

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN**  
**AGROPECUARIA**  
**PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO**  
**SEDE UNIVERSITARIA - PATACAMAYA**



**TESINA DE GRADO**

**PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)  
DE LA VARIEDAD ARREPOLLADA SALINAS UTILIZANDO ABONOS ORGANICOS  
EN CARPA SOLAR EN EL MUNICIPIO DE PATACAMAYA**

**YUDITT DELGADO VILLCA**

**La Paz – Bolivia**

**2018**

# UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA

PROGRAMA TÉCNICO SUPERIOR AGROPECUARIO

SEDE UNIVERSITARIA - PATACAMAYA

TESINA DE GRADO

**PRODUCCION Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa L.*)  
DE LA VARIEDAD ARREPLLADA SALINAS UTILIZANDO ABONOS ORGANICOS  
EN CARPA SOLAR EN EL MUNICIPIO DE PATACAMAYA**

*Tesina de grado presentado como requisito parcial*

*Para optar el título de Técnico Universitario Superior en Agropecuario*

**YUDITT DELGADO VILLCA**

**ASESORES:**

Ph.D. Félix Mamani Reynoso

-----

Ing. Juana Luisa Apaza Paz

-----

**TRIBUNAL REVISOR:**

Ing. José Eduardo Oviedo Farfán

-----

Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela

-----

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL:**

-----

LA PAZ-BOLIVIA

2018

## **DEDICATORIA**

*Con mucho cariño y afecto a mi querido padre Leonardo Delgado Aro que me ayuda desde el cielo, y por todo el apoyo que me ha dado, siempre tendrá un lugar muy especial en mi corazón.*

*A mi madre Rainelda Villca Medrano y a mis hermanos por brindarme su apoyo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A Dios por bendecirme cada uno de mis días y acompañarme en cada momento.*

*A mi asesor Ing. PhD. Félix Mamani Reynoso por el asesoramiento y el tiempo dedicado para mejorar el presente trabajo.*

*A mi asesora Ing. Juana Luisa Apaza Paz por el asesoramiento durante el presente trabajo y gracias por el gran apoyo.*

*Al Ing. M.Sc. Luis Machicao Terrazas por brindarme sus conocimientos y enseñanzas muchas gracias.*

*A mis tribunales; Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela y al Ing. José Eduardo Oviedo Farfán por brindarme su tiempo para mejorar el presente trabajo.*

*A la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, al plantel docente por sus enseñanzas, experiencias y conocimientos que ayudaron a mi formación profesional.*

*A todos ellos mis agradecimientos sinceros.*

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Justificación .....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. General.....	2
1.2.2. Específicos .....	2
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Origen.....	3
2.2. Características botánicas .....	3
2.3. Taxonomía.....	4
2.4. Variedades de lechuga arrepollada.....	4
2.5. Fases fenológicas de la lechuga arrepollada .....	5
2.6. Ciclo biológico o agronómico de la Lechuga .....	6
2.7. Importancia de la lechuga .....	6
2.8. Requerimientos nutricionales de la lechuga .....	7
2.9. Propiedades nutricionales .....	7
2.10. Exigencias agroecológicas del cultivo .....	8
2.10.1. Temperatura .....	8
2.10.2. Humedad .....	9
2.10.3. Suelo .....	9
2.11. Características agronómicas del cultivo .....	10
2.11.1. Semilla.....	10
2.11.2. Preparación de suelo .....	10
2.11.3. Siembra .....	10
2.11.4. Almacigo .....	11
2.11.5. Trasplante.....	11
2.11.6. Riego .....	12
2.11.7. Cosecha .....	12
2.11.8. Rendimiento .....	13

2.12. Abonos orgánicos .....	14
2.12.1. Importancia del abono orgánico .....	16
2.12.2. Abono de bovino .....	16
2.12.3. Abono de ovino .....	18
2.12.4. Abono de cuy .....	18
2.12.5. Aplicación de abonos orgánicos .....	19
2.13. Ambientes controlados de Carpa Solar .....	20
2.14. Relación beneficio costo (B/C) .....	20
<b>III. LOCALIZACIÓN .....</b>	<b>21</b>
3.1. Ubicación geográfica .....	22
3.1.1. Latitud y longitud .....	22
3.1.2. Límites territoriales .....	22
3.2. Características climáticas .....	22
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
4.1. Materiales .....	23
4.1.1. Material vegetal .....	23
4.1.2. Material orgánico .....	23
4.1.3. Materiales de campo y equipo .....	23
4.2. Método .....	23
4.2.1. Determinación del porcentaje de germinación .....	24
4.2.2. Preparación del sustrato para almaciguera .....	25
4.2.3. Desinfección del sustrato .....	26
4.2.4. Siembra en la almaciguera .....	27
4.2.5. Días a la emergencia .....	27
4.2.6. Riego en almacigo .....	28
4.3. Preparación del terreno .....	29
4.3.1. Demarcación de las parcelas .....	29
4.4. Análisis de suelo .....	29
4.5. Incorporación de abonos orgánicos .....	30
4.6. Nivelado del suelo y excavación de surcos .....	31
4.7. Trasplante .....	32

4.8. Labores culturales.....	32
4.8.1. Deshierbe .....	32
4.8.2. Aporque .....	33
4.8.3. Riego .....	33
4.9. Semisombra.....	33
4.10. Temperatura .....	34
4.11. Cosecha.....	34
4.12. Análisis estadístico .....	35
<b>4.13. Variables evaluadas.....</b>	<b>37</b>
4.13.1. Emergencia (días) .....	37
4.13.2. Porcentaje de prendimiento (%).....	37
4.13.3. Altura de la planta (cm) .....	37
4.13.4. Diámetro de la cabeza (cm) .....	37
4.13.5. Peso de la lechuga (g) .....	37
4.13.6. Número de cabezas de lechuga .....	38
4.13.7. Rendimiento de la lechuga repollada (kg/m <sup>2</sup> ).....	38
4.13.8. Relación beneficio y costo (b/c) .....	38
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
5.1. Emergencia (días).....	39
5.2. Prendimiento de planta (%).....	39
5.3. Altura de la planta (cm) .....	40
5.3.1. Análisis de varianza altura planta .....	40
5.3.2. Comparación de promedios de la altura planta .....	40
5.4. Diámetro de cabeza de lechuga.....	41
5.4.1. Análisis de varianza del diámetro .....	41
5.4.2. Comparación de promedios del diámetro.....	42
5.5. Peso de la lechuga .....	43
5.5.1. Análisis de varianza del peso de la lechuga.....	43
5.5.2. Comparación de promedios del peso de la lechuga.....	44
5.6. Número de cabeza de la lechuga repollada .....	44
5.6.1. Análisis de varianza de número de cabezas de la lechuga .....	44

5.6.2. Comparación de promedios de número de cabezas de lechuga .....	45
5.7. Rendimiento de la lechuga.....	46
5.7.1. Análisis de varianza del rendimiento de la lechuga.....	46
5.7.2. Comparación de promedios del rendimiento .....	46
5.8. Relación beneficio y costo (B/C) .....	48
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>52</b>

## Índice de figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Fases fenológicas de lechuga.....	5
Figura 2. Sistema de coordenadas y límites municipales.....	21
Figura 3. Determinación del porcentaje de germinación de semilla de lechuga.....	24
Figura 4. Muestra de semillas germinadas al 75% y 90%.....	25
Figura 5. Preparación del sustrato para las almacigueras.....	26
Figura 6. Desinfección del sustrato y eliminación de microorganismos.....	26
Figura 7. Siembra de Lechuga en la almaciguera en surco y al voleo.....	27
Figura 8. Plántulas emergidas de lechuga en las dos formas de siembra.....	28
Figura 9. Aplicación del riego en la almaciguera de Lechuga.....	28
Figura 10. Demarcación de las parcelas de acuerdo al diseño.....	29
Figura 11. Diferentes tipos de abonos descompuestos con distintas cantidad.....	30
Figura 12. Incorporación de abonos orgánicos a cada parcela de acuerdo al diseño.....	31
Figura 13. Nivelado del suelo y excavación de los surco para el trasplante.....	31
Foto 14. Trasplante de las plántulas de lechuga repollada a lugar definitivo.....	32
Figura 15. Riego por inundación al surco después del trasplante.....	33
Figura 16. Temperaturas máximas, mínimas, durante el mes de octubre.....	34
Figura 17. Cosecha de lechuga repollada salinas.....	35
Figura 18. Croquis experimental.....	36
Figura 19. Porcentaje de prendimiento de la planta (%).....	39
Figura 20. Comparación de promedios de altura de planta (cm).....	41
Figura 21. Comparación de medidas de diámetro de cabeza (cm).....	42
Figura 22. Comparación de promedios de número de cabezas de lechuga.....	45

## Índice de cuadros

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Tabla Boliviana de composición de alimentos.....	8
Cuadro 2. Composición de materias orgánicas de origen animal.....	17
Cuadro 3. Composición químico de abono ovino y cuy.....	19
Cuadro: 4 Aplicación de diferentes abonos orgánicos.....	19
Cuadro 5. Preparación del sustrato para las almacigueras.....	25
Cuadro 6. Incorporación de abonos orgánicos.....	30
Cuadro 7. Análisis de varianza de altura de planta (cm).....	40
Cuadro 8. Análisis de varianza diámetro de la cabeza (cm).....	42
Cuadro 9. Análisis de varianza peso de la planta (g).....	43
Cuadro 10. Comparación de Promedios de peso de la cabeza (g).....	44
Cuadro 11. Análisis de varianza de número de cabezas de la lechuga.....	45
Cuadro 12. Análisis de varianza para el rendimiento.....	46
Cuadro 13. Comparación de promedios del rendimiento.....	47
Cuadro 14. Comparación de promedios de relación benéfico costo.....	48

## Resumen

El presente estudio se realizó en carpa solar en el municipio de Patacamaya ubicado a 101 kilómetros de la ciudad de La Paz- Bolivia.

El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar la producción y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) de la variedad arrepollada salinas utilizando abonos orgánicos en carpa solar en el municipio de Patacamaya, para esta investigación se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 16 unidades experimentales .

En el procedimiento experimental se realizó la siembra, en almacigueras en las cajas de madera para su germinación de las plántulas de lechuga, finalizando el tiempo del almacigo, se procedió con el trasplante al lugar definitivo donde cada uno de las unidades estaba incorporado de diferentes tipos de abonos orgánicos para identificar que abono es mejor para el rendimiento de la lechuga en la fase de la cosecha. En el transcurso del crecimiento de la planta se midió la siguiente variable; altura de planta cada 7 días, hasta la cosecha de la lechuga arrepollada.

La cosecha fue realizada de cada uno de los tratamientos a los 120 días, después de la siembra hasta la cosecha, tomando el criterio de madures fisiológica del cultivo, donde se realizó la evaluación cultiva de la variedad arrepollada salinas, en lo cual se midió; altura de planta, diámetro de la cabeza, número de cabezas de la lechuga, peso de la planta y rendimiento de planta por cada tratamiento, en lo cual el abono bovino ( $T_1$ ) obtuvo un mayor rendimiento con un promedio de  $12,50 \text{ kg/m}^2$  y seguidamente con los tratamientos de abono ovino ( $T_2$ ) con  $9 \text{ kg/m}^2$ , abono cuy con promedio de  $8,75 \text{ kg/m}^2$  y testigo con  $5,75 \text{ kg/m}^2$ .

