro de tallo al momento de la cosecha

**Tabla 9. Estadística descriptiva para diámetro de tallo (mm)**

DIAMETRO DE TALLO	
Media	21.10
Mediana	21.10
Moda	21.15
Desviación estándar	2.79
Varianza	7.80

C. V.= 13.22 %

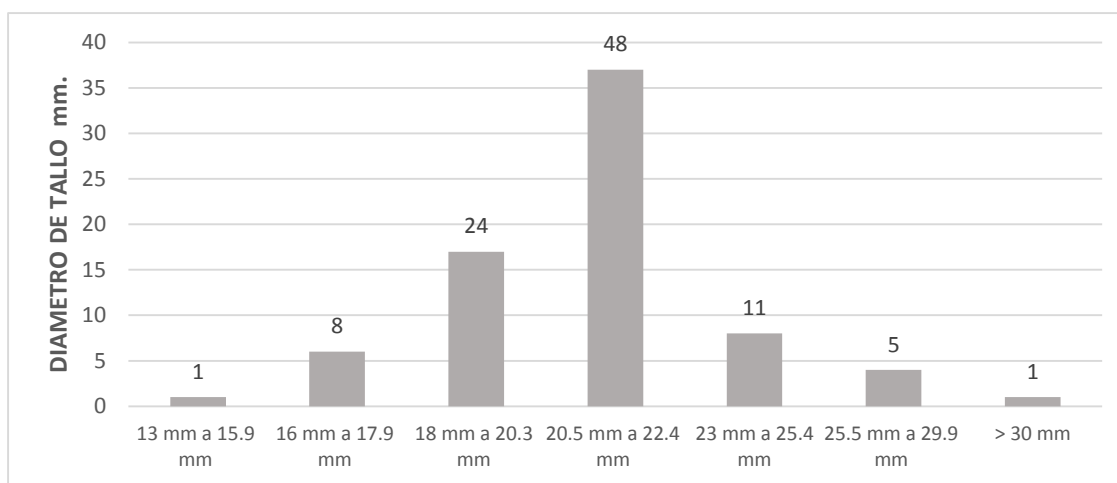


En cuanto al diámetro de tallo de plantas de lechuga, la media del estudio fue 21.1 mm, la mediana es 21.10 mm lo que significa que el 50% de los diámetros de planta fueron menores o iguales a 21.10 y el otro 50% de los diámetros fue mayor a igual al 21.10 mm, en lo que se refiere a la moda el diámetro más frecuente es de 21.15 mm, así como las plantas de lechuga tuvieron un desvío estándar de +/- 2.79 mm , también se tuvo un coeficiente de variación de 13.22 % el cual es aceptable para las condiciones de los ambientes atemperados semicontrolados.

**Tabla 10. Distribución de frecuencias para diámetro de tallo (mm)**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
13 mm a 15.9 mm	1	1.4	1.4	1.4
16 mm a 17.9 mm	6	8.4	8.4	9.8
18 mm a 20.3 mm	17	23.8	23.8	33.6
20.5 mm a 22.4 mm	37	48.2	48.2	81.8
23 mm a 25.4 mm	8	11.2	11.2	93
25.5 mm a 29.9 mm	4	5.6	5.6	98.6
> 30 mm	1	1.4	1.4	100
TOTAL	74	100	100	

En la tabla anterior se aprecia el comportamiento de la variable diámetro de tallo de planta el momento de la cosecha donde un 11.2% tuvo un promedio de 23 a 25.4 mm, el 48.2 % de las plantas de lechuga están entre 20.5 mm y 22.4 mm, seguido de un 23.8 % que alcanzaron diámetros entre 18 a 20.3 mm y solo un 1.4% alcanzo valores mínimos entre 13 a 15.9 mm.



**Figura N° 13. Diámetro de tallo (mm) para la variedad de lechuga**

En lo que respecta al diámetro de tallo los valores de este parámetro pueden deberse a un buen manejo del cultivo en lo que se refiere a las labores culturales realizadas a tiempo como ser las escardas y aporques que favorecieron el buen desarrollo del tallo, corroborado por Ribera (2015), que afirma que al realizar esta labor cultural sencilla le dará grandes beneficios al cultivo incluyendo, fortalecer el tallo, generar mayor resistencia al ataque de plagas y enfermedades, promover el crecimiento de hojas nuevas, estimular el desarrollo de frutos o tubérculos ,retener humedad para la planta y proteger los cultivos de las heladas.

#### 4.3.3 Número de hojas al momento de la cosecha

**Tabla 11. Estadística descriptiva para número de hojas**

NUMERO DE HOJAS	
Media	29
Mediana	28
Moda	30
Desviación estándar	3
Varianza	7

C. V. = 13.22 %

En lo que se refiere a la variable número de hojas de las plantas de lechuga, la media del estudio fue 29 hojas , la mediana es 28 hojas lo que significa que el 50% del número de hojas por planta fueron menores o iguales a 28 y el otro 50% fue mayor o igual a 28 hojas, en lo que se refiere a la moda del número de hojas más frecuente es de 30 hojas, el desvió estándar de +/- 3 hojas , el coeficiente de variación de 13.22 % el cual es aceptable para las condiciones de los ambientes atemperados semicontrolados.

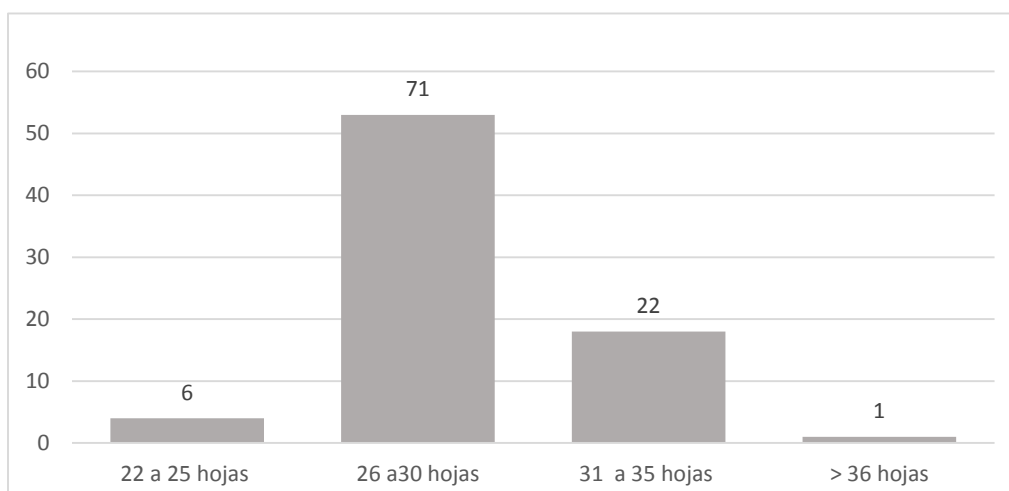
**Tabla 12. Distribución de frecuencias para número de hojas**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
22 a 25 hojas	4	5.6	5.6	5.6
26 a 30 hojas	53	71.4	71.4	76.9
31 a 35 hojas	18	21.7	21.7	98.6
> 36 hojas	1	1.4	1.4	100
TOTAL	74	100	100	

En la tabla anterior se aprecia el comportamiento de la variable número de hojas por planta al momento de la cosecha, donde el 71.4 % de las plantas de lechuga están entre 26 y 30 hojas, seguido de un 21.7 % que alcanzaron entre 31 y 35 hojas y solo un 1.4 % solo alcanzo valores máximos mayores a 36 hojas.

En el presente estudio se obtuvieron valores superiores en un 30 % a los estudios de Aruquipa (2008), obtuvo resultados de 18 hojas para el cultivar Grand Rapids y 19 hojas para el cultivar Waldmann's Green. Por su parte García (2006) en su estudio con el cultivo de lechugas crespas (TBR) y el uso de fertilizantes químicos obtuvo un promedio de 17,12 hojas por planta.

Comparando los datos obtenidos en el presente estudio, con los de Aruquipa (2008) y García (2006), se puede afirmar que fueron superiores en 10 a 12 hojas por planta aplicando capsulas de papel en el cultivo de lechuga.



**Figura N° 14. Numero de hojas de lechuga a la cosecha**

#### 4.3.4 Rendimiento en peso comercial

**Tabla 13. Estadística descriptiva para el peso comercial (g/planta)**

	PESO COMERCIAL
Media	381.64
Mediana	380
Moda	345
Desviación estándar	99.83
Varianza	9967.82

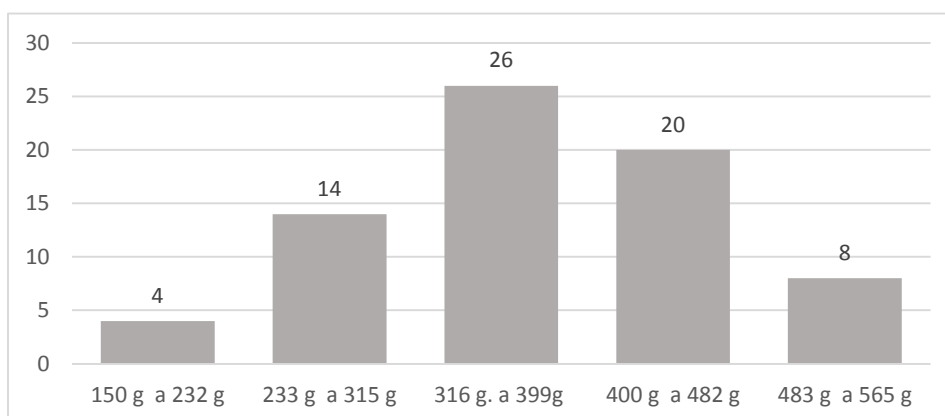
CV. = 26%

En la tabla anterior se muestra la variable rendimiento comercial del cultivo, la media del estudio fue de 381.64 g, la mediana es 380 g lo que significa que el 50% del rendimiento por planta fueron menores o iguales a 380 g y el otro 50% de los rendimientos en peso fue mayor o igual al 380 g, en lo que se refiere a la moda del rendimiento por planta más frecuente es de 345 g, así como las plantas de lechuga tuvieron un desvío estandar de +/- 99.81 g, se tuvo un coeficiente de variación de 26 % el cual es aceptable para las condiciones de los ambientes atemperados.