De acuerdo a los resultados obtenidos de beneficio costo, se tomaron en cuenta los ingresos y los egresos de la investigación; se obtuvo un mejor beneficio costo de abono bovino ( $T_1$ ) con 1,50; lo cual indica que hay ganancia y seguidamente los diferentes abonos de cuy y abono ovino por ultimo testigo.

## I. INTRODUCCIÓN

La lechuga arrepollada (*Lactuca sativa L.*) de la variedad Salinas, es la hortaliza de hoja que se consumen crudas en diferentes tipos de preparación de platos como ser ensaladas; desde el punto de vista alimenticio posee un valor nutritivo elevado de proteína de 1,15 gr y tiene un alto porcentaje de agua que presenta un 92,80%; y vitaminas en la dieta humana, es ampliamente conocida y se cultiva en todos los países del mundo.

En la producción hortícola de nuestro país, la lechuga arrepollada se da muy bien en lugares fríos o templados, en los últimos años fue ganando espacio tanto en la aceptación de los mercados por los buenos precios y un sabor único.

Antiguamente en el municipio de Patacamaya, la población no tenían hábitos de consumir las hortalizas por su alto costo, ya que no se tenía una producción de lechuga, solo consumían cuando realizaban visitas a los mercados o ferias de la ciudad de La Paz.

Los sembradíos se realizaban con abonos orgánicos y así aprovechaban el abono e incorporaban al suelo, no perdían los nutrientes del abono y de esta manera los suelos se fertilizaban con materia orgánica de los animales que producían en el altiplano.

En la actualidad la producción de lechuga bajo carpa solar, es un elemento importante que enfoca a la producción de hortalizas y principalmente la temperatura lo que beneficia al desarrollo del cultivo.

Los productores del municipio de Patacamaya carecen de hortalizas por la falta de producción, ya que en estas épocas secas de los meses de junio y julio no cultivan la lechuga por el cambio climático; y las lechugas suben de precio en el mercado interno.

## **1.1. Justificación**

En el Municipio de Patacamaya existe la necesidad de producir hortalizas en gran cantidad en todo el año ya que es un municipio de comercio, donde se concentran diferentes personas de las provincias cercanas para realizar sus compras. Los productos de hortaliza llegan de otros lugares para abastecer el consumo de hortalizas y así para poder satisfacer las necesidades de la canasta familiar.

Motivo por el cual se realizó la investigación en carpa solar para la producción de lechuga, en época de invierno utilizando abonos orgánicos de bovino, ovino y cuy, de esta manera incentivar a la población en la producción de lechuga, para una buena alimentación.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

- Determinar la producción y rendimiento del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de la variedad arropollada salinas utilizando abonos orgánicos en carpa solar en el Municipio de Patacamaya.

### **1.2.2. Específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga bajo el efecto de abonos orgánicos en bovino, ovino y cuy.
- Identificar que abono es mejor en el rendimiento de la lechuga, en la fase de cosecha.
- Determinar el beneficio costo para la producción y rendimiento.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen

Según Mallar (1978); citado por Goyzueta (2002), es originaria de las costas del sur y sudeste del mar mediterráneo, desde Egipto hasta Asia Menor. Los egipcios comenzaron a cultivar 2400 años antes de esta era y se supone que la utilizaban para extraer aceite de la semilla y para forraje.

Las primeras indicaciones de la existencia de la lechuga datan aproximadamente del año 4.500 a.C. Aunque se piensa que es originaria de la India, son las teorías sobre su origen Ryder (2007), nos indica que 1 (procede de una forma salvaje de *Lactuca sativa*): 2 (procede de *Lactuca serriola*): 3 (es el producto de una hibridación entre especies, la cual es la más apoyada por los botánicos).

La lechuga es una hortaliza que se conoce desde hace mucho tiempo es originario del continente asiático fue traída a América con la conquista española en la actualidad se encuentra con un gran número de diferentes cultivares adaptados a diferentes climas. La lechuga es rica en vitaminas y proteínas que contribuye una de las hortalizas básicas en la elaboración de ensaladas. (Enciclopedia Bolivia Agropecuaria, 2010).

### 2.2. Características botánicas

Sánchez (2003), señala que la lechuga es una planta anual y autogama, perteneciente a la familia compositae y cuyo nombre lechuga (*Lactuca sativa*), también nos menciona sus características botánicas.

- Raíz: Presenta una raíz pivotante con pequeñas ramificaciones, no llega a pasar de los 25 cm de profundidad.
- Hojas: Son lisas, sin peciolo, ovales, gruesas y enteras
- Tallo: El tallo pequeño cilíndrico no se ramifica.
- Inflorescencia: 15 a 25 flores.
- Flores: Color amarillo.

La lechuga es una planta herbácea anual, que cuando se encuentra en su etapa juvenil contiene en sus tejidos un jugo lechoso llamado látex, en la actualidad la lechuga es una verdura cultivada al aire libre como los cultivos hidropónicos en zonas templadas de todo el mundo y también bajo condiciones controladas como en invernaderos nos menciona ( Valdez, 1996).

### 2.3. Taxonomía

Según Valdez (1996), se clasifica de la siguiente manera:

- **Familia:** Compositae
- **Género:** Lactuca
- **Especie:** Sativa
- **Nombre común:** lechuga
- **Variedad:** Arrepollada salinas

### 2.4. Variedades de lechuga arrepollada

Casseres (1984), nos menciona que de crecimiento de la lechuga cabeza presenta dos formas como se describe a continuación:

- a) Cabeza firme: Las variedades Great lakesy presenta un color verde intenso con hojas grandes completamente envolventes y la variedad Salina que presenta una forma de cabeza. Esta representadas por muchas líneas que se identifican por números y difieren entre sí por características como tamaño, uniformidad y tiempo necesario para la cosecha.
- b) Cabeza suave. Estas variedad White Boston, es una planta de tamaño mediano a grande con hojas de borde rizado, su textura es suave, un tanto aceitosa al tacto, y las hojas interiores son de un color verde amarillento, debido a lo cual esta clase en algunos países se llama “lechuga de mantequilla” o “seda”. Es sensible al frío. Se difunde comercialmente por su corto periodo de crecimiento y se cultiva en verano.

## 2.5. Fases fenológicas de la lechuga arrepollada

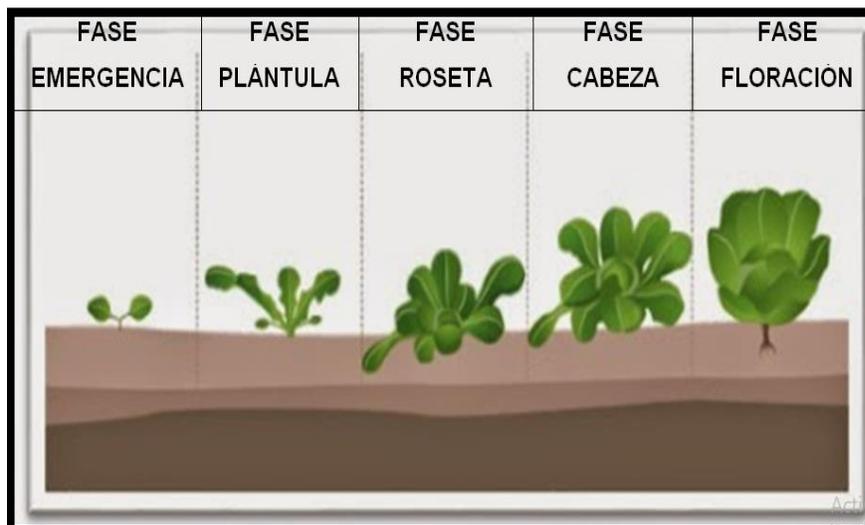
Desde el punto de vista agronómico, el cultivo de lechuga tiene las siguientes fases: formación de roseta, formación de un cogollo más o menos compacto y reproducción o de emisión de un tallo floral, Valdez (1996), por otro lado Galván (2008), considera que la hortaliza tiene cuatro fases, inicial, crecimiento, medianos y final del periodo del cultivo.

Maroto (1989), indica que la lechuga tiene las siguientes fases en las que se desarrolla la planta:

- Formación de roseta; las hojas iniciales forman una roseta.
- Formación de cogollo; las hojas desarrolladas forman un conjunto compacto que emergen desde el nudo o cuello.
- Reproducción; desarrolla tallo floral, flores y maduración del fruto.

La lechuga arrepollada presenta cinco etapas fenológicas las cuales detallamos a continuación:

**Figura 1. Fases fenológicas de lechuga**



Fuente: <http://lechuga-fenologia.blogspot.com/> 2018

Solórzano (1992), menciona que el cultivo de la lechuga en nuestra región bajo el sistema de trasplante y siembra directa presenta la siguiente fenología:

- Emergencia: 6 días
- Trasplante: en siembra directa 25 a 30 días después del
- Cosecha: almácigo 60 a 80 días después del trasplante
- Producción de semillas: 45 a 70 días en siembra directa 120 días

## **2.6. Ciclo biológico o agronómico de la Lechuga**

Fertiveria (2003), indica que el cultivo de la lechuga tipo cabeza tiene 60 días de ciclo productivo, como la lechuga en condiciones de invernadero. Valdez (1996), indica que el ciclo de vida del cultivo de lechuga es de 86 días (30 días semillero y 56 días trasplante a cosecha).

## **2.7. Importancia de la lechuga**

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).

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

La lechuga se distingue por su forma redonda de las hojas y el sabor único que presenta, en ocasiones apretadas entre sí de manera que simulan la forma globosa de los repollos, nos dice (Friedman,1999).

Barrientos (1999), nos menciona que las lechugas conocidas como amarre (porque antiguamente se amarraban para blanquear sus hojas internas) mantecosas o españolas. Presentan hojas lisas orbiculares, anchas y de textura suave mantecosa; las hojas más internas forman un cogollo amarillento al envolver la más nuevas.

## **2.8. Requerimientos nutricionales de la lechuga**

Las necesidades de nitrógeno (N) aproximadas durante todo el ciclo son de 90-100 kg/ha. Con respecto al potasio (K), su absorción se encuentra relacionada con el nivel de magnesio (Mg) y calcio (Ca), ya que un exceso de aquel, reduce la absorción de Ca y Mg, (Balcaza, 1997).

Las hortalizas de hoja por lo general requieren niveles de N, P y K en el tejido de 0,6% (base materia seca), se tendría que la extracción por ciclo productivo es de 100kg N /ha, 15 kg P/ha o 30 kg P/ha. El potasio (K) presenta también una movilidad menor a la del N en el perfil. Por consiguiente, este nutriente también puede ser aplicado en conjunto con las aplicaciones de fósforo o al voleo antes de la preparación del suelo, 70 kg k/ha, (Saavedra, 2017).

## **2.9. Propiedades nutricionales**

Maroto (1995), señala que la lechuga es una hortaliza de hoja, que se considera como una planta de propiedades tranquilizantes y alto contenido de agua y mayores porcentajes de vitaminas nutricionales.

**Cuadro 1. Tabla Boliviana de composición de alimentos**

<b>Composición por 100 gramos de lechuga</b>		
<b>Componentes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
Energía	kcal	26
Humedad(agua)	g	92,80
Proteína	g	1,15
Grasa	g	0.19
Carbohidratos	g	4,86
F. Cruda	g	2,03
Ceniza	g	1,00
Calcio	mg	42,6
Fosforo	mg	25,6
Hierro	mg	1,62
Vitamina A	ug	80,4
Tiamina	mg	0,06
Riboflav	mg	0,05
Niacina	mg	0,31
Vitamina C	mg	10,00

Fuente: Ministerio de Salud y Deportes (2005).

## **2.10. Exigencias agroecológicas del cultivo**

### **2.10.1. Temperatura**

Flores (1996), menciona que las variaciones más importantes de la temperatura afectan al comportamiento de las plantas, que son producidas por el ciclo anual diario de la temperatura, altitud del lugar, color y contenido de humedad de los suelos y finalmente por la acción de la vegetación.

Según Cruz (2003), en su evaluación agro económica de tres variedades de lechuga bajo dos sistemas de producción en carpa solar, obtuvo promedios de temperatura máximas en los meses de mayo 32 °C , junio 27 °C y julio 38 °C y las mínimas fueron 1,4-1,2 y 1,3 °C, respectivamente ,el mismo autor menciona que en el mes de julio se anotaron mayores fluctuaciones de temperatura mínimas de -1 a -5 °C por las mañanas y temperaturas más altas en la tarde llegaron aproximadamente de 42 °C.

Ayaviri (1997) indica que esta hortaliza es típica de climas templados. Soporta las temperaturas elevadas y también relativamente bajas como temperatura máxima se considera 30 °C, como mínima 6 °C, aunque las plantas pueden vivir debajo de algunos grados bajo cero.

### **2.10.2. Humedad**

El cultivo de lechuga requiere permanente humedad de suelo que demanda unos 400 a 500 mm de agua durante el desarrollo. El riego se debe suspender cinco días antes de la cosecha, con el fin de facilitar el trabajo y así evitar la compactación del suelo, nos indica (Terranova, 1995).

La mayoría de las plantas se desarrollan en un medio ambiente adecuado de humedad relativa que oscila entre 30 a 70 % en lo cual con una baja humedad las plantas se marchitan, un exceso provoca la proliferación de plagas y enfermedades nos indica, (Flores, 1996).

### **2.10.3. Suelo**

Sánchez (2003), menciona que los suelos preferidos para la lechuga son ligeros arenosos, con un buen drenaje, el pH óptimo se sitúa entre 6,7 y 7,4, para una buena producción y un buen rendimiento.

La lechuga se desarrolla bien en una amplia gama de suelos desde los más sueltos hasta lo más compacto, pero el mejor producto se obtiene en los de consistencia media, fértiles y bien drenados, con 5,8 a 6,5 de pH nos menciona, (MAG, 2012).

Las hortalizas pueden ser cultivadas en suelos que tengan un pH 6,5 a 6,0 para la producción de lechuga. En la práctica se sugiere ajustar el pH añadiendo cálculos durante la preparación del suelo, hasta alcanzar un pH de 6.5 debido a que este cultivo es susceptible a deficiencia de calcio, nos menciona, (Maroto, 1995).

## **2.11. Características agronómicas del cultivo**

### **2.11.1. Semilla**

Un aspecto de extrema importancia es la calidad de semilla, pues está demostrando que la semilla de alguna variedad, si están recién recogidas, no germinan en absoluto y que las semillas grandes producen mayor desarrollo que las semillas pequeñas. Por ello se requiere sembrar semillas de uno a dos años de cosecha de gran tamaño y con no menos de 85% de germinación, (FAO, 2005).

### **2.11.2. Preparación de suelo**

MAG (2013), menciona que es necesario una buena preparación de suelo, se debe mullir bien y dotarlo de buen drenaje, con una profundidad de por lo menos 30-40 cm. Se debe evitar altibajos, las labores se deben realizar en suelo seco y así también la incorporación de la materia orgánica o abono orgánico.

### **2.11.3. Siembra**

La siembra en almacigo se utiliza entre 2 a 3 gramos/ m<sup>2</sup> de semilla, se siembra a chorrillo a 1 cm de profundidad, en surcos transversales de 20 cm entre hilera en el tablón y a los 5 - 7 días de germinación se ralean. Luego de 20-25 días se trasplantan en el lugar definitivo cuando las mismas tienen 4 - 5 hojas, (MAG, 2013).

Según Barrientos (1999), nos indica que se riega un día antes de la siembra con abundante agua, luego con la ayuda de un lápiz se hacen pequeños surcos, se siembra con suficiente espacio entre semillas, luego se tapan los surcos con poca tierra dejando uniforme.

El suelo debe estar bien desmalezado, mullido y nivelado para la siembra, el cual permite un buen control de ubicación de semilla y un contacto adecuado con el suelo, nos menciona, ( Vigliola,1991).

La plantación se realiza en semillero a una profundidad del doble del diámetro de la semilla es decir, muy superficialmente dado que las semillas son muy pequeñas (aproximadamente 1 cm de profundidad), nos menciona (Mallar, 1978).

#### **2.11.4. Almacigo**

Marulanda (2003), indica que el método de trasplante requiere que se hagan almacigos, (también llamados germinadores o semillero) en la siembra las semillas se dan formas muy esmeradas en el manejo, es necesario para que las plántulas en sus primeros días de desarrollo tengan la atención máxima y cuidados para crecer sanas y fuertes, lo cual es la garantía de las cosechas de buenos rendimientos en calidad y en cantidad.

La siembra de la lechuga debe ser superficial, no conviene realizar la siembra a una profundidad de 1.5 cm porque retarda el prendimiento de la emergencia, por lo cual se debe realizar no tan profundo la siembra nos menciona (FAO, 2005).

#### **2.11.5. Trasplante**

Turchi (1987), menciona que el trasplante se realiza cuando haya aparecido unas 4-5 hojas para ser trasplantadas a su lugar definitivo, con una distancia de 25 cm entre plantas y 30 cm entre hileras. Casseres (1984) indica que, al trasplantar las plántulas no se deben podar las raíces ni las hojas.

Fachinello y Mattei (2005), indican que la época de realización del trasplante está en función del estado de desarrollo de la plántula de lechuga y no de la época del año. Lo ideal sería realizar el trasplante lo más breve posible, después de la emergencia, sin embargo existe la necesidad de que ocurra el enriquecimiento de la estructura de la plántula a fin de hacer su manejo.

Mediante experimentos se mostró que el trasplante de la lechuga se ha realizado cuando la plántulas tiene 6 cm de altura de (15 a 25 días), hay mayor rendimiento y es el más adecuado para el trasplante nos menciona (Sánchez, 2005).

### **2.11.6. Riego**

Sánchez (2003), nos menciona que los mejores sistemas de riego para el cultivo de lechuga son: el riego por goteo y las cintas de exudación, que actualmente se están utilizando para el riego del cultivo de lechuga.

Según Serrano (2000), la lechuga es una planta que requiere mucha agua debido a su gran cantidad de hojas y porque sus raíces no son tan profundas. El riego es con manguera utilizando un aspersor a capacidad de campo, en las mañanas antes de las 9: 00 am y en las tardes de las 17:00 horas.

El riego es necesario para que la plántula tenga un apropiado contenido de humedad, si se riega en exceso hace que los nutrientes del suelo se vayan al fondo y que lleguen fuera del alcance de las raíces. Si se riega menos las raíces crecen solo en las superficies y no pueden aprovechar bien los nutrientes del suelo, entonces las plantas quedan pequeñas y tendrán poco rendimiento nos indica (FAO, 1990).

Maroto (1995), menciona que una vez que se ha realizado el trasplante, se realiza de gran importancia el primer riego o riego de plantación, también a los 6 y 8 días se dé el segundo riego. De estos primeros riegos dependerá fundamentalmente el porcentaje de prendimiento de la lechuga.

### **2.11.7. Cosecha**

La cosecha consiste en realizar el corte de la planta al nivel del suelo empleando un cuchillo, también recomienda no cosechar inmediatamente después de una lluvia o riego, nos menciona (Montes, 2004), el mismo autor indica que la lechuga de variedad repollada se puede cosechar casi en su totalidad, cuando la formación de cabeza haya alcanzado su madures comercial, para el precio en el mercado.

La cosecha es el momento de recolección, una vez que la planta ha cumplido su ciclo vegetativo basándose en la apariencia de la planta manifestando una buena cabeza, con hojas exteriores bien caídas y cierto grado de firmeza, para obtener máximos rendimientos, conviene cosechar cuando las lechugas de cabeza están

compactas, el tamaño de la comercialización alcanza a los 90 días en verano y a los 120 días en invierno, la lechuga de hoja suelta es de ciclo muy corto ya que puede cosechar a los 45 días nos indica (Limongelli, 1995).

El periodo de la siembra a cosecha en el cultivo de lechuga de cabeza es aproximadamente de 90 a 100 días se cosecha cuando la mayoría, (más del 50 %) haya formado o alcanzado bien el tamaño deseado nos menciona (Turchi, 1987).

En el momento de la cosecha los principales índices de madurez utilizados son el tamaño del producto, la compactación de la cabeza o grado de arpeollamiento y el tiempo transcurrido desde el trasplante. El grado de compactación se determina presionando con la mano la cabeza de la lechuga y cuando se requiera de una fuerza moderada para comprimirla, es porque ya se encuentra lista para la cosecha, se debe de tomar la lechuga con una mano y con un cuchillo filoso se corta a ras del suelo, se eliminan las hojas sucias, quemadas por el sol, enfermas y con cualquier otro daño, (Cerdas y Montero, 2004).

#### **2.11.8. Rendimiento**

Según Mamani, (2006) en su trabajo de investigación efecto de aplicación de abonos en el cultivo de lechuga suiza en localidad de ventilla obtuvo un rendimiento de 2,5 kg/m<sup>2</sup> con el estiércol de ovino.

Según Quisbert (2002), estudiando el uso intensivo de la carpa solar para la producción de lechuga en el altiplano norte obtuvo rendimientos de 5,25 kg/m<sup>2</sup> en los meses de julio y agosto.

Pía (2005) el rendimiento previsible de las plantas de lechuga según el grado de destreza es de 6-9-24,5 kg/m<sup>2</sup> con las siguientes cantidades de compost a utilizar para el rendimiento altos 80 kg/10m<sup>2</sup>, para rendimientos medios; 40 kg/10m<sup>2</sup> y para rendimientos bajos; 20 kg/10m<sup>2</sup>. El rendimiento en gramos de cada planta de lechuga es de 180 a 700 g/planta.

Aviles (1992), menciona el rendimiento de lechuga bajo carpa solar tipo túnel, en la localidad Palcoma alto es de 7,22kg/m<sup>2</sup> mientras en la localidad de Ballivian muestra un rendimiento de 7,14 kg/m<sup>2</sup> de lechuga.

Maroto (1995), indica que son muchos los factores que influye sobre el rendimiento entre ellos el tipo de suelo, la variedad, época de siembra, densidad de plantación y los campos de producción, pueden conseguirse aproximadamente de 30-60 t/ha en el rendimiento. El rendimiento es el producto final de la interacción de varios factores que engloba a una serie de aspectos; como la calidad de semilla, suelo, temperatura, humedad y viento.