**Tabla 14. Distribución de frecuencias para rendimiento Comercial**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
150 g a 232 g	4	9.7	9.7	9.7
233 g a 315 g	14	19.4	19.4	29.1
316 g. a 399g	26	36.1	36.1	65.2
400 g a 482 g	20	25.1	25.1	90.3
483 g a 565 g	8	6.9	6.9	97.2
566 g a 650 g	2	2.8	2.8	100
	74	100	100	

En la tabla 14 se muestra el comportamiento del rendimiento comercial en el momento de la cosecha, donde el 36.1% de las plantas de lechuga están entre 316 gr y 399 gr, seguido de un 25.1 % que alcanzaron rendimientos entre 400 y 482 gr y solo un 2 % alcanzo valores máximos mayores a 600 gr.



**Figura N° 15. Rendimiento en peso comercial para la variedad de lechuga**

La alta variabilidad de los datos de rendimiento obtenidos, se pueden atribuir a la influencia que ejerce la temperatura sobre los procesos metabólicos de las plantas (Hartman, 1990) y en forma secundaria se puede deber a las características genotípicas de la variedad por tratarse de una variedad híbrida y al efecto del medio ambiente que tuvo una gran influencia para este parámetro agronómico.

Según Farfan (2004), donde evaluó el comportamiento a campo abierto, el cual reporto un rendimiento de 125,09 gramos en materia verde en lechugas crespas, el mismo autor indica que es una especie que exige mucha luz, ya que los escasos provocan que las hojas sean muy delgadas y por ende con pesos menores, por lo que se debe considerar este factor.

En estudios realizados por Flores (2009), con el cultivar Waldmann's Green obtuvo 114,8 gramos y con Grand Rapids TBR se reportó 183,3 gramos, que se atribuye al carácter genético que controlan aspectos fenotípicos tales como el tamaño, calidad y producción son altamente influenciados por el ambiente.

Condori (2003), en su estudio de evaluación de dos métodos de aplicación de fertilizantes nitrogenados reportó un peso comercial en la variedad Walmann's Green de 273,2 g/planta.

Comparando los resultados de rendimiento de los dos estudios antes mencionados con los obtenidos en el presente estudio podemos afirmar que aplicando las capsulas de papel en la producción de lechuga se obtiene mejor rendimiento en peso comercial con un promedio de 381.24 g. por planta.

#### **4.3.5 Costos parciales de Producción**

Los principales indicadores de la presente investigación son los siguientes:

##### **a) Rendimiento promedio**

El rendimiento medio o promedio del cultivo de lechuga en estudio, es el cálculo del peso de cada lechuga en el área experimental llevado a las unidades de tn/ha, que dio un valor promedio de 29.4 tn/ha.

Según el estudio realizado por la UNAM (2005), el rendimiento en materia verde de la lechuga en promedio es de 24950 kg/ha.

De acuerdo a Cruz (2003), 27700 kg/ha para el cultivar Grand Rapids y 27450 kg/ha para el cultivar Waldmann's Green en sistema de producción orgánico.

#### **b) Rendimiento ajustado**

Es el rendimiento promedio menos el 10%, el cual nos dio un valor máximo de 26.5 tn/ha.

En el estudio realizado por Aruquipa (2008), con el cultivar Waldmann's Green obtuvo un rendimiento de 22300 kg/ha y 26850 kg/ha con el cultivar Grand Rapids.

El Proyecto Micro Huertas Populares registró en su base de datos denominada Hortivar el rendimiento de la producción de lechuga según el mismo promedio es de 34620 kg/ha superior a los valores obtenidos en el presente estudio.

#### **c) Beneficio bruto**

Este indicador es el resultado de la multiplicación de los rendimientos ajustados por el precio del producto en el mercado Bs5 la bolsa, en este caso el beneficio bruto con el mayor rendimiento en producto comercial fue 173,000.00 Bs/ha.

#### **d) Costos totales**

Los costos totales más bajos alcanzados en la producción de la variedad Waldmann Green con capsulas de papel dio con un costo de 106,111.11 Bs/ha.

#### **e) Beneficio neto**

Este indicador fue calculado realizando la resta del beneficio bruto menos los costos parciales en la producción en el cultivo de lechuga con cápsulas de papel, obteniendo un valor de beneficio neto 66,888.89 Bs/ha.

**Tabla 15. Análisis Económico**

INDICADOR	VALOR
Rendimiento medio	29.4 tn/ha
Rendimiento ajustado	26.5 tn/ha
Beneficio bruto	173,000.00 Bs/ha
Costos totales	106,111.11 Bs/ha.
Beneficio neto	66,888.00 Bs/ha.
Relación B/C	1.63

#### **f) Relación Beneficio/Costo**

En la tabla 15 se aprecia los resultados del indicador de rentabilidad Beneficio/ Costo, donde se evidencia, que los beneficios de la producción de lechuga con la utilización de las capsulas de papel resultaron con valores positivos para el productor al ser mayor a 1, con un valor máximo de  $B/C = 1.63$  que significa que con la inversión de Bs1 en la producción se recuperan Bs0.63 de ganancia en el producto final.

#### **4.3.6 Comportamiento del cultivo frente a las covariables**

En cuanto al comportamiento de las covariables como ser las altas y bajas temperaturas, humedad relativa, la presencia de plagas, enfermedades, heladas y otras variables climáticas que no se pueden controlar en el experimento podemos afirmar que, si se tuvo influencia, sobre todo, de las bajas temperaturas en los meses de junio y julio lo que posiblemente provoco que el crecimiento del cultivo sea muy lento y provoco el incremento en los días a la cosecha.

Por otra parte, se tuvo la presencia de pulgones en las hojas básales de 3 plantas los cuales fueron controlados con la aplicación de un líquido preparado en base a tabaco casero acompañado de un control mecánico con la extracción de las hojas afectadas esta actividad se la realizo por dos semanas hasta que desaparecieron los pulgones del cultivo.

Maldonado (2009), señala que el híbrido, posee la habilidad superar las etapas de transición, entre invierno y verano, es decir no se ve afectado cuando se siembra en las postrimerías del invierno, por lo tanto, la incidencia de plagas y enfermedades es menor, por lo que esta información ratifica los resultados obtenidos en la presente investigación.

## 5 SECCIÓN CONCLUSIVA

### 5.1 Conclusiones

De acuerdo al análisis de los resultados de la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

Con la aplicación de las capsulas de papel en la atapa de almacigo en el cultivo de lechuga se obtiene una emergencia en menor tiempo, en este caso 5 días, así mismo el tiempo hasta el establecimiento de las plántulas en el almacigo duro 29 días, por lo que se puede afirmar que comparando con el mismo cultivo en el mismo ambiente atemperado se redujo el ciclo en esta etapa en 6 días.

En el trasplante en comparación con métodos tradicionales, con el uso de las capsulas se aseguró el prendimiento del 100 % de las plántulas ya que estas no sufrieron stress, en este momento se redujo el ciclo en 5 días aproximadamente, que es el tiempo que dura el periodo de adaptación de la planta al lugar definitivo.

Considerando que el estudio se realizó en invierno, el periodo de producción desde la siembra hasta la cosecha fue 98 días. Desde el trasplante al lugar definitivo a la cosecha fueron 69 días, lo que acorto el ciclo de producción en 11 días y permite elaborar un plan con más ciclos productivos, permitiendo obtener 6 cosechas al año, lo que favorece a la economía de los productores hortícolas.

Por otra parte, el comportamiento de las variables agronómicas en el lugar definitivo:

**Altura de planta.** - Con la aplicación de las capsulas de papel en la lechuga se llegó a una altura promedio en el momento de la cosecha de 27.7 cm.

**Diámetro de tallo.** - Con la aplicación de las capsulas de papel en la lechuga se llegó a un diámetro de tallo promedio en el momento de la cosecha de 21.10 mm.

**Número de hojas/planta.** - Con la aplicación de las capsulas de papel en el cultivo de lechuga se tuvo un numero de 29 hojas el momento de la cosecha.

El rendimiento del cultivo de lechuga con aplicación de capsulas de papel, en promedio fue de 381.64 gr por planta. Se obtuvo 173 bolsas de lechuga de 600 g aproximadamente, alcanzando un rendimiento de 29.4 tn/ha.



En el aspecto económico luego de analizar los costos parciales de producción de la presente investigación con la aplicación de las capsulas de papel, se tiene un beneficio costo, favorable de 1.63 es decir que por cada boliviano invertido se recupera Bs 0.63

Así mismo lo que se logró establecer es el ahorro en mano de obra, insumos como la semilla y el tiempo en el sitio definitivo por lo tanto se incrementa el número de cosechas al año produciendo mayores réditos económicos al productor.

Aplicando las capsulas de papel en el cultivo de la lechuga se tuvieron los siguientes beneficios:

- Se brindó mayor protección a las plántulas en el almacigo
- Hubo un control individual de las plántulas en almacigo
- Se garantizó el buen desarrollo radicular al no existir competencia entre plantas.
- Las plántulas no sufrieron estrés el momento del trasplante
- Se tuvo un 100 % de prendimiento luego del trasplante

La calidad de las plántulas obtenidas en etapa de almacigo con las capsulas de papel, proporciono un efecto positivo en la supervivencia y desarrollo inicial precoz de las plantas en el ambiente temperado, obteniendo un producto final de excelentes atributos morfológicos y en consecuencia un buen rendimiento con mayores beneficios.

El efecto del tamaño de las capsulas de papel se expresa por el volumen del recipiente más que por la densidad de siembra, donde se generó menor competencia entre las plántulas ya que la ventaja de estas es el de retener mayor disposición de nutrientes y humedad en la etapa de almacigo y todo el cultivo.

La capsula de papel permite conservar mejor la humedad, ya que, al existir contacto entre ellas, la celulosa del papel favorece el flujo laminar en el almacigo, por lo tanto, se aprovecha mejor el agua.

La capsula de papel al ser biodegradable no contamina el suelo a su vez no causa ningún estrés posterior al trasplante, lo que mejoró el vigor de las plántulas y el desarrollo de las mismas en el ambiente atemperado, reflejándose en el ahorro en mano de obra, semilla y agua.

Es conocido que los microorganismos del suelo y en especial lombrices degradan bien la celulosa lo que permite una mayor población de estos en el suelo a su vez mejora las propiedades físicas y químicas del mismo lo que es determinante para un buen desarrollo de los cultivos.

## **5.2 Recomendaciones**

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación de capsulas de papel en el cultivo de lechuga, se puede realizar las siguientes recomendaciones:

Se recomienda aplicar capsulas de papel en la producción de cultivos hortícolas y otras especies debido a que brinda mejores condiciones desde el almacigo y en todo el ciclo productivo, lo que permite obtener un producto de mejor calidad por lo tanto mayor utilidad.