Montes (2004) indica que la lechuga bajo ambientes atemperados en cinco variedades de lechuga obtuvo un rendimiento de 2-3 kg/m<sup>2</sup>.

Bolivia el año 2001 produjo alrededor de 15.500 TM de lechuga anual en una superficie de 1.600 hectáreas. Su comercialización se la realiza en todos los departamentos, centros feriales y mercados provinciales; también en súper mercados con amplia oferta y demanda gracias al mayor consumo de hortalizas su comercialización tiene cada vez mayor importancia (Infoagro, citado por Farfán, 2004).

## **2.12. Abonos orgánicos**

Sánchez (2003), menciona que los abonos orgánicos son todo material constituido por desechos de origen animal, vegetal o mixto que llegan al proceso de descomposición, naturalmente con el objeto de mejorar las características y calidad del suelo, respecto a, Paredes et al (2007), explican que los abonos se consiguen de la transformación de restos orgánicos de estiércol y rastrojos como resultado en humus, a través de la acción de microorganismos, bacterias, hongos, protozoarios existentes.

Según Méndez, (2007) menciona que los abonos orgánicos mejora las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo ya que:

- ✓ Aporta los nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas.
- ✓ Activa biológicamente al suelo.
- ✓ Alimenta a los microorganismos activos de la descomposición.
- ✓ Incrementa la capacidad de retención de la humedad del suelo.
- ✓ Favorece el crecimiento de las plantas.

Gomero (1999), menciona que es muy recomendable incorporar abonos orgánicos en el momento de preparar la tierra por las ventajas que lleva consigo el abono orgánico, tiene un alto contenido de nitrógeno, además contiene fósforo, potasio y micro nutrientes. Estos nutrientes mejoran las propiedades físicas químicas y biológicas, también enriquecen y fertilizan a los suelos y de esta manera nutre a las plantas, mejora la captación y retención del agua.

García (1996), menciona que los abonos orgánicos ocupan hoy en día un importante lugar en la agricultura, ya que estos han surgido como alternativa favorable para los agricultores por las virtudes que estos proporcionan en sus parcelas, mejoramiento de la textura del suelo, facilitando la adquisición de los nutrientes necesario a los cultivos.

FAO (1990), menciona que el material más utilizado y apreciado en la finca es el estiércol de corral que puede ser de bovino, ovino y aves y otros. Se considera que para mantener la fertilidad del suelo cultivado, se debe aportar anualmente según el requerimiento, una cantidad mínima de 3 a 10 toneladas de estiércol en materia seca por hectárea.

Chilón (1997), describe que la materia orgánica del suelo, es la descomposición de los productos de toda fuente primaria y secundaria vegetal y animal que causa un suelo continuamente fértil. Mejorando su estructura eficazmente de manera que se vuelve resistente a la erosión.

### **2.12.1. Importancia del abono orgánico**

Los abonos orgánicos sirven para nutrir, recuperar y reactivar la vida del suelo fortalecer la nutrición de las plantas y también estimular la protección de ataques de insectos y enfermedades nos indica (Restrepo, 2001).

Según Kolmans y Cervantes, citado por Vallejos (2008), indica para disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en distintos cultivos, está obligando al agricultor la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles en producción. La agricultura ecológica es de mucha importancia a este tipo de abonos, y cada vez estando utilizados con más intensidad en cultivos intensivos. Tiene la importancia de mejorar las características físicas, químicas y biológicas de suelo.

FAO (1990), menciona que la mayor parte de los suelos agrícolas en Bolivia tiene muy bajo contenido de materia orgánica (menor al 2 %) y niveles deficientes de nitrógeno, fosforo producto de una agricultura extractiva en el altiplano, los abonos orgánicos como el estiércol ovino, bovino caprino y camélidos, han sido utilizados durante siglos para incrementar el rendimiento en los cultivos y mejorar la estructura, capacidad de retención de humedad, en la actividad microbiana de los suelos.

### **2.12.2. Abono de bovino**

Este estiércol de bovino es el más importante y el que se produce en mayor cantidad en las explotaciones rurales, conviene a todas las plantas y a todos los suelos porque aporta nutrientes, da consistencia a la tierra arenosa, ligereza al terreno y refresca los suelos cálidos. De todos los estiércoles es el que obra más largo tiempo y con más uniformidad. Para los suelos alcalinos es bastante pobre en nitrógeno, pero en cambio es ideal para los suelos húmedos y fríos, pudiendo incorporarlo en superficie periódicamente, nos menciona (Gomero, 1999).

Álamo (2001), indica como todos los otros abonos orgánicos los estiércoles no tiene una concentración fija de nutrientes, esto depende de la especie animal, su edad, alimentación, los residuos vegetales que se utilizan, entre otros, mientras los animales jóvenes consumen una gran cantidad de nutrientes para su crecimiento y

producen excrementos pobres, los animales adultos solamente constituyen las perdidas y producen estiércoles ricos en elementos fertilizantes.

Paterson (1997), citado por Méndez (2007), anota que antiguamente el mantenimiento de materia orgánica en los suelos hortícolas se conseguía mediante la utilización del estiércol.

Laura, (1999), el uso de estiércol o abonado derribado de estiércol animal, cumple una función importante en el reciclaje de nutrientes orgánicos, en el desarrollo de una estructura de suelos y contribuye al manejo de los desechos. Un manejo aeróbico apropiado del estiércol resulta en un producto beneficioso para la producción de hortalizas.

Clades (1995), indica que el estiércol animal puede contribuir en forma significativa a suplir las necesidades de nitrógeno, fosforo, potasio y otros nutrientes.

**Cuadro 2. Composición de materias orgánicas de origen animal**

Abonos	Contenido de elementos nutritivos		
	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
Bovino	0,4	0,2	0,1
Ovino	0,6	0,4	0,3
Conejo	0,2	0,13	0,12

Fuente: Guerrero, (1999).

### **2.12.3. Abono de ovino**

Machaca, (2007), informa que la aplicación de estiércol de ovino es el aporte de nutrientes, el mismo incrementa la retención de humedad y mejora la actividad biológica, se aplican las siguientes cantidades: 20 T/ha de estiércol de animales menores, mayores hasta 50 T/ha, no debe usarse en estado fresco, se debe aplicar por lo menos dos semanas antes de la siembra puesto que es más probable que cause quemaduras en el cultivo; siendo entre 2-4 kg/m<sup>2</sup> o 1kg/m<sup>2</sup> para el abono de ovino.

Alvares (2001), menciona que el estiércol de ovino es uno de los mejores abonos y más utilizados por su calidad puesto que desempeña una función importante en el requerimiento del suelo, así mismo el estiércol de ovino es un fertilizante que brinda nutrientes a la plantas que necesitan en un balance en la relación carbono nitrógeno.

El estiércol de oveja es considerado como un buen abono orgánico con 64 % de humedad y de materia orgánica: 1 a 2 % de nitrógeno, 1 a 7 % fosforo. 1 a 5 %, potasio. Sin embargo el estiércol de oveja es más rico en nutrientes. Este es uno de los abonos más activos, es más caliente que el otro lo que lo hace ventajoso a los suelos fuertes y fríos. Es equilibrado y rico en minerales, con un pH casi neutro que favorece al suelo nos indica (Gomero, 1999).

### **2.12.4. Abono de cuy**

El estiércol del cuy es uno de los mejores junto con el del caballo y tiene ventajas como que no huele, no atrae moscas y viene en polvo. La importancia de este abono es la necesidad de disminuir la dependencia de los productos químicos artificiales, en consecuencia reduce la oscilación del ph y el intercambio catiónico lo cual aumentamos la fertilidad (Molina, 2000).

El abono de cuy es un estiércol bastante fuerte y excesivamente ácido, los agricultores más expertos de suelos han añadiendo minerales ricos en calcio para contrarrestar su acidez. Es un abono muy codiciado gracias a sus propiedades para fertilizar plantas y suelos. Lo que hace que los excrementos constituyan uno de los

estiércoles más activos cuyos efectos son útiles a toda especie de cosecha, nos menciona (Gomero, 1999).

**Cuadro 3. Composición química de abono ovino y cuy**

<b>Composición química de abonos</b>			
<b>Abonos</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub> O<sub>2</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
<b>Ovino</b>	14	5	12
<b>Cuy</b>	18	-	0.12

Fuente: Mejocuy (1995)

### 2.12.5. Aplicación de abonos orgánicos

Para las hortalizas o vegetales se ha observado que las aplicaciones de abono orgánico han provocado efectos beneficiosos en los rendimientos como informan Martínez, (1980), et al sin embargo las recomendaciones en cuanto a la dosis que se ande utilizar son muy variadas. Cardoza et...al (1981), las cantidades de abono que se van a aprovechar efectos beneficios en los rendimientos van a oscilar desde 10-50 t/ha. La cantidad optima que alcanzaran una cosecha elevada en distintos cultivos hortícolas fue de 10 t/ha.

**Cuadro: 4 Aplicación de diferentes abonos orgánicos**

<b>Aplicación de abonos orgánicos</b>	
<b>Detalle</b>	<b>Dosis de aplicación</b>
<b>Estiércol de oveja</b>	5-20 t/ha. (0,5-2 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Estiércol de cabra</b>	5-20 t/ha. (0,5-2 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Estiércol de vaca</b>	10-50 t/ha. (1-5 kg/m <sup>2</sup> )
<b>Estiércol de cuy</b>	1-4 t/ha. (0,1-0,4 kg/m <sup>2</sup> )

Fuente: Quijano, (2015)

### **2.13. Ambientes controlados de Carpa Solar**

El ambiente controlado o invernadero es un elemento colector de la energía solar, utilizando materiales y una ubicación definida en función del máximo aprovechamiento de la intensidad de la radiación solar y la alta producción que permite aprovechar las condiciones climáticas adecuadas por su alto contenido de dióxido de carbono nos menciona (Porco y Terrazas, 2009).

La carpas solar es un elemento importante y su empleo se enfoca principalmente a la producción de hortalizas, en las que se encuentra la lechuga. Según (Lorente, 1997), la carpa solar además de proteger el cultivo contra las adversidades climáticas como el viento, lluvia, heladas, sequias y granizos, tienela posibilidad de obtener en la misma parcela de cultivo dos a tres cosechas al año.

Vigliola (1991), nos menciona que el uso de invernaderos tiene como objetivo de obtener una mejor producción cualitativa y cuantitativa anticipándose o atrasándose a la producción normal.

Flores mencionado por (Figueredo, 2006). Indica que las carpas solares al igual que los invernaderos y los huertos cumplen funciones del aprovechamiento de energía solar pasiva, atrapar luz y principalmente la temperatura, lo que beneficia el desarrollo de los cultivos.

### **2.14. Relación beneficio costo (B/C)**

Indica la pérdida y la ganancia total por cada unidad monetaria invertida se estima dividiendo el ingreso total (IT) entre el costo total (CT). Si la relación es mayor que uno considera que existe un apropiado beneficio si es igual a uno los beneficios son igual a los costos de producción si son menores no hay ganancia, Perrin, et al (1978).

$$\text{Relación B/C} = \text{IT/CT}$$



### **3.1. Ubicación geográfica**

#### **3.1.1 Latitud y longitud**

El municipio de Patacamaya, se encuentra entre las coordenadas 17°05' a 17°20' de Latitud Sur y 67°45' a 68°07' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich, en tanto que la ciudad intermedia está a 17°17' de Latitud Sur, y 67°55' de Longitud Oeste.