Con la aplicación de esta técnica no es necesario realizar el trasplante a primeras horas de la mañana o al atardecer ya que al no verse afectada la parte radicular la planta no sufre estrés y esta actividad puede realizarse a cualquier hora del día.

Se recomienda utilizar una sola semilla por capsula, ya que este método al brindar mejores condiciones que un almacigo tradicional, garantiza la germinación.

Se recomienda tomar en cuenta la especie que se va a cultivar para la elección del tamaño de la capsula de papel.

Se recomienda aplicar las capsulas de papel en siembra directa en ambientes atemperados, así como en campo abierto o ensayos con diferentes tipos de cultivos hortícolas para conocer el comportamiento con semillas de diferente tamaño y ciclo fenológico.

Es posible conservar más o menos tiempo en almaciguera las plántulas en las capsulas si es que no se tuviera el espacio necesario en la carpa en caso de una producción intensiva del cultivo.

Se recomienda, aplicar el método de cápsulas de papel en otras épocas del año donde seguramente se acortaría aún más el ciclo productivo.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

ARUQUIPA, R., 2008. Producción de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo dos sustratos (sólido y líquido) en el municipio del alto. Tesis de Grado UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 80 p.

BARRERA, D., 2004. Evaluación de Cinco Variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivadas con la Técnica Hidropónica Solución Nutritiva Recirculante (NFT). Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala. pp. 71.

BARRIENTOS, J., 1999. Evaluación de dos variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo tres niveles de Suka-hidroponia en invernadero provincia Ingavi. La Paz, Bolivia: pp 77

BAUTISTA, M., 2000. Evaluación del rendimiento de cuatro variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en cultivo hidropónico, utilizando como sustrato arena y cascara de arroz. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala: pp 71

BOCANEGRA, O. (2014). Influencia de tres dosis crecientes de biofretelizantes biol en la producción de lechuga (*Lactuca savita* L.) Var Great Lakes 659 en condiciones del Valle de Santa Catalina. Trujilla: Universidad Privada Antenor Orrego.

BORREGO J. V., 1998. Historia de la Agronomía, Ed. Mundi Prensa S.A. Madrid

BENSON AGRICULTURE AND FOOD INSTITUTE, 2002. Comportamiento Agronómico de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz. Revista Latinoamericana de Agricultura y Nutrición. 1 (5): 7–12.

BOGNETTEAU, E. 1997. Propagacion de plantas para el Desarrollo Forestal Comunal en los Andes Bolivianos. Potosi – Bolivia. 220 p.

BONNAR, A. 1981. Como cultivar las hortalizas. Pequeñas guías prácticas. Blume. Barcelona. p. 1- 37.

BOLAÑOS A. 2001. Introducción a la Olericultura. 1. Ed. Editorial EUNED. 380 p.

BOSQUE, H. D. 2006. Fisiología Vegetal, Guía de prácticas de Laboratorio, Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 65 p.

BOTANICAL INTEREST, 2003. Lettuce-Butterhaed Tom thump (*Lactuca sativa* L.). Lot. #1 Broomfield,UK. .

CAMPOS, J. (2012). Evaluación del efecto de uso de fertilizantes foliares con acción bioestimulantes, sobre la producción y calidad de las lechugas. Santiago: Universidad de Chile

HERNÁNDEZ, S. C., & Sebastián, P. M. (2013). Diseño de un prototipo de un sistema de producción tipo Aeropónico . Bogotá D.C: Universidad EAN.

CRUZ, A., 2003. Evaluación de tres variedades de Lechuga (*Lactuca sativa*), bajo dos sistemas de producción. 20-56 p.

CASSERES, E. 1984. Producción de Hortalizas, Tercera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 385 p.

CARRASCO G., IZQUIERDO J. 2005. Manual técnico: Almaciguera flotante para la producción de almácigos hortícolas. Universidad de Talca. 4 p.

CASTAÑEDA R. 1983. Almácigos o semilleros protegidos con materiales plásticos. *In Memorias* El uso de los plásticos en la agricultura. Secretaria de agricultura y Recursos hidráulicos, Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. México. pp. 111- 112.

CASTELLANOS J. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero.

Editorial INTAGRI. 369 p.

CERNY A., RAJAPAKSE N., RIECK J. 2004. Height control of vegetables seedlings by greenhouse light manipulation. *Journal of vegetable crop production*. 10:67-80.

CRUZ E., CAN A., SANDOVAL M., BUGARIN R., ROBLES A., JUAREZ P. 2012.

Sustratos en la horticultura. *Revista Biociencias*. Universidad Autónoma de Nayarit. México. pp. 17-26.

CYMMYT. 1988. Manual de formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México D. F. –México. 79 p.

(DEVORE, J. L. 2011). *Probabilidad Y Estadística Para Ingeniería Y Ciencias*. Cengage Learning Editores S.A. de C.V

DE PAZ GÓMEZ, R.G. 2002. Producción de Cultivos Hortícolas. Quetzaltenango Guatemala

DELGADO, P. E. (2016). Evaluación de tres variedades de lechuga (*Lactuca scariola* L.) con tres dosis de fitohormonas y quelatos inorgánicos y orgánicos en condiciones de hidroponía. Guayaquil: Tesis de grado Universidad de Guayaquil. Obtenido de [http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11584/1/Delgado%20Paz%20E did%20Marisol.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11584/1/Delgado%20Paz%20E%20did%20Marisol.pdf)

DÍAZ, L. F. Arevalo, A., García, L. y Bujanos, R. 2011. Fertirrigación en el cultivo de la lechuga. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Folleto para productores No. 3, primera edición. México D. F. 32 p.

ELOLA, S. B. 2001. Evaluación agronómica de variedades de Lechuga en las localidades de San Benito y la Tamborada. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Agronomía. Cochabamba. Bolivia. p. 50 – 67.

ESTRADA, J. 1990. Carpas Solares. Técnicas de Producción para Hortalizas. Centro de Desarrollo y Fomento a la Autoayuda (CEDEFOA). La Paz. Bolivia. 43 p.

ESTRADA, J., 2009. Microhuertas, fuentes de nutrición y recursos económicos. Evaluación final del proyecto “Microhuertas Populares” de Asociación CUNA. La Paz, Bolivia. (Diapositivas). 49 diapositivas, son. + 1 Flash Memory de 4G. (30 minutos), color

FAO, 2000. Mejorando la Nutrición a Través de Huertos y Granjas Familiares. Roma Italia. p. 31 – 45.

FAO, 2006. Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Roma. Noviembre de 1996.

FARFÁN, M., 2004. Evaluación de dos sistemas de riego Localizado (uno Semi artesanal) en condiciones de carpa solar en el Altiplano Norte. Tesis de Grado.

GARCIA, R., E. DEHOGUEZ Y L., TZENOVA. 1996. El riego, 447pp.

GEBOL, Y. (2012). Dosis de bioestimulante tetrahormonal en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Great Lakes 659 bajo condiciones agroecológicas del distrito Lamas. Tarapoto: Universidad Nacional San Martín de Tarapoto

GIACONI, V., 1994. Cultivo de hortalizas. 9<sup>na</sup> Edición. Editorial Universitaria. 335 p.

GONZALES, A., 1998. Producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en campos con y sin quema de vegetación, bajo dosificación con estiércol en la provincia Caranavi. Tesis de Grado. UMSA. Facultad de Agronomía. La Paz-Bolivia. 98 p. .

GUTIÉRREZ, G. Z. 2005. Cultivares de lechuga (*Brassica oleracea var. italica*) en diferentes distancias de trasplante en época de invierno bajo ambiente atemperado. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. 82 p.

GUTIÉRREZ, J., Sucojayo, E., Choque, Z. y Copa, G. 2009. Manual de producción de hortalizas en carpas solares. Secretaria Desarrollo Social IELB, La Paz – Bolivia. 51 p.

HERNÁNDEZ, E. 2013 Estudio de la evaporación en Costa Rica y su aplicación para determinar el inicio y conclusión de la época seca y lluviosa. Tesis de grado para optar al título de licenciado en meteorología. San José de Costa Rica. 92 p.

HERNÁNDEZ, M. 2010. Evaluación de la evapotranspiración potencial en la región de la Joya, Veracruz: caso invierno-verano. Tesis. Universidad Veracruzana. 48 p.

HUERTOS, GZ. 2011. Manual de procedimientos para calidad de la lechuga para agroindustria. Consultado: febrero 2011. Disponible en <https://books.google.com.bo/books>

INTIPAMPA, L. A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico de tres cultivares de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en dos comunidades del municipio de Caranavi de la Paz. La Paz - Bolivia : Universidad Mayor de San Andrés

INFOAGRO, 2003. El cultivo de la col china. p. 1- 5

Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN), 2004. Análisis físico químico de suelos. Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares. La Paz. Bolivia.

JAPON J. 2019 Manual técnico “La Lechuga “Publicaciones de extensión agrícola Madrid España 20 pp

JARAMILLO, J.; DÍAZ, C. 2006. El cultivo de crucíferas lechuga, coliflor, col repollo y col china Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Manual técnico N° 20. 21– 43, 99 – 135, 167 – 168 p.

LESKOVAR D., STOFFELLA P. 1995. Vegetable seedling root systems: morphology, development, and importance. HortScience 30(6): 1153-1159.

LIMACHI, F. 2011. Evaluación de dos variedades de lechuga (*Brassica oleracea*) bajo tres densidades de plantación en sustrato sólido (HIDROPONICO) en ambiente atemperado en el municipio de El Alto. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. p. 42 – 62.

LIRA, R. 1994. Fisiología vegetal. 1ra ed. Editorial Trillas, S. A. de C.V. México. 326 p.

LEXUS, 2010. Cultivo Ecológico de Hortalizas/Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá-Colombia. 175 p.

LÓPEZ, J.C.; P. Lorenzo, E.; Medrano, J.C.; Sánchez – Guerrero, J.; Pérez, H.M.; Puerto y M. Arco. 2009. Calefacción de invernaderos en el sudeste español: resultados experimentales para cultivos de pepino y judía. Caja Rural de Almendría: España. 54 p

MALLAR, A. 1978. La lechuga. Hemisferio sur. p. 1- 61.

MAMANI, R. V. P. 2014. Evaluación de tres densidades de siembra en dos variedades de lechuga (*Brassica oleracea*) en ambiente atemperado en el centro Experimental de Cota Cota. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. 80 p.

MARTINEZ, D. 2006. Incidencia de la densidad de siembra y fitorreguladores y en la calidad y rendimiento de la lechuga en el valle de Cochabamba. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Cochabamba. Bolivia. p. 65.

MAROTO, 2013. Condiciones básicas para la instalación del huerto orgánico urbano, p. 12

MENDEZ J.,1993. Evaluación del cultivo hidropónico de lechuga (*LactucasativaL.*) en sistema NFT (Técnica de la Película de Nutriente) bajo invernadero

NINANCURO, E.,2007 producción hidropónica de lechuga (*LactucasativaL.*) en sistema re circulante. Atlántica de Costa Rica. Universidad EARTH. pp. 39

MEDRANO G. P. 2017. Cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema mixto (suelo e hidroponía) bajo diferentes soluciones nutritivas en el centro experimental de cota cota. La Paz – Bolivia

MÉNDEZ C. 2012. El trasplante y la calidad de almácigo. Boletín del Programa Nacional Sectorial de Producción Agrícola Bajo Ambientes Protegidos, Ministerio de Agricultura y Ganadería, ISSN 1659-4401. 6 (32).

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS. 2011. Producción de hortalizas. Proyecto. Ayuda humanitaria de asistencia y recuperación para comunidades afectadas por sequía en el Chaco. Bolivia. p. 1 – 20.

MUÑOZ, C. A. (2018). Identificación morfológica de los hongos causantes de la pudrición radicular en lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el Valle de Tumbaco. Quito: Universidad Central del Ecuador .

OVIEDO, E. E. (2013). Evaluación bioagronómica de ocho cultivares de lechuga icerbeg (*Lactuca sativa* L.) con abonos orgánicos y químicos en el canton Chambo provincia de Chimborazo. Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

[http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10532/1/DE00006\\_TR](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/10532/1/DE00006_TR)

PERRIN, R.; Anderson, J., 1988. Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos. Publicado por CIMMYT. Programa de Economía. México. pp. 92

QUESADA G. 2004. Caracterización físico química de materias primas y sustratos y su efecto sobre el desarrollo de plantas de almácigos de hortalizas en ambiente protegido. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 95 p.

QUESADA R., MÉNDEZ S. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana* 16(2): 171-183

RODRÍGUEZ, M. 1991. Fisiología Vegetal. Editorial Amigos del libro, Cochabamba, Bolivia. 445 p.

RODRIGUEZ, R., 2000. Cultivo Moderno de Lechuga. 2da Edición. Madrid España. Ediciones Mundi-Prensa. 190 p.



ROLLERI, J. 2005. Importancia del riego en el cultivo de lechuga. Disponible en: [www.infoagro.com](http://www.infoagro.com). Consultado: 05-03-2015.

RUIZ, A. López, I., Arteaga, R., Ramírez, J. A. Tasas de ventilación natural de un invernadero del centro de México estimadas mediante balance de energía. *Agrociencia* [online]. 2015, vol.49, n.1, pp.87-100. ISSN 2521-9766.

SALINAS, I. 2004. Efecto del humus de residuos urbanos sobre las propiedades del suelo y en la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Tesis de grado, Facultad de Agronomía, UMSA, La Paz Bolivia. 97 p.

SÁNCHEZ, C. 2005. Sistemas de riego: uso manejo e instalación. Editorial RIPALME EIRL, primera edición. Lima-Perú. 134 p.

SANTOS, L. de Juan. J. A. Picornell, M. R. y Tarjuelo J. M<sup>a</sup>. 2010. El riego y sus tecnologías. Centro Regional de Estudios del Agua, Universidad de Castilla – La Mancha CREA-UCLM. Albacete España. 296 p. Disponible en <http://crea.uclm.es>

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. Editorial AEDOS. Barcelona, España. pp. 181 – 192. Serrano, G. 2009. Ingeniería del riego y drenaje. Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología, Universidad Pública de El Alto. 238 p.

SALINAS, T. C. (2013). Introducción de cinco variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el barrio Santa Fé de la parroquia Atahualpa en el cantón Ambato . Ambato. Santoyo, G. M.,

SALAZAR, C. E. (2019). Evaluación de un sistema aeropónico/fogpónico en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) en el estado de Nayarit. *Revista Academia Journals*, 11(1), 1392-1397. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/332933954\\_Evaluacion\\_de\\_un\\_sistema\\_aeroponicofogponico\\_en\\_la\\_produccion\\_de\\_lechuga\\_Lactuca\\_sativa\\_en\\_el\\_estado\\_de\\_Nayarit](https://www.researchgate.net/publication/332933954_Evaluacion_de_un_sistema_aeroponicofogponico_en_la_produccion_de_lechuga_Lactuca_sativa_en_el_estado_de_Nayarit)

SOLIS, G. F. (2017). Evaluación del rendimiento en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistemas hidropónicos y aeropónico automatizados. Machala: Tesis de maestría, Universidad Técnica de Machala. Obtenido de

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (SENAMHI), 2003. Estaciones Meteorológicas del Altiplano Central, Boletín de Información. p. 16.

SERRANO, Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernadero. 1ra. Edición. Ed. Barcelona. Barcelona – España. 360 p.

TOLA, J., 1990. Botánica. 2da Edición. Bogotá-Colombia. Ed. Lerner. 38-39 p.

TOLEDO, Y. R. J. 2006. Evaluación agronómica en variedades de lechuga (*Brassica oleracea var. Itálica*) bajo abonos orgánicos y densidades de siembra. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz. Bolivia. p. 52- 55

TORRICO, D. 2002. Evaluación de variedades y densidades de Avena forrajera (*Avena sativa*) en la granja de Kallutaca Provincia Los Andes. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia. p. 9 – 10.

TÓPICO 2001. Revista Crop. Science. Sustratos. (En línea). Consultado febrero2016. Disponible en: [www.agro.itsm.mx\(agronomía\)](http://www.agro.itsm.mx/agronomía)

TORRES, C. *et al.* 2002. Manual Agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Editorial Limerín, Primera reimpresión Bogotá. Colombia. 88 p.

TURCHI, A. 1987. Horticultura. Guía práctica de Horticultura. CEAC, Barcelona - España. p. 1 – 50.

UNAM, 2005. Hortalizas, las llaves de la energía. Consultado el 3 de mayo de 2012, disponible en. <http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/int88.htm>.

URIARTE, J. 2005. Producción de hortalizas orgánicas. La Paz - Bolivia. p. 1 - 31.

VALADEZ, A., 1996. Producción de hortalizas. 3<sup>ra</sup> Ed. Limusa. Distrito F. MX. 95 p.

VAN HAEFF, J., 1987. Horticultura. 1ra Edición. Editorial Trillas. 112 p.

VERHAGEN J.B. 1997. Characterization of growing media or components for growing media to determine suitability for horticulture. Acta Horticulturae. Proc. Intl. Sym. Growing Media and Plant Nutrition. 450:129-135.

VIGLIOLA, M. 1992. Manual de horticultura, segunda edición, editorial Hemisferio sur. Argentina. Pp. 81-85

VALDEZ, A. 1995. Abonos, insecticidas y fungicidas orgánicos. 1ª edición. La Paz-Bolivia. pp. 13-26. Valdez, A. G. 1997. Respuesta de 7 variedades de lechuga en invernadero. Tesis de grado. Universidad Técnica de Oruro. Bolivia. 117 p.

VALDEZ, F. E. 2008. Efecto de fertirrigación en el comportamiento agronómico de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L.) bajo ambiente protegido en la localidad de Viacha. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 97 p.

VAN GENUCHTEN, M. 1980. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44: 892-898.

VARGAS, P. 2013. Ministerio del ambiente. Ecuador. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/tag/estaciones-meteorologicasautomaticas>

VÁSQUEZ, A., Vásquez, I. y Vilchez, G. 2009. Principios básicos de riego. Facultad de Ingeniería Agrícola, departamento de Recursos de agua y tierra, Instituto internacional de riego, U.N.A. La Molina-Perú. 265 p.

VICENTE, J.J. 2004. Diseños Experimentales. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz – Bolivia. 60 p.

<https://www.ecologiaverde.com/sembrar-lechuga-como-y-cuando-hacerlo-2022.html>

(<https://deconceptos.com/ciencias-naturales/almacigo>)

<https://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

[https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=292](https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=292)

[WWW.SIEMBRA.ORG.CO](http://WWW.SIEMBRA.ORG.CO)

<http://www.botanical-online.com/medicinalslactucasativa.htm>).

<http://www.gacetaoficialdebolivia.gob.bo/normas/listadonor/10>

**ANEXO 1 DATOS CLIMATICOS TEMPERATURA**

	TEMPERATURA MAXIMA			
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
1	41.1	31.1	29.1	36.1
2	41.2	34.2	31.2	40.5
3	34.7	37.5	29.7	42.7
4	42.9	38.7	31.9	35.9
5	43.7	40.5	37.7	42.1
6	46.5	41.1	43.5	39.5
7	36.5	31.5	31.5	32.5
8	37.1	39.1	39.1	36.1
9	42.3	39.3	30.9	33.3
10	43.1	37.1	38.5	35.1
11	36.3	36.3	35.7	40.3
12	36.5	39.5	36.5	37.5
13	38.7	40.7	33.7	34.7
14	41.9	34.9	39.9	32.9
15	35.5	41.9	37.1	33.5
16	40.7	35.1	32.3	37.7
17	44.5	37.3	35.5	42.5
18	42.7	37.7	41.7	38.7
19	42.9	34.9	34.9	33.9
20	43.1	42.3	34.1	35.1
21	43.3	38.5	34.3	42.3
22	38.5	37.7	42.1	35.1
23	40.7	37.1	32.9	39.3
24	45.9	30.9	35.1	38.2
25	45.1	31.1	31.3	39.7
26	45.3	37.3	41.3	37.3
27	46.1	35.7	36.1	38.1
28	39.9	38.9	39.3	34.9
29	34.1	38.7	33.5	39.9
30	40.3	42.5	33.7	34.7
31	45.2			38.0