#### **3.1.2. Límites territoriales**

El Municipio de Patacamaya se encuentra en la región del altiplano central de la Provincia Aroma, teniendo como límites lo siguiente: Al Norte: Municipio de Ayo Ayo, Provincia Loayza; al Sur: Municipio de Umala y Sica Sica; al Este: Municipio de Sica Sica y al Oeste: Provincia Pacajes. El municipio Patacamaya, cuenta una superficie de 447 Km<sup>2</sup>.

### **3.2. Características climáticas**

Presenta clima seco de abril a septiembre y húmedo de octubre a marzo, también presenta temperatura promedio de 14° C y 18° C máximo y 6° C mínimo y una precipitación pluvial: 350 a 450 mm y una humedad promedio de 60% en los meses de febrero y marzo. Según el PDM Gobierno Municipal de (Patacamaya, 2010).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Materiales**

#### **4.1.1. Material vegetal**

- Semilla de lechuga arrepollada salinas

#### **4.1.2. Material orgánico**

- Abono bovino
- Abono ovino
- Abono cuy

#### **4.1.3. Materiales de campo y equipo**

- Carpa solar,
- Flexómetro,
- Balanza
- termómetro
- Dos cajas Petri
- Algodón, jeringa.
- Chuntilla, pala, rastillo y picota
- Cámara fotográfica
- Tablero de campo, bolígrafos

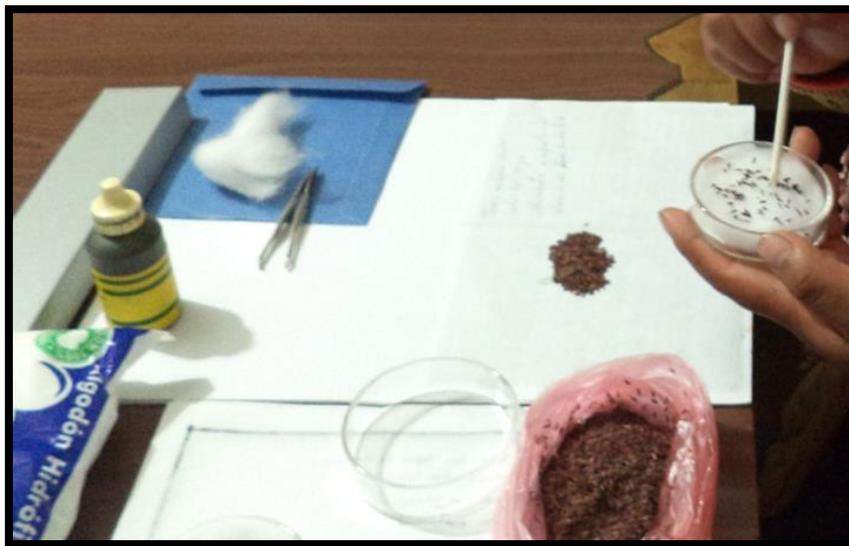
### **4.2. Método**

La investigación de este trabajo de tesina se realizó en el municipio de Patacamaya, con la finalidad de producir lechuga arrepollada, en época de invierno utilizando abonos orgánicos en carpa solar.

#### 4.2.1. Determinación del porcentaje de germinación

Para calcular el porcentaje de germinación se utilizaron dos cajas Petri, primero se colocó el algodón en forma de círculo plano en cada caja Petri, después se colocó 100 semillas para cada caja Petri, posteriormente se realizó el riego correspondiente hasta que el algodón este húmedo, como vemos en la figura 3, después del riego se tapó la caja y se llevó a un lugar donde le de calor o luz.

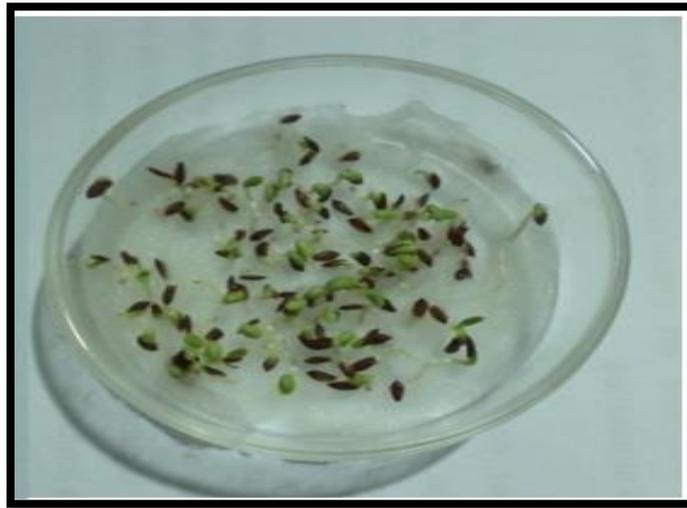
**Figura 3. Determinación del porcentaje de germinación de semilla de lechuga.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

A los siete días se observó que las semillas habían germinado y se realizó el conteo de las radículas emergidas, la caja petri que estuvo cerca a la ventana obtuvo 90% de semillas germinadas y la caja petri que no recibió luz presentó 75% de semillas germinadas. Esta práctica se hizo con el objetivo de saber si las semillas son viables al 100%, como se observa en la figura 4.

**Figura 4. Muestra de semillas germinadas al 75% y 90%.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### **4.2.2. Preparación del sustrato para almaciguera**

Es uno de los aspectos más importantes para la obtención de resultados del cultivo de lechuga, fue preparado el sustrato utilizado las siguientes cantidades d como podemos ver en el cuadro 5 y figura 5.

**Cuadro 5. Preparación del sustrato para las almacigueras.**

<b>Almaciguera N°1</b>	<b>Almaciguera N°2</b>
6 Palas de tierra del lugar	6 Palas de tierra del lugar
3 Palas de arena fina	3 Palas de arena fina
1 Pala de abono bovino	1 Pala de abono ovino

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 5. Preparación del sustrato para las almacigueras.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### **4.2.3. Desinfección del sustrato**

Se llevó los sustratos a las cajas almacigueras de madera (50x40x20cm), después se realizó la mezcla de los sustratos, posteriormente se realizó la desinfección del sustrato con agua hervida a una temperatura de 85°C. Para eliminar los microorganismos que existen; cómo observamos en la foto figura 6.

**Figura 6. Desinfección del sustrato y eliminación de microorganismos.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### 4.2.4. Siembra en la almaciguera

La siembra se realizó pasado 6 horas después de la desinfección del sustrato en la fecha 28 de junio de 2015, en lo cual se utilizó 10 gramos de semilla de lechuga repollada, 5 gramos para cada una de las almacigueras, para la siembra en surco y al voleo se realizó el nivelado en las dos almacigueras; en la primera almaciguera; se hizo los surcos con una chontilla a una distancia de 7 centímetros entre surco con una profundidad de 6 mm del doble tamaño de la semilla, luego se procedió con la siembra al surco.

En la segunda almaciguera se realizó el tipo de siembra al voleo, posteriormente se cubrió con tierra a las dos almacigueras. Luego se cubrió con paja para que pueda protegerse de heladas y otros factores climáticos. También se realizó el riego adecuado que la planta requiere, como podemos ver en la. Figura 7.

**Figura 7. Siembra de Lechuga en la almaciguera en surco y al voleo.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### 4.2.5. Días a la emergencia

La germinación se observó a las dos semanas del proceso de almacigado, donde se obtuvo la emergencia de las plántulas, en una proporción de 95% en las dos almacigueras de siembra al surco y al voleo, como vemos en la figura 8.

**Figura 8. Plántulas emergidas de lechuga en las dos formas de siembra.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### **4.2.6. Riego en almacigo**

El riego se aplicó con una regadera durante el proceso de desarrollo de las plántulas de lechuga en la almaciguera, el riego se realizó día por medio con la finalidad de garantizar el crecimiento al 100%, como observamos en la Figura 9.

**Figura 9. Aplicación del riego en la almaciguera de Lechuga.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

### **4.3. Preparación del terreno**

Se realizó la remoción de tierra de forma manual con la ayuda de la picota hasta remover una profundidad de 40 cm. Aproximadamente, para que el suelo sea suelto, la plántula se adapte y pueda absorber los nutrientes necesarios.

#### **4.3.1. Demarcación de las parcelas**

La demarcación se realizó de acuerdo al diseño experimental, modelo lineal aditivo; completamente al azar. En lo cual se utilizó cal para marcar las parcelas de 4 tratamientos y sus respectivas repeticiones, posteriormente se repartió en 16 parcelas para luego incorporar los abonos orgánicos, observamos en la figura 10.

**Figura 10. Demarcación de las parcelas de acuerdo al diseño.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

### **4.4. Análisis de suelo**

Para determinar el análisis de suelo se llevó al laboratorio de la Facultad Tecnológica Carrera de Química Industrial donde se observa en el anexo 1 los resultados de los nutrientes del suelo.

#### 4.5. Incorporación de abonos orgánicos

La incorporación de abonos orgánicos después de estar descompuestos; abono bovino, ovino y cuy, se utilizó para mejorar, enriquecer en calidad de sustrato en los diferentes tratamientos. Para cada tratamiento se utilizó las siguientes cantidades, como observamos en el cuadro 6 y figura 11.

**Cuadro 6. Incorporación de abonos orgánicos**

Abonos	Cantidad por parcela (kg)	Total (kg)
<b>Bovino (T<sub>1</sub>)</b>	3.66 kg.	14.65 kg.
<b>Ovino (T<sub>2</sub>)</b>	1.61 kg.	6.45 kg.
<b>Cuy (T<sub>3</sub>)</b>	322.5 g.	1290 g.

**Figura 11. Diferentes tipos de abonos descompuestos con distintas cantidades.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

Después de remover el suelo se hizo la incorporación de abonos orgánicos de bovino, ovino y cuy a las parcelas correspondientes, seguidamente se realizó la mezcla con el sustrato en cada parcela investigativa de acuerdo al diseño, Figura 12.

**Figura 12. Incorporación de abonos orgánicos a cada parcela de acuerdo al diseño.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

#### **4.6. Nivelado del suelo y excavación de surcos**

Después de la incorporación de los sustratos, se procedió el nivelado con el rastrillo, para que el suelo este igual, también se utilizaron la chontilla y el flexómetro para trazar los surcos y proceder con el trasplante de las plántulas de lechuga, Figura 13.

**Figura 13. Nivelado del suelo y excavación de los surco para el trasplante**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

## 4.7. Trasplante

El trasplante se realizó a los 54 días después de la siembra; cuando la planta alcanzo a obtener 4 - 5 hojas verdaderas y una altura de 8 – 10 cm; de esta manera se realizó el trasplante durante la mañana y tarde al lugar definitivo, evitando el medio día por las altas temperaturas que presenta. El trasplante de las plántulas de lechuga se realizó con una distancia de 25 cm por surco y 20 cm entre planta, como observamos en la figura 14.

**Foto 14. Trasplante de las plántulas de lechuga repollada a lugar definitivo**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

## 4.8. Labores culturales

### 4.8.1. Deshierbe

El deshierbe es una labor cultural muy importante, porque las malas hierbas son las competidoras de los nutrientes, porque no les deja absorber los nutrientes necesarios que la planta requiere, también no deja que la planta crezca adecuadamente, por tal motivo se realizó el deshierbe cada tres semanas después de ser trasplantado las plántulas de lechuga.