<b>TEMPERATURA MEDIA</b>				
	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>
1	20.1	19	17.1	20.1
2	17.2	15.9	13.2	21
3	19.3	16.8	15.3	19.9
4	20.4	15.7	17.4	17.8
5	20.5	15.6	15.5	16.7
6	19.6	15.5	13.6	16.6
7	21.2	16.9	17.2	16
8	19.3	17.8	18.3	14.9
9	20.4	17.7	19.4	18.8
10	23.5	15.6	18.5	18.7
11	19.6	17.5	15.6	18.6
12	22.7	15.4	15.7	14.5
13	19.8	17.3	15.8	17.4
14	23.9	15.2	18.9	17.3
15	20	17.1	19	14.2
16	24.1	17.1	20.1	14.1
17	17.7	16.4	13.7	18.5
18	17.8	19.3	16.8	18.4
19	19.9	18.2	15.9	19.3
20	19	16.1	18	17.2
21	18.1	19	16.1	19.1
22	22.2	18.9	14.2	20
23	21.3	16.8	18.3	17.9
24	19.4	15.7	15.4	15.8
25	22.5	17.6	18.5	15.7
26	20.6	16.5	16.6	16.6
27	20.7	18.4	15.7	19.5
28	22.8	18.3	14.8	18.4
29	20.9	14.2	15.9	15.3
30	21	17.1	18	19.2
31	20.1			19

	<b>TEMPERATURA MINIMA</b>			
	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>
1	7.10	6.40	7.38	1.10
2	6.20	5.35	3.33	2.20
3	6.30	2.30	5.28	1.00
4	6.40	3.25	4.23	1.00
5	7.50	6.20	5.18	4.00
6	7.60	3.15	7.13	2.10
7	6.70	6.10	4.08	4.20
8	7.80	3.05	4.03	3.10
9	4.90	2.00	4.98	4.10
10	5.00	4.95	3.93	1.11
11	4.10	3.90	4.88	1.11
12	7.20	1.85	4.83	0.11
13	8.30	3.80	3.78	4.12
14	8.40	4.75	5.73	3.12
15	7.50	4.70	3.68	0.13
16	7.60	3.65	3.63	0.13
17	4.70	3.60	4.58	2.13
18	7.80	1.55	3.53	0.14
19	7.90	3.50	4.48	4.14
20	7.00	4.45	5.43	0.14
21	9.10	4.40	4.38	0.15
22	9.20	3.35	5.33	4.15
23	9.30	3.30	4.28	3.15
24	5.40	5.25	5.23	1.16
25	9.50	2.20	6.10	3.16
26	8.60	5.20	3.18	4.16
27	5.70	5.10	4.13	2.17
28	9.80	2.00	3.00	2.17
29	6.90	4.00	3.00	2.18
30	7.00	5.20	4.00	0.20
31	9.00			0.50

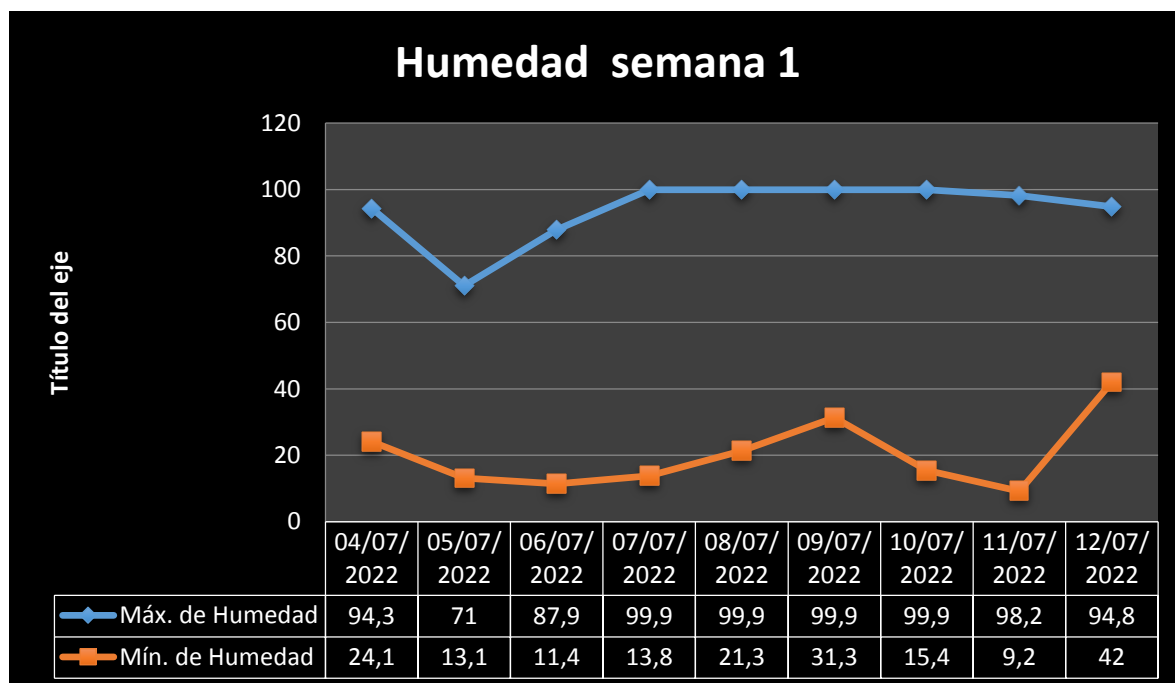
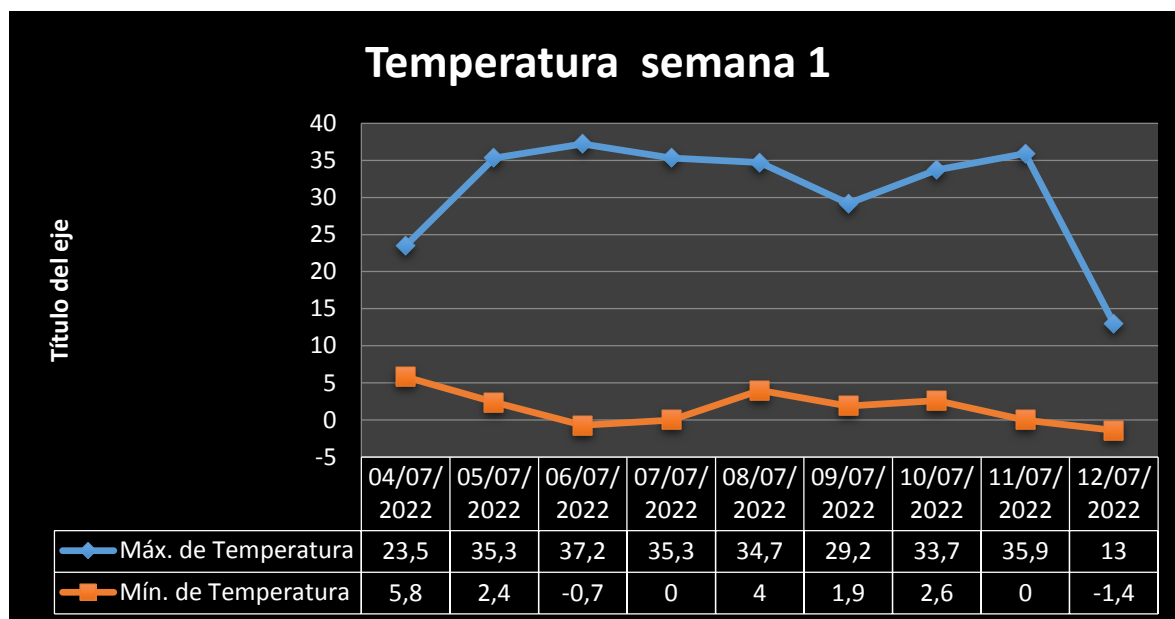
**DATOS CLIMATICOS                      HUMEDAD RELATIVA**

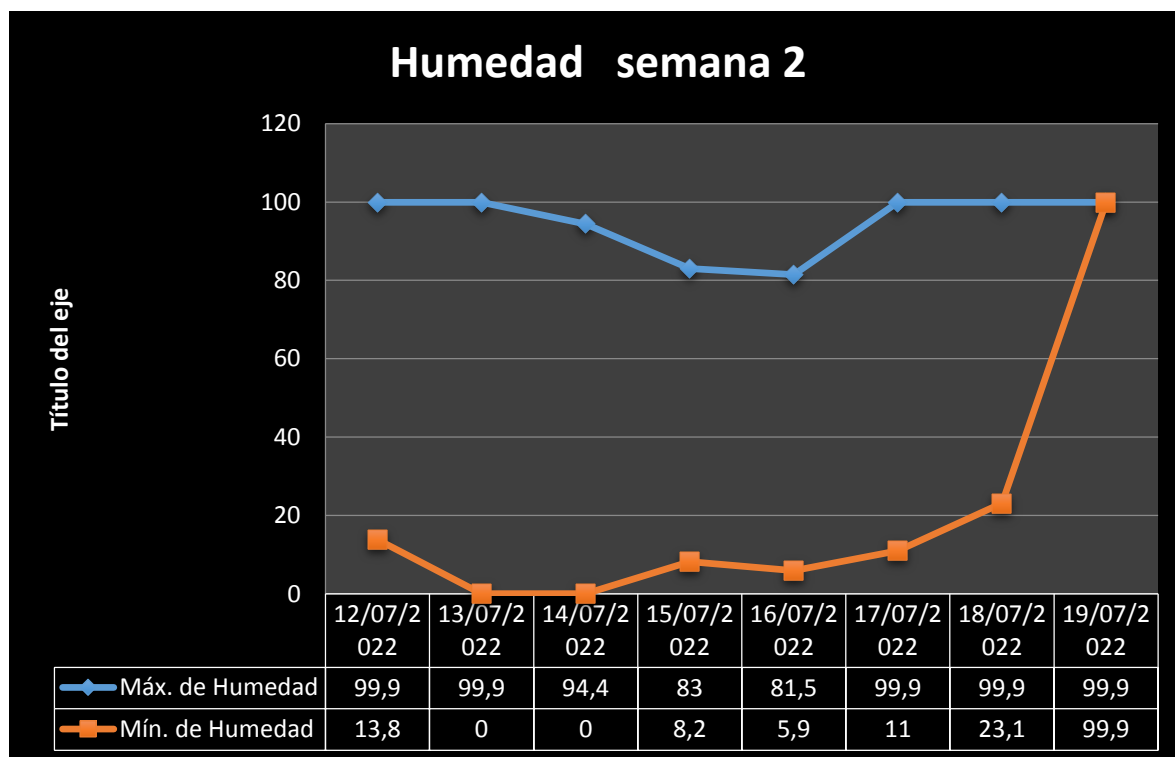
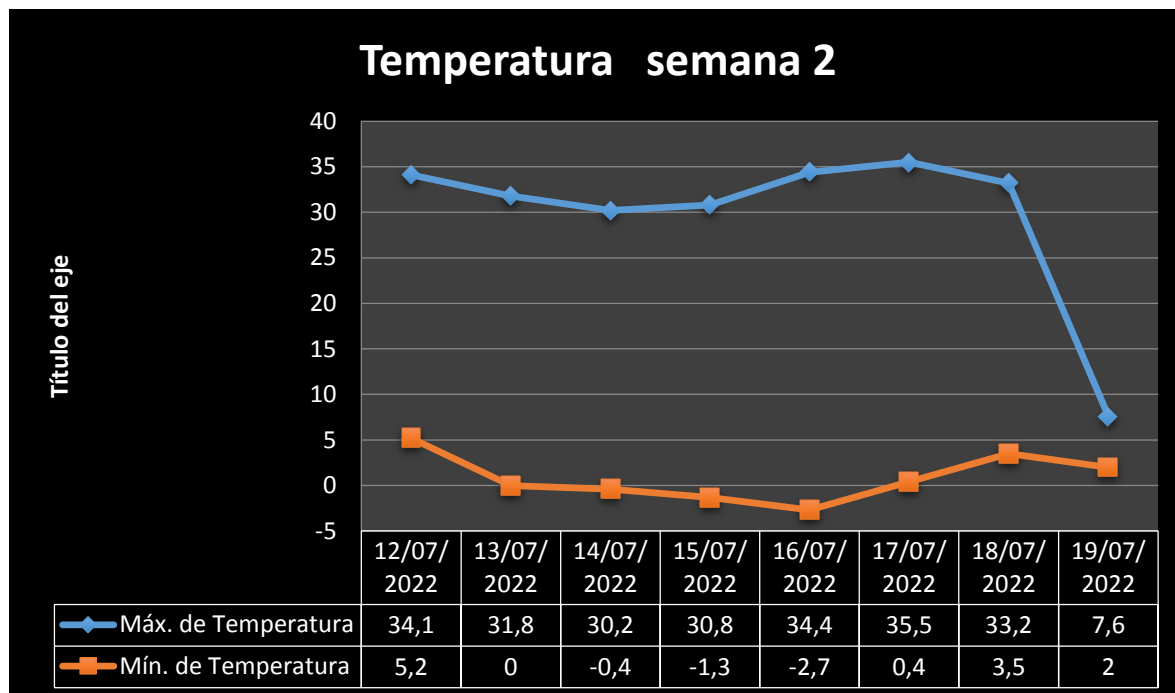
HUMEDAD RELATIVA MAXIMA				
	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>
1	71.10	78.40	83.00	81.20
2	47.20	78.35	85.00	82.20
3	49.30	80.30	84.10	79.18
4	47.40	79.25	83.13	83.17
5	47.50	78.20	83.18	83.17
6	48.60	80.15	85.23	81.16
7	49.70	79.10	83.28	82.16
8	47.80	80.05	84.33	81.16
9	49.90	79.00	85.38	83.15
10	50.00	78.95	85.43	80.15
11	48.10	77.90	84.48	81.15
12	50.20	79.85	83.53	81.14
13	48.30	78.80	85.58	82.14
14	48.40	78.75	84.63	83.14
15	50.50	77.70	84.68	79.13
16	50.60	79.65	84.73	81.13
17	49.70	77.60	83.78	81.13
18	48.80	77.55	83.83	82.12
19	49.90	78.50	83.88	80.12
20	49.00	79.45	84.93	81.11
21	51.10	78.40	84.98	82.11
22	50.20	78.35	86.03	83.11
23	49.30	78.30	85.08	80.10
24	50.40	78.25	85.13	83.10
25	50.50	77.20	84.18	81.10
26	49.60	78.20	85.23	79.10
27	51.70	78.10	84.28	81.00
28	49.80	78.00	84.33	83.00
29	50.90	79.00	84.38	80.00
30	48.00	78.00	83.00	82.00
31	51.00			80.00

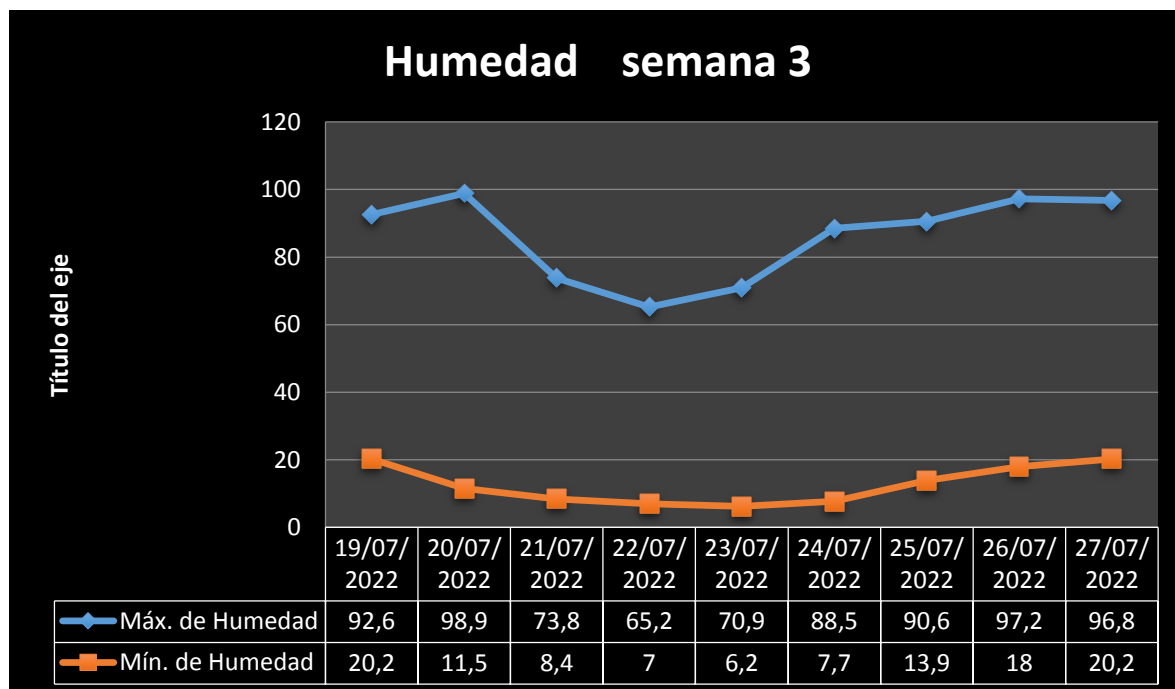
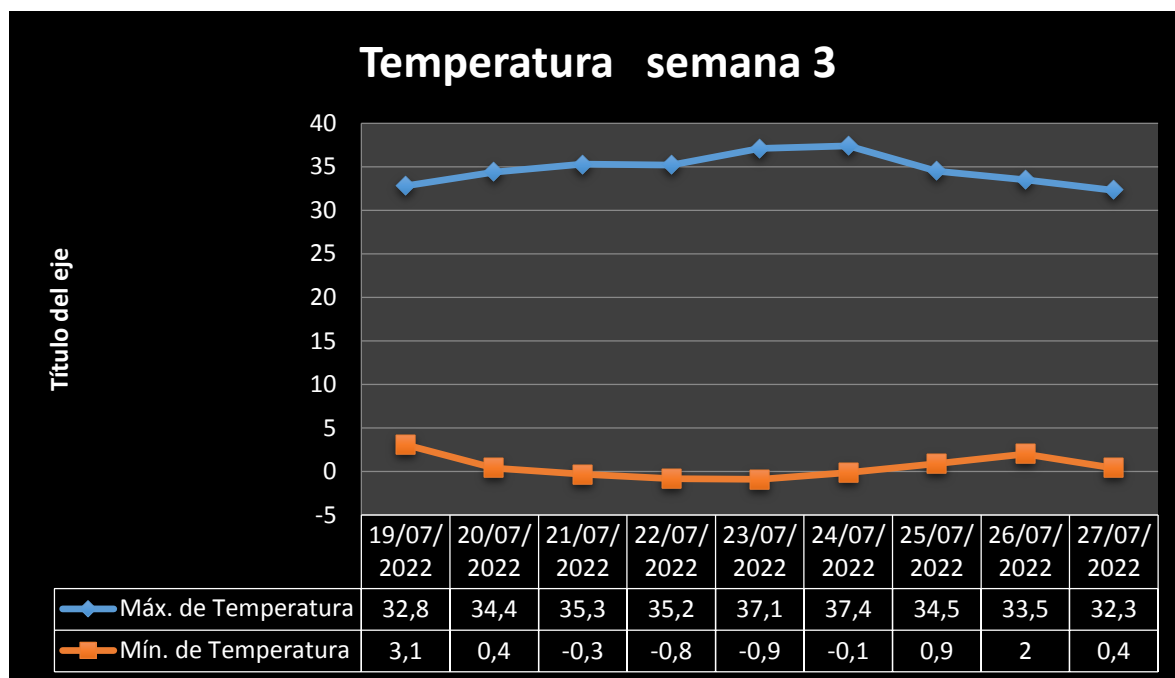
HUMEDAD RELATIVA MEDIA				
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
1	48.10	55.40	57.00	50.20
2	47.20	52.35	56.00	52.20
3	48.30	50.30	51.10	51.18
4	49.40	55.25	51.13	52.17
5	49.50	54.20	53.18	49.17
6	49.60	56.15	53.23	54.16
7	48.70	52.10	53.28	52.16
8	49.80	50.05	57.33	52.16
9	48.90	56.00	56.38	51.15
10	49.00	49.95	56.43	48.15
11	49.10	49.90	56.48	53.15
12	50.20	53.85	52.53	48.14
13	49.30	50.80	58.58	53.14
14	48.40	51.75	56.63	49.14
15	49.50	54.70	55.68	48.13
16	50.60	52.65	56.73	49.13
17	50.70	50.60	57.78	47.13
18	48.80	53.55	56.83	49.12
19	48.90	54.50	57.88	54.12
20	49.00	51.45	52.93	49.11
21	50.10	55.40	57.98	52.11
22	50.20	51.35	52.03	51.11
23	51.30	51.30	58.08	52.10
24	51.40	55.25	54.13	49.10
25	49.50	49.20	55.18	54.10
26	49.60	55.20	58.23	52.10
27	50.70	53.10	57.28	54.00
28	49.80	54.00	52.33	48.00
29	51.90	52.00	57.38	49.00
30	49.00	55.00	58.00	47.00
31	48.00			49.00