#### 4.8.2. Aporque

El aporque es una práctica cultural importante para que la planta se sostenga fuerte y no esté caiga, motivo por el cual se realizaron dos aporques durante el ciclo productivo de la lechuga y para controlar las malezas, así el cultivo crezca sano y fuerte.

#### 4.8.3. Riego

Después del trasplante se aplicó el riego por inundación en surco utilizando manguera, como vemos en la figura 15, lo cual el riego se realizó de la siguiente manera; se regó día por medio para que el cultivo tenga un crecimiento adecuado, porque sin riego las plántulas de lechuga se marchitan.

**Figura 15. Riego por inundación al surco después del trasplante.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

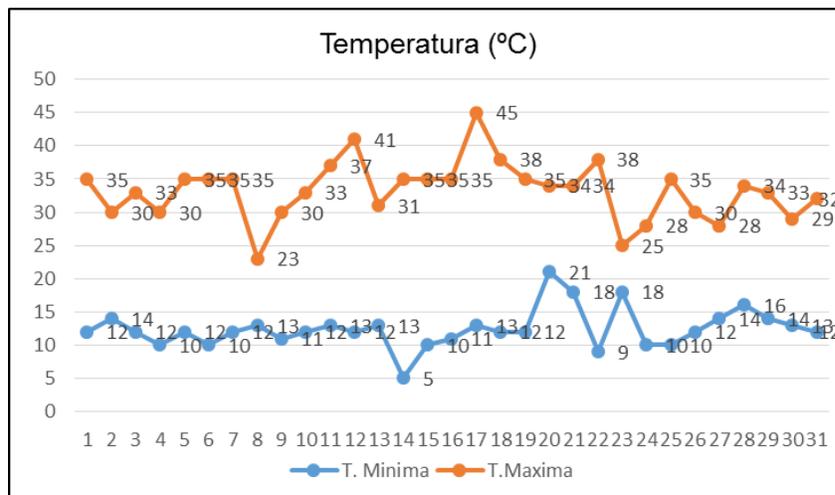
#### 4.9. Semisombra

De acuerdo a las temperaturas que requiere el cultivo de lechuga, se colocó la semisombra a la carpa solar para poder controlar las elevadas temperaturas de 45<sup>0</sup> C que presenta en el día. La semisombra se colocó después de un mes del trasplante a los 35 días hasta la cosecha, también se realizaron las aperturas de las ventanas para que pueda ver una aireación adecuada.

#### 4.10. Temperatura

La temperatura es un factor muy importante a continuación le presentamos los datos de las temperaturas que se registraron durante el mes de octubre, como observamos en la figura 16 que se realizó durante el inicio de la formación de cogollo hasta el desarrollo de la cabeza de lechuga.

**Figura 16. Temperaturas máximas, mínimas, durante el mes de octubre.**



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la figura 16. Se puede observar que las temperaturas registradas en el mes de octubre desde el inicio de formación de cogollo hasta el desarrollo de la cabeza de lechuga. Registrando temperaturas mínimas de 5°C a 20°C y una temperatura máxima de 23°C a 45°C. Donde la temperatura influye mucho en la formación de la cabeza.

#### 4.11. Cosecha

La cosecha es una etapa importante donde se ve la producción del producto para el consumo y venta, esta práctica se realizó cuando la mayoría de las lechugas de cabeza hayan formado o alcanzado el tamaño adecuado, la cosecha se realizó en la tarde con la ayuda de un cuchillo se hizo el corte desde la base cuidadosamente, como vemos en la figura 17, también se pesó cada una de las lechugas con la ayuda

de una balanza para obtener el peso. Luego posteriormente se almaceno en un nylon a un lugar fresco.

**Figura 17. Cosecha de lechuga repollada salinas.**



Fuente: Elaboracion propia, 2016.

#### **4.12. Análisis estadístico**

Los datos que fueron medidos en el cultivo de lechuga han sido analizados en el modelo estadístico de Diseño Completamente al Azar (Calzada, 1982)

Modelo lineal aditivo:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Observaciones cualquiera

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto del  $i$ - esimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental

En el experimento como factor principal fueron utilizados los diferentes abonos orgánicos (bovino, ovino y cuy), con cuatro repeticiones por tratamiento correspondiente.

### Tratamientos

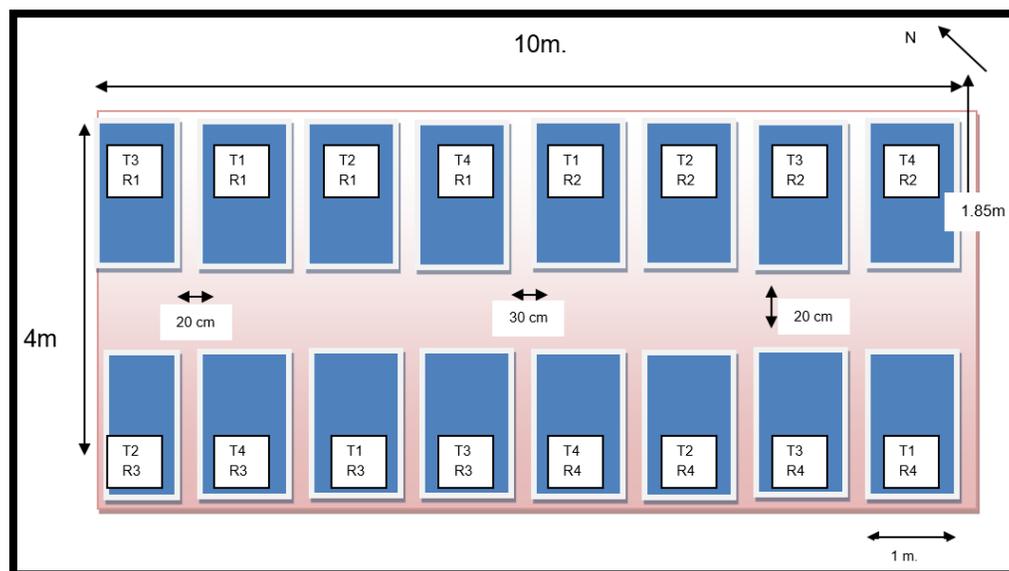
T<sub>1</sub> = Abono de bovino

T<sub>2</sub> = Abono de ovino

T<sub>3</sub> = Abono de cuy

T<sub>4</sub> = Testigo

**Figura 18. Croquis experimental**



Fuente: Elaboración propia 2016.

### Referencias:

Superficie total: 40 m<sup>2</sup>

Superficie neta: 1.85 m<sup>2</sup>

Unidad experimental: 16 unidades

## **4.13. Variables evaluadas**

### **4.13.1. Emergencia (días)**

Para evaluar los días de emergencia se contó los días desde la siembra hasta la emergencia de las plántulas de lechuga. De esa manera se registró y se obtuvo los siguientes datos.

### **4.13.2. Porcentaje de prendimiento (%)**

Esta práctica de porcentaje de prendimiento se realizó a los siete días contando las plántulas que prendieron después de ser trasplantadas en cada parcela con diferentes abonos orgánicos.

### **4.13.3. Altura de la planta (cm)**

La altura planta de lechuga se evaluó cada 7 días a partir del trasplante hasta la cosecha, con la ayuda del fluxómetro registrando las medidas desde el cuello de la hoja al ápice de la planta. Para determinar hasta que altura crece la planta de lechuga.

### **4.13.4. Diámetro de la cabeza (cm)**

Las cabezas de lechuga fueron medidas con flexómetro, se midió el diámetro de cada cabeza de lechuga. Esta medición se realizó en el momento de la cosecha, las hojas externas de la lechuga fueron eliminadas para evitar las variaciones de la medición.

### **4.13.5. Peso de la lechuga (g)**

El peso de la lechuga se obtuvo en la cosecha, donde se tomó en cuenta los datos del peso verde de la lechuga, que se evaluó el día de la cosecha, con la ayuda de una balanza, pesando cuidadosamente sin lastimar la planta, para luego llevar al mercado.

#### **4.13.6. Número de cabezas de lechuga**

Se evaluaron el número de cabezas de lechuga obtenidas en la cosecha de cada uno de los tratamientos, de esta manera determinar el rendimiento del cultivo.

#### **4.13.7. Rendimiento de la lechuga repollada (kg/m<sup>2</sup>)**

Para determinar el rendimiento de lechuga, se tomó en cuenta los datos del peso verde de la lechuga y el número de cabezas de lechuga obtenidas en la cosecha, de esta manera se obtuvo el rendimiento.

#### **4.13.8. Relación beneficio y costo (b/c)**

La relación beneficio- costo se evaluó después de la venta de lechuga, se determinó la relación benéfico costo.

$$\text{Relación B/C} = \text{IT} / \text{CT}$$

Dónde:

**IT** = Ingreso total

$$\text{IT} = \text{PP} \times \text{CPO}$$

**CT** = Costo total

**PP** = Precio del producto

**CPO** = Cantidad del producto obtenido

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación fue realizado en cultivo de lechuga en carpa solar, donde se incorporaron estiércol de bovino, ovino, cuy descompuesto en las parcelas para observar los efectos de los diferentes abonos orgánicos sobre el cultivo de lechuga con los datos obtenidos en el campo de cultivo. La información fue analizada bajo el, modelo de diseño completamente al azar y se evaluaron las siguientes variables.

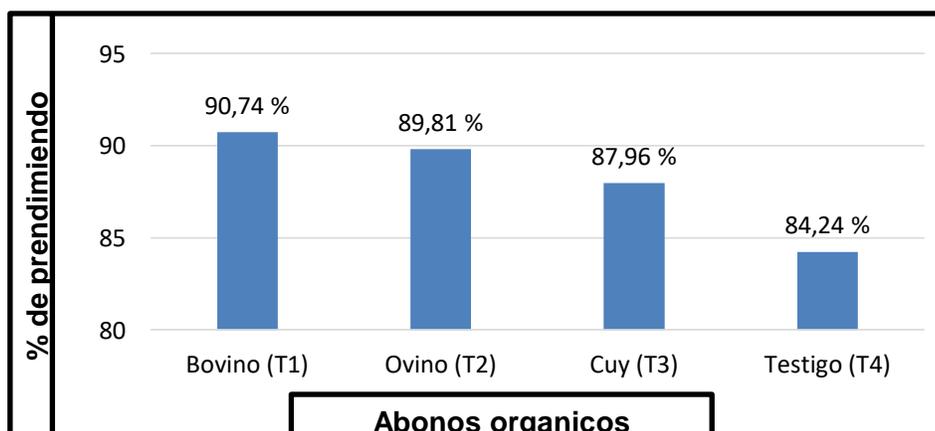
### 5.1. Emergencia (días)

Según los datos que se tomaron respecto a los días de emergencia, desde la siembra hasta que las plántulas broten. Se registraron los días de emergencia a los 4 días el 50 % germinaron en la almaciguera y a los 7 días se pudo observar el 95% de plántulas germinadas.