HUMEDAD RELATIVA MINIMA				
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
1	25.10	26.40	18.00	21.20
2	20.20	21.35	27.00	25.20
3	24.30	29.30	29.10	28.18
4	28.40	23.25	19.13	24.17
5	20.50	31.20	24.18	29.17
6	25.60	30.15	23.23	18.16
7	25.70	31.10	26.28	23.16
8	23.80	26.05	18.33	28.16
9	26.90	21.00	29.38	18.15
10	28.00	26.95	24.43	19.15
11	17.10	26.90	20.48	25.15
12	17.20	32.85	23.53	20.14
13	28.30	26.80	20.58	24.14
14	20.40	29.75	29.63	18.14
15	19.50	24.70	25.68	28.13
16	17.60	30.65	27.73	27.13
17	29.70	21.60	19.78	19.13
18	21.80	30.55	21.83	20.12
19	27.90	21.50	27.88	29.12
20	24.00	30.45	29.93	19.11
21	27.10	29.40	30.98	25.11
22	25.20	31.35	29.03	17.11
23	20.30	31.30	29.08	21.10
24	29.40	30.25	19.13	18.10
25	23.50	25.20	29.18	18.10
26	23.60	27.20	24.23	25.10
27	30.70	31.10	20.28	28.00
28	28.80	24.00	26.33	24.00
29	19.90	32.00	25.38	19.00
30	20.00	26.30	19.20	19.00
31	28.00			15.60







**ANEXO 2 DATOS DE ALTURA DE PLANTA ANTES DE LA COSECHA**

	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	LECTURA 4	LECTURA 5
MUESTRA	02/07/22	16/07/2022	30/07/2022	13/08/2022	27/08/2022
1	7	11.5	16.12	22	23.8
2	4.8	7.6	18.1	19.2	20.4
3	4.6	8.6	14.1	20	23.8
4	6.4	10.8	14.1	20.5	22.1
5	3.5	5.9	10.5	17.8	20.4
6	6.8	10.4	15.6	20.5	22.1
7	5.9	10.7	13	20	23.8
8	3.8	7	11.4	14	20.4
9	4.2	9.7	11.8	19	25.5
10	5.9	9.1	11.4	22.5	27.2
11	5.2	9.4	13	20	20.4
12	5	7	11.9	16.2	20.4
13	5.9	9.9	14.5	20	27.2
14	6.2	8.5	12.2	19.6	25.5
15	5.1	9.4	12.2	18	22.1
16	5.1	6.9	12.1	17	23.8
17	5.8	6.1	10.7	17	23.8
18	4.5	6.9	11.5	20.5	23.8
19	6.7	8	13.2	18.4	27.2
20	5	6.2	11.5	19	27.2
21	4.4	6.4	10.8	14.5	18.7
22	6.7	7.8	13.3	20	23.8
23	7.1	10	13.3	22	28.9
24	5.2	6.5	10.4	16	20.4
25	6	7.1	12.5	20	28.05
26	4.2	7.6	11.1	18.2	24.65
27	7.7	6.6	11.7	20	23.8
28	5.5	7.5	12.1	18.4	26.35
29	6.5	6.5	10.7	17	23.8
30	7	9.1	11.5	19	23.8
31	6	7.8	12.9	20	26.35
32	6.9	9.8	13.1	20.4	27.2
33	6	7.2	9.6	14.2	22.1
34	7	7	10.5	16	18.7
35	6.9	9	14.1	18.5	22.1
36	6.5	7.1	10.5	15	18.7
37	8.6	9.2	12.5	20	27.2
38	5.2	7.5	12.5	14.7	22.1

39	7	7.2	12.5	18	27.2
40	4.9	6.5	13	19.5	25.5
41	7	7	10.5	15	18.7
42	8	8.4	13	17.4	23.8
43	4.5	5.7	11	12.3	18.7
44	4	7.1	13.2	18	22.1
45	5.4	7	12.5	14	18.7
46	4.2	4.9	11	14	18.7
47	6.4	6.3	12.8	19.5	17
48	8	11.1	16	21.5	28.9
49	6.5	9.2	14	19	20.4
50	7.5	9.6	14	17	20.4
51	5.8	8.5	11.8	14	22.1
52	5	5.3	9.8	17	22.1
53	5.7	6.9	12.3	13.5	25.5
54	5.4	9.6	11	12.5	17
55	4.6	6.3	11.7	14	19.55
56	4.6	5	11.2	15	20.4
57	6.8	6.6	12.8	16.2	18.7
58	4	5.6	10.5	16	23.8
59	4.8	5.8	10.6	16	22.1
60	4.8	8	12	15.2	17
61	3.3	6.7	13.5	16	18.7
62	4.3	6.7	11	16.4	25.5
63	3.7	4	9.8	13.2	17
64	4.2	6.6	10.3	17	22.1
65	4.2	6.7	11.7	20.3	25.5
66	2.9	4.5	10	16	22.1
67	4.7	7	11.5	17.4	23.8
68	5	6.5	10	15.6	23.8
69	5.5	8.5	11.4	20.1	25.5
70	4.6	6.3	10.8	15.9	23.8
71	5.8	7.6	12	17	22.1
72	4.8	6.5	12	18	23.8
73	6.8	6.2	10.8	16.2	22.1
74	5.6	9.5	13	19.2	23.8

**DATOS DE NUMERO DE HOJAS ANTES DE LA COSECHA**

	LECTURA 1	LECTURA 2	LECTURA 3	LECTURA 4	LECTURA 5
	02/07/22	16/07/2022	30/07/2022	12/08/2022	25/08/2022
1	4	6	8	12	24
2	3	5	6	8	20
3	3	5	7	12	24
4	3	5	7	13	25
5	3	5	5	8	20
6	4	6	9	16	28
7	4	5	8	13	25
8	3	4	6	7	19
9	3	4	6	9	21
10	4	4	8	9	21
11	4	5	7	6	18
12	4	5	6	8	20
13	4	5	8	14	26
14	4	5	8	9	21
15	4	5	6	8	20
16	4	5	6	9	21
17	4	4	7	10	22
18	4	4	7	12	24
19	4	5	8	14	26
20	4	5	7	13	25
21	4	4	6	10	22
22	4	4	9	14	26
23	4	6	10	18	30
24	4	4	6	9	21
25	4	4	6	11	23
26	4	4	8	14	26
27	4	4	7	14	26
28	4	4	8	11	23
29	4	4	7	13	25
30	4	5	8	11	23
31	4	4	5	16	28
32	4	5	8	12	24
33	3	4	6	10	22
34	4	4	7	11	23
35	4	4	8	13	25
36	4	4	8	10	22
37	4	5	9	14	26

38	4	5	8	13	25
39	4	4	8	12	24
40	4	4	10	15	27
41	4	5	9	14	26
42	4	6	10	14	26
43	4	4	8	10	22
44	4	5	9	12	24
45	4	4	8	11	23
46	4	4	7	11	23
47	4	5	9	12	24
48	4	6	10	15	27
49	4	5	10	12	24
50	4	5	9	16	28
51	4	4	7	9	21
52	3	4	6	9	21
53	3	4	8	10	22
54	4	4	6	7	19
55	3	4	8	10	22
56	3	4	7	9	21
57	3	5	8	12	24
58	3	3	6	10	22
59	3	4	7	10	22
60	3	5	8	11	23
61	3	4	9	14	26
62	3	4	8	11	23
63	3	3	7	9	21
64	3	4	7	10	22
65	3	5	8	13	25
66	3	3	7	10	22
67	3	5	6	14	26
68	4	5	8	12	24
69	4	4	9	13	25
70	4	4	8	12	24
71	4	4	7	10	22
72	4	4	7	13	25
73	4	4	8	12	24
74	4	4	8	13	25



**DATOS DE LAS VARIABLES AGRONOMICAS A LA COSECHA**

MUESTRA	ALTURA DE PLANTA	NUMERO DE HOJA	DIAMETRO DE CUELLO	PESO COMERCIAL
1	28	30	20.715	320
2	25.5	27	19	221
3	27	31	17.095	383
4	28	25	16.365	344
5	25	27	19.2	168
6	25	31	20.305	210
7	24.5	30	25.5	263
8	27	27	21.15	436
9	26	27	20.59	228
10	22	28	20.935	252
11	23.2	22	20.575	232
12	27.2	28	20.6	263
13	30	30	20.495	472
14	26.7	28	21.9	228
15	24.5	25	21.38	413
16	27	27	21.65	408
17	30	36	23.31	319
18	28	30	19.735	313
19	31	34	22.65	450
20	31	30	27.96	497
21	31	32	23.345	393
22	30	32	25.24	326
23	31	33	21.6	608
24	26.5	28	22.62	548
25	30.5	30	20.73	384
26	30	31	19.975	401
27	31	32	21.39	392
28	30	27	22.79	412
29	30	25	16.26	409
30	30	27	24.675	541
31	30	32	21.57	215
32	30	27	16.51	300
33	26	27	21.93	517
34	26.5	34	18.8	363
35	30.5	30	20.56	385
36	27	28	22.5	625
37	29.5	30	27.44	443

38	26.5	31	22.75	258
39	30	30	23.93	254
40	30	32	13.165	483
41	26	30	21.05	446
42	27	28	21.155	464
43	27	28	21.75	500
44	30	30	18.93	210
45	26	27	20.75	430
46	27	28	20.99	453
47	24	28	20.8	406
48	31	34	18.985	360
49	27	27	20.425	320
50	29	32	25.585	170
51	30	28	18.44	330
52	26	27	22.2	426
53	30	26	19.549	548
54	28	27	20.35	461
55	23	26	18.645	186
56	27	26	22.5	453
57	24	26	23	521
58	30	28	17.15	120
59	25.5	26	21.395	265
60	27	27	21.295	426
61	24.5	30	21.15	240
62	28	30	18.54	340
63	29	30	16.15	329
64	28	26	23.15	295
65	30	30	20.25	330
66	26	26	21.28	370
67	26	28	31.455	425
68	30	32	18.275	360
69	28	30	22.595	350
70	26	29	18.89	315
71	26	34	19.24	330
72	26.5	30	23.04	357
73	27	30	21.365	355
74	28	27	22.04	462