### 5.2. Prendimiento de planta (%)

En la figura 19, se observa el porcentaje de prendimiento de la planta, donde el abono bovino (T1) obtuvo el mayor porcentaje de 90,74 %, seguido el abono ovino (T2) con un 89,81 %, el abono de cuy (T3) presentó el 87,96 % y por último el testigo (T4) obtuvo 84,24 % de prendimiento de la planta, estadísticamente, indicando que no existe diferencia, pero si existe una diferencia numéricamente entre los abonos orgánicos.

**Figura 19. Porcentaje de prendimiento de la planta (%)**



La aplicación del abono bovino (T1) obtuvo 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 que se presentó de 45°C y la humedad de 80%, durante la investigación del trabajo.

### 5.3. Altura de la planta (cm)

#### 5.3.1. Análisis de varianza altura planta

Según el cuadro 7, en análisis de varianza para altura de planta nos muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 14,67% indicando que los datos tiene un alto grado de confiabilidad (Calzada, 1989).

**Cuadro 7. Análisis de varianza de altura de planta (cm)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F Cal.	Ft (0,05 0,01)
Abonos	3	8,00	2,67	0,78 NS	3,49 5,95
Error	12	41,00	3,42		
Total	15	49,00			
<b>CV = 14,67 %</b>					

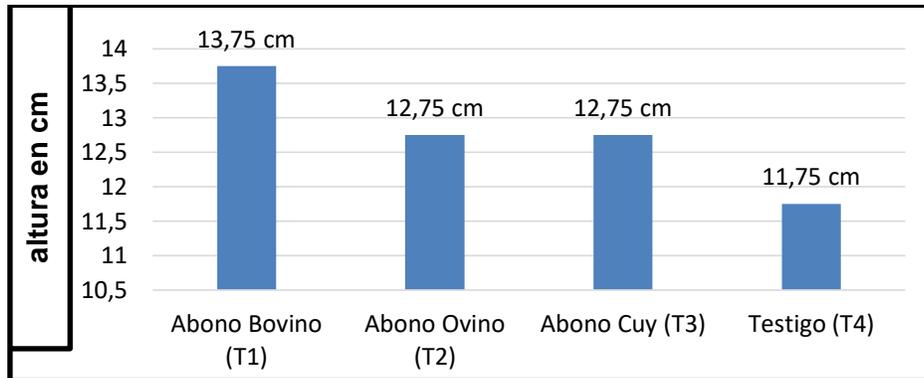
Fuente: Elaboración propia, 2016. Fc. = Ft. NS\* = significativo por la cual el Fc es menor que el Ft nos indica que no hay diferencias ente abonos

#### 5.3.2. Comparación de promedios de la altura planta

De acuerdo a la figura 20, muestra que el Abono bovino (T1) obtuvo una mayor altura de 13,75 cm de altura planta, ha seguido el Abono ovino (T2) con 12,75 cm, el Abono cuy (T3) con un 12,75 cm y por último el testigo (T4) que presento 11,75 cm de menor altura, en la cual estadísticamente no existe diferencias significativas, pero si existe diferencias numéricas. El factor que influyó negativamente es el medio

ambiente como las temperaturas altas que se presentaron hasta 45°C y la humedad de 80%.

**Figura 20. Comparación de promedios de altura de planta (cm)**



En un estudio realizado por Díaz (1998), obtuvo una altura de planta de lechuga una vez alcanzada la madurez (50 días después del trasplante) de la variedad Salinas, se llegó a los 19,35 cm en su madurez y 17,15 cm en carpa solar.

La altura promedio de lechugas al momento de la cosecha está en el siguiente orden: Salinas 15,50 cm tradicional y Salinas en bolsas 16,60 cm de altura de la planta con producción en carpa solar Cruz, (2003).

Analizando los promedios obtenidos en la investigación, en la altura de la planta de lechuga se obtuvo la altura máxima de 13,75 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 superiores a lo que se registraron en el presente trabajo.

#### **5.4. Diámetro de cabeza de lechuga**

##### **5.4.1. Análisis de varianza del diámetro**

Según el Cuadro 8, en análisis de varianza para el diámetro de cabeza de lechuga repollada nos muestra; que no existe diferencia significativa entre los tratamientos,

de abonos orgánicos con un coeficiente de variación de 18,67 % indicando que los datos tiene un alto grado de confiabilidad (Calzada, 1989).

**Cuadro 8. Análisis de varianza diámetro de la cabeza (cm)**

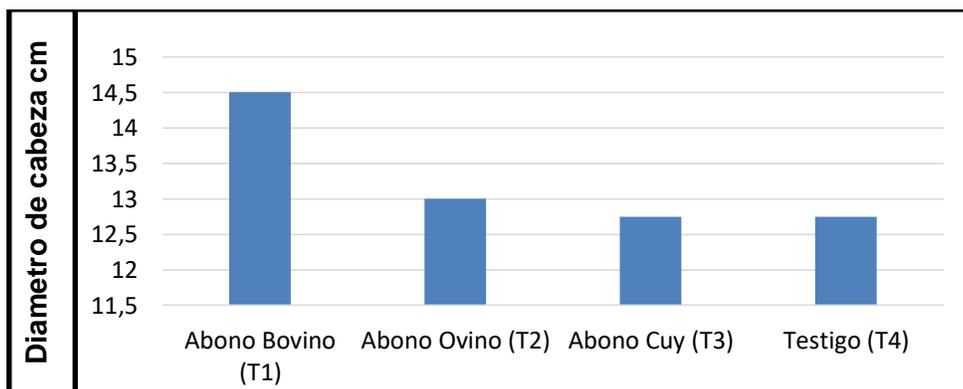
Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F cal	Ft (0,05; 0,01)
Abonos	3	9,68	3,22	0,53 NS	3,49 5,95
Error	12	72,75	6,06		
Total	15	82,43			
<b>C.V = 18,67 %</b>					

Fuente: Elaboración propia, 2016. Fc. = Ft. NS\* = significativo por la cual el Fc es menor que el Ft nos indica que no hay diferencias ente abonos

#### 5.4.2. Comparación de promedios del diámetro

En la figura 21, se observó según la prueba de Duncan la probabilidad al 5%, donde no existe diferencia significativa estadístico, donde el Abono bovino del (T1) obtuvo un mayor diámetro de cabeza con 14,50 cm, seguido del abono de ovino (T2) que presento un 13,00 cm, también el Abono cuy del (T3) obtuvo un 12,75 cm y por último el testigo del (T4) obtuvo un 12,50 cm de diámetro de cabeza, siento similares estadísticamente, pero si existe diferencias numéricas.

**Figura 21. Comparación de medidas de diámetro de cabeza (cm)**



Los datos obtenidos en el presente estudio difieren de los logrados por Centella (1999), donde con su experiencia con diferentes dosis de abono menciona que el diámetro mayor de cabeza fue de 11,83 cm y el diámetro menor de 6,53 cm. Estos resultados se asemejan a los presentes trabajos de cabeza por Centella (1999), presento un 11,83 cm de diámetro de cabeza.

Analizando los promedios del diámetro de la cabeza se aprecia que tiene una diferencia mínima donde se ve en que el abono de bovino del tratamiento (T1) con un diámetro mayor de 14,50 cm de diámetro de la planta, por el contenido de nutrientes que contiene a diferencia de los otros tratamientos, también se puede atribuir al clima, semisombra.

## 5.5. Peso de la lechuga

### 5.5.1. Análisis de varianza del peso de la lechuga

En el cuadro 9, muestra el peso del cultivo lechuga repollada, donde se registraron y se obtuvo los siguientes resultados para el análisis de varianza de los abonos orgánicos, se observa el coeficiente de variación de 10,05 % lo cual nos indica que los datos fueron tomados de adecuadamente Calzada, (1989).

**Cuadro 9. Análisis de varianza peso de la planta (g)**

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F Cal.	Ft (0,05; 0,01)
Abonos	3	25.827,50	8609,16	3,97*	3,49 5,95
Error	12	26.002,50	2166,87		
Total	15	51.830,00			
<b>C.V = 10,05 %</b>					

Fuente: Elaboración propia, 2016. Fc. = Ft. NS\* = significativo por la cual el Fc es menor que el Ft nos indica que no hay diferencias ente abonos

### 5.5.2. Comparación de promedios del peso de la lechuga

En el cuadro 10, se observa los siguientes datos obtenidos de la comparación de medias, donde nos indica que existe diferencia significativa estadístico. El abono bovino del T1 presentó un mayor promedio de peso de 526,50 gramos seguido del abono ovino (T2) presento 455,75 gramos, abono cuy (T2) obtuvo 454,75 gramos y por último el testigo (T4) con 415,00 gramos de peso de la lechuga. Se atribuye a la cantidad de nutrientes disponibles que presenta el abono de bovino a diferencia de los otros abonos, otro factor que influyó es el medio ambiente como las temperaturas altas que se presentaron hasta 45°C y la humedad de 80%.

**Cuadro 10. Comparación de Promedios de peso de la cabeza (g)**

<b>Abonos Tratamientos</b>	<b>Media (g)</b>	<b>Duncan al (5%)</b>
Abono bovino (T <sub>1</sub> )	526,50	a
Abono cuy (T <sub>3</sub> )	455,75	b
Abono ovino (T <sub>2</sub> )	454,75	b
Testigo	415,00	b

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### 5.6. Número de cabeza de la lechuga repollada

#### 5.6.1. Análisis de varianza de número de cabezas de la lechuga

Según el cuadro 11, el análisis de varianza de número de cabezas de lechuga nos muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 17,7 % indicando que los datos tiene un alto grado de confiabilidad (Calzada, 1989).

**Cuadro 11. Análisis de varianza de número de cabezas de la lechuga**

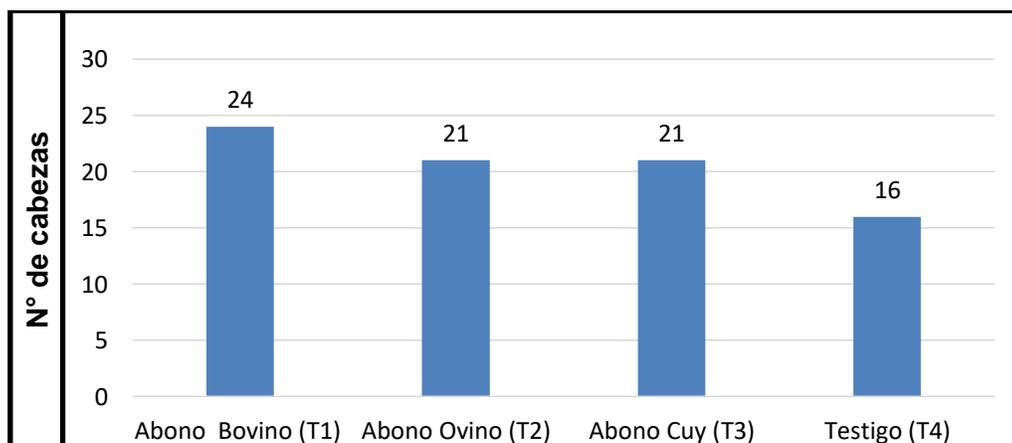
Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F Cal.	Ft (0,05 0,01)
Abonos	3	131,19	43,73	3,42	3,49 5,95
Error	12	153,25	12,77		
Total	15	284,44			
<b>C.V = 17.7%</b>					

Fuente: Elaboracion propia, 2016 Fc. = Ft. NS\* = significativo por la cual el Fc es menor que el Ft nos indica que no hay diferencias ente abonos

**5.6.2. Comparación de promedios de número de cabezas de lechuga**

De acuerdo a la figura 22, muestra que el abono bovino (T1) obtuvo mayor número de cabezas con 24 lechugas, seguido el abono de ovino (T2) con 21 lechugas, el abono cuy (T3) con 21 cabezas y por último el testigo (T4) que presentó menor cantidad con 16 lechugas, en la cual estadísticamente no existe diferencias significativas, pero si existe una diferencia numérica.