## ANEXO 3 DATOS DE RENDIMIENTO DE LA TOTALIDAD DE PLANTAS

383	246	320	430	581	209	468	490	271	221	383	344	551	168	246	210	355	263	176	211	436	228	523
443	252	542	232	392	485	327	241	263	496	193	180	247	472	248	394	356	498	228	338	282	413	503
303	217	287	408	515	508	299	249	424	299	623	503	319	158	268	557	313	321	209	391	541	450	188
168	497	563	360	528	240	393	326	457	526	608	610	338	548	384	452	473	206	231	401	392	220	475
610	612	214	412	429	179	204	409	497	541	156	215	362	466	330	443	376	300	575	185	332	517	287
212	574	363	556	201	487	217	385	431	510	286	385	492	625	329	295	537	403	425	297	387	461	159
439	549	242	371	410	409	478	443	345	202	442	603	309	519	271	301	308	544	609	554	477	258	423
285	554	615	194	323	458	254	483	159	602	411	403	411	527	576	263	193	341	446	544	334	368	420
572	273	280	474	464	342	437	529	255	484	403	349	500	232	436	202	285	210	619	430	186	453	386
561	518	402	406	491	452	610	412	360	500	320	202	151	167	170	536	230	597	236	330	520	596	450
577	603	359	426	483	360	529	218	373	421	305	548	461	227	336	428	549	239	473	578	186	159	417
245	381	453	316	521	594	201	158	150	265	538	388	554	458	389	477	543	426	582	341	598	549	378
274	240	175	281	361	429	398	554	340	354	166	511	417	293	465	489	266	538	603	431	551	174	177
362	426	302	329	559	295	181	330	370	395	194	223	472	425	367	167	184	362	180	360	157	190	350
550	152	204	493	364	192	438	315	189	567	372	474	437	524	219	357	236	617	327	355	552	331	517

Δ

### ANEXO 4 REGISTRO FOTOGRÁFICO



FOTO 1 Vista de la platabanda



FOTO 2 Abonado



FOTO 3 Preparación del sustrato



FOTO 4 Preparación del sustrato



FOTO 5 Preparación del sustrato



FOTO 6 Vista de la almaciguera

## Elaboración de cápsulas de papel

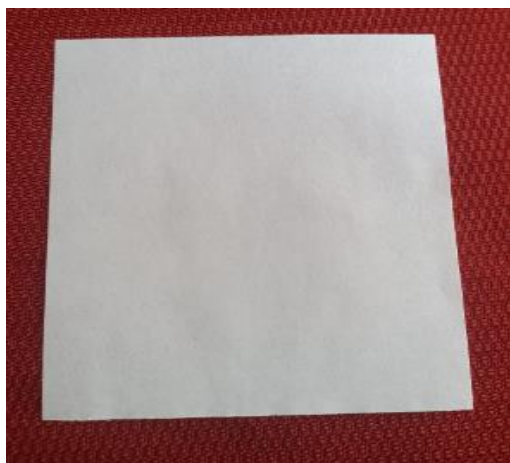


FOTO 7 Papel Sabana 10 X 12 cm



FOTO 8 Paso 1



FOTO 9 Paso 2



FOTO 10 Paso 3

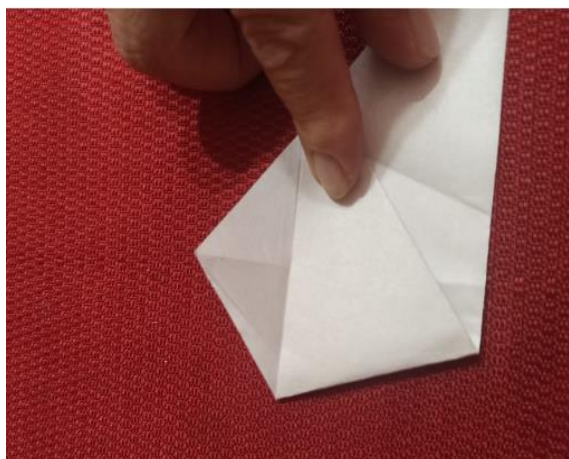


FOTO 11 Paso 4

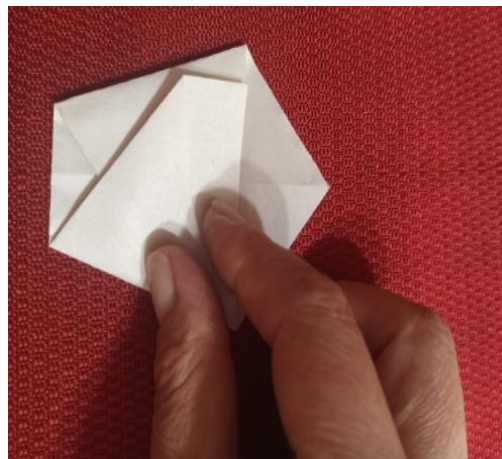


FOTO 12 Paso 5



FOTO 13 Paso 6



FOTO 14 Paso 7



FOTO 15 Paso 8



FOTO 16 Paso 10



FOTO 17 Paso 11



FOTO 18 Paso 12

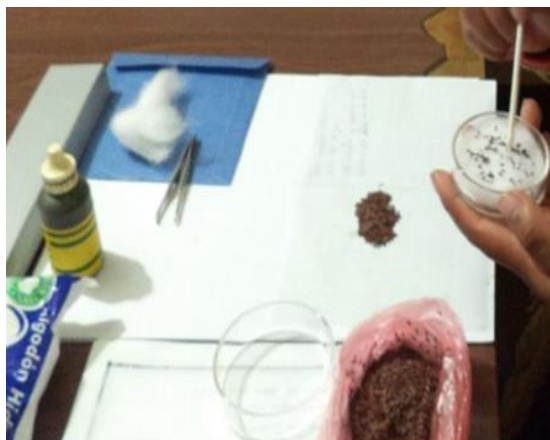


FOTO 19 Prueba de germinación

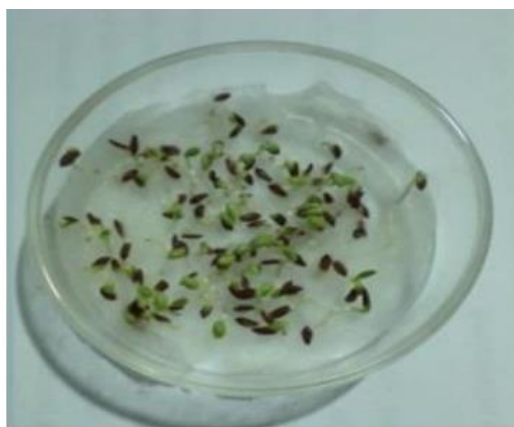


FOTO 20 Plántulas germinadas



FOTO 21 Desinfección del sustrato



FOTO 22 Llenado de cápsulas



FOTO 23 Siembra en las cápsulas



FOTO 24 Emergencia en las cápsulas



FOTO 25 Plántulas con monofilos



FOTO 26 Plántulas con la primera hoja verdadera



FOTO 27 Plántulas con la primera hoja verdadera



FOTO 28 Plántulas con la segunda hoja verdadera



FOTO 29 Plántulas con la tercera hoja verdadera



FOTO 30 Plántula con la tercera hoja verdadera





Foto 31 Plántula con capsula para trasplante



Foto 32 Plántula para trasplante almacigo tradicional



Foto 33 Trasplante con capsula

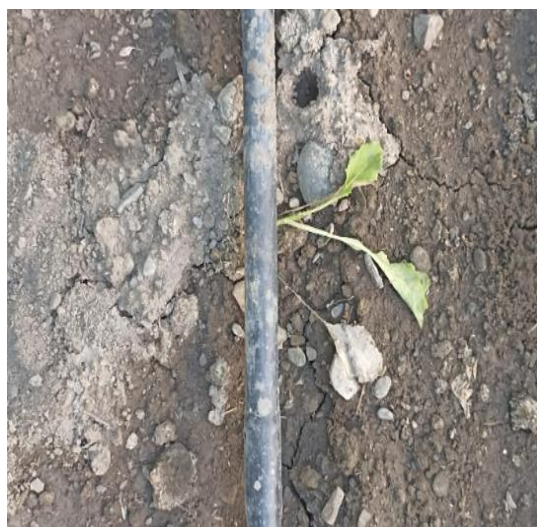


Foto 34 Trasplante tradicional



Foto 35 Platabanda trasplante con capsulas de papel



Foto 36 Platabanda con trasplante tradicional



**FOTO 37** Plántula lista para trasplante



**FOTO 38** Trasplante con capsulas



**FOTO 39** Plántulas trasplantadas tres bolillo



**FOTO 40** Platabanda establecida



**FOTO 41** Muestras marbeteadas



**FOTO 42** Cultivo en desarrollo



**FOTO 43 Toma de datos de altura**



**FOTO 44 Toma de datos de número de hojas**



**FOTO 45 Escarda**



**FOTO 46 Control de sanidad del cultivo**



**FOTO 47 Toma de datos antes de la cosecha**



**FOTO 48 Toma de datos antes de la cosecha**



FOTO 49 Cultivo antes de la cosecha



FOTO 50 Cosecha de la lechuga



FOTO 51 Lechuga más la capsula



FOTO 52 Toma de peso de las lechugas



FOTO 53 Lavado de la lechuga



FOTO 54 Embolsado

**ANEXO 5- COSTOS PARCIALES DE PRODUCCION**

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>I. Preparación del terreno</b>				
Remoción	Hora	0,25	50	12,5
Nivelado	Hora	1,5	9,4	14,1
<b>II. Insumos</b>				
Semillas	gr	1	5	5
Abono orgánico	kg	120	0,8	96
capsulas de papel	unidad	400	0,011	4,4
<b>III. Mano de obra</b>				
Elaboración de capsulas	Hora	2	9,4	18,8
Siembra	Hora	3	9,4	28,2
Trasplante	Hora	2	9,4	18,8
<b>IV. Labores culturales</b>				
Deshierbe	Hora	4	9,4	37,6
Riego	Hora	4	9,4	37,6
Control fitosanitario	Hora	4	9,4	37,6
<b>V. Cosecha y pos cosecha</b>				
- Cosecha	Hora	2	9,4	18,8
- Selección y lavado	Hora	2	9,4	18,8
- Envasado	Hora	2	9,4	18,8
Alquiler de Carpa	mes	3	26,2	78
Alquiler de sistema de riego	mes	3	15	45
<b>Costo total</b>				<b>477,5</b>