**Figura 22. Comparación de promedios de número de cabezas de lechuga**



Fuente: elaboración propia, 2016

## 5.7. Rendimiento de la lechuga

### 5.7.1. Análisis de varianza del rendimiento de la lechuga

El rendimiento de planta del cultivo lechuga repollada, para el análisis de varianza de los abonos orgánicos se muestra en el cuadro 12 donde se observa que existe diferencia significativa entre tratamientos con un coeficiente de variación de 21,40 %, indicándonos que los datos fueron tomados de forma adecuada.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para el rendimiento**

Fuente de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrados medios	F Cal.	Ft (0,05; 0,01)
Abonos	3	91,50	30,50	8,65**	3,49 5,95
Error	12	44,50	3,70		
Total	15	136,00			
<b>C.V = 21,40%</b>					

Fuente: Elaboración propia, 2016.

### 5.7.2. Comparación de promedios del rendimiento

En, el cuadro 13 se observó los siguientes datos obtenidos donde nos indica que existe diferencia significativa, donde el abono bovino del (T1) presenta un mayor promedio de rendimiento 12,50 kg/m<sup>2</sup> seguido del abono ovino (T3) presento 9,00 kg/m<sup>2</sup>, también abono cuy (T2) obtuvo 8,75 kg/m<sup>2</sup> y por último el testigo (T4) con promedio de 5,75 kg/m<sup>2</sup> de lechuga.

**Cuadro 13. Comparación de promedios del rendimiento**

<b>Abonos Tratamientos</b>	<b>Media (kg)</b>	<b>Duncan al (5%)</b>
Abono bovino (T <sub>1</sub> )	12,50 kg/m <sup>2</sup>	a
Abono ovino (T <sub>2</sub> )	9,00 kg/m <sup>2</sup>	b
Abono cuy (T <sub>3</sub> )	8,75 kg/m <sup>2</sup>	b
Testigo	5,75 kg/m <sup>2</sup>	c

Fuente: Elaboración propia, 2016.

Maroto (1995), indica que son muchos los factores que influye sobre el rendimiento entre ellos el tipo de suelo, la variedad, época de siembra, densidad de plantación y los campos de producción, puedo conseguirse aproximadamente de 30-60 t/ha en el rendimiento. El rendimiento es el producto final de la interacción de varios factores que engloba a una serie de aspectos; como la calidad de semilla, suelo, temperatura, humedad y viento.

Según Quisbert (2002), estudiando el uso intensivo de la carpa solar para la producción de lechuga en el altiplano norte reporto temperaturas máximas de 29,17° C promedios de 18° C y mínimas de 5° C para rendimientos de 5,25 kg/m<sup>2</sup> en los meses de julio y agosto.

Analizando el rendimiento del cultivo de lechuga existe una diferencia significativa entre los tratamientos de bovino de 12,50 kg/m<sup>2</sup> a comparación del testigo que es de 5,75 kg/m<sup>2</sup>, estos resultados de investigación del presente trabajo son superiores a Quisbert (2002) que obtuvo un rendimiento de 5,25/m<sup>2</sup> por otro lado, Maroto (1995), obtuvo un rendimiento de 30-60 t/ha indica que son muchos los factores que influyo.

## 5.8. Relación beneficio y costo (B/C)

En beneficio - costo se tomaron en cuenta los ingresos y los egresos y así determinar el beneficio costo de la investigación. En cuanto a los resultados alcanzados se afirma que al obtener con los tratamientos se pudo observar los promedios, como se observa en el siguiente Cuadro 14.

**Cuadro 14. Comparación de promedios de relación benéfico costo**

Relación beneficio-costo					
Abonos (Tratamientos)	PP(Bs)	CPO	CT(Bs)	IT(Bs)	B/C
Bovino (T <sub>1</sub> )	3	95	189.50	285	1,50
Ovino (T <sub>2</sub> )	3	82	189.50	246	1,30
Cuy (T <sub>3</sub> )	3	83	189.50	249	1,31
Testigo (T <sub>4</sub> )	2	63	189.50	126	0,70

Fuente: Elaboracion propia, 2016. REF.: PP= Precio del producto. Bs= Moneda bolivianos. CP= Costo del producto obtenido, CT= Costo total IT= Ingreso total B/C= beneficio costo.

De acuerdo a los resultados obtenidos del Cuadro 17, señala que el mejor beneficio costo es de 1,50; lo cual nos indica que hay ganancia donde por cada boliviano invertido ganamos 0,50 bs.

Cruz (2003), en su experiencia con lechuga arrepollada en diferentes sistemas de producción obtuvo relación benéfico-costos (B/C) de 3,4 este valor es superior a lo logrado en el presente estudio donde el T1 abono bovino obtuvo un mayor beneficio costo de 1,50.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos y resultados obtenidos del trabajo de investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

En el porcentaje de prendimiento de la planta, se obtuvo el mayor porcentaje de 90,74 % de abono bovino ( $T_1$ ), seguido el abono ovino ( $T_2$ ) con un 89,81 %, el abono de cuy ( $T_3$ ) presentó el 87,96 % y por último el testigo ( $T_4$ ) obtuvo 84,24 % de prendimiento de la planta, estadísticamente, indicando que no existe diferencia,

En cuanto a la altura planta, el Abono bovino ( $T_1$ ) obtuvo una mayor altura de 13,75 cm, ha seguido el Abono ovino ( $T_2$ ) con 12,75 cm, el Abono cuy ( $T_3$ ) con un 12,75 cm y por último el testigo ( $T_4$ ) que presento 11,75 cm de menor altura, en la cual estadísticamente no existe diferencias significativas

El diámetro de cabeza de la lechuga, se obtuvo un mayor diámetro de cabeza con el Abono bovino ( $T_1$ ) de 14,50 cm, seguido del abono de ovino ( $T_2$ ) que presento un 13,00 cm, el Abono cuy de ( $T_3$ ) obtuvo un 12,75 cm y por último el testigo del ( $T_4$ ) obtuvo un 12,50 cm de diámetro de cabeza, siendo similares estadísticamente,

El abono bovino del ( $T_1$ ) presentó un mayor promedio de peso de 526,50 gramos seguido del abono ovino ( $T_2$ ) presento 455,75 gramos, abono cuy ( $T_3$ ) obtuvo 454,75 gramos y por último el testigo ( $T_4$ ) con 415,00 gramos de peso de la lechuga. Donde el abono bovino obtuvo un mayor promedio de peso de 526,50 g, nos indica que existe diferencia significativa estadístico a diferencia de los demás abonos.

El abono bovino ( $T_1$ ) obtuvo mayor número de cabezas con 24 lechugas, seguido el abono de ovino ( $T_2$ ) con 21 lechugas, el abono cuy ( $T_3$ ) con 21 cabezas y por último el testigo ( $T_4$ ) que presentó menor cantidad con 16 lechugas, en la cual estadísticamente no existe diferencias significativas.

El abono bovino del ( $T_1$ ) presenta un mayor promedio de rendimiento seguido del abono ovino ( $T_3$ ) presento 9,00 kg/m<sup>2</sup>, también abono cuy ( $T_2$ ) obtuvo 8,75 kg/m<sup>2</sup> y por último el testigo ( $T_4$ ) con promedio de 5,75 kg/m<sup>2</sup> de lechuga. Donde el abono

bovino obtuvo un buen rendimiento  $12,50 \text{ kg/m}^2$  a diferencia de los otros abonos, nos indica que existe diferencia significativa.

De acuerdo a los resultados de beneficio/costo, el abono bovino ( $T_1$ ) presento un mayor rendimiento de 1,50, seguidamente con abonos ovinos, cuy de los ( $T_2$ ), ( $T_3$ ) y el testigo.

## VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los horticultores de la población de Patacamaya utilizar abonos orgánicos descompuesto para enriquecer los suelos con más nutrientes, para una buena producción de hortalizas con un valor nutritivo.

Se recomienda utilizar la semilla arrepollada salinas porque se adapta bien en carpas solares en los meses de invierno. También se recomienda realizar la germinación en ambientes atemperados para acelerar el germinado de las semillas.

Se recomienda realizar el trasplante a una distancia de 25 cm entre surco y 30 cm entre planta para que tenga un buen crecimiento y desarrollo la planta de lechuga, esta práctica realizar durante la mañana o la tarde. Se recomienda realizar el riego por las mañana o por las tardes así para que la planta pueda absorber todo lo necesario del agua.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda utilizar el abono de bovino, porque presento un efecto positivo en el rendimiento en la producción del cultivo de lechuga repollada salinas.

También se recomienda controlar las temperaturas presenta en el día, dentro de la carpa solar y así pueda desarrollar de una manera adecuada durante la última etapa de su ciclo vegetativo de la lechuga arrepollada.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALAMO, V. (2001). Abonos y guía práctica de la fertilización. Editorial Mundi-prensa Madrid. España Pág. 559
- ÁLVARES, M. (2001). Efecto de fertilización orgánica en el rendimiento de tres variedades de repollo (*Brassica oleracea*). Bajo condiciones de carpa solar. Facultad Agronomía UMSA. La Paz-Bolivia Pp 9-60.
- AVILES, D (1992). Producción de hortalizas bajo diferentes condiciones micro climáticas. En el altiplano. La paz-Bolivia. Pp 150-151
- AYAVIRI, R. (1997). Estudio de cuatro profundidades de Walipinis en producción de horticultura en invierno contorno letanías. Viacha. La Paz. Pág. 139
- BALCAZA, (1997). Fertilización de cultivos agrícolas. [En línea] Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20en%20Cultivos%20Hortícolas.a> sp. Consultado 12 de marzo del 2017).
- BARRIENTOS, J. (1999) Evaluación de dos variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo tres niveles de solución en Suka - hidroponía invernadero. Tesis Facultad de Agronomía. La Paz –Bolivia .Pp. 93-97.
- CALZADA, B. J. (1989). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Jurídica, Cuarta Edición. Lima – Perú. Pág.611.
- CASSERES, E. (1984) Producción de hortalizas. Ed. IICA San José Costa Rica. Pp. 180-194
- CERDAS, M. Y MONTERO, M. (2004). Guías técnicas del manejo pos cosecha de apio y lechuga para el mercado fresco. San José, Costa Rica. MAG. Pág.72.
- CHILON, C. E. (1997) Fertilidad de los suelos y nutrición de las plantas. Tercera Serie Edil Ediciones (CIAT).La Paz –Bolivia. Pág.346
- CLADES, A. (1995). “Concepción del suelo y evaluación de su calidad, Aportes de la Agroecológica” Modulo II. Pp 62-144.

- CRUZ, A. (2003) Evaluación agroeconómica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo dos sistemas de producción en carpa solar. Tesis de Grado. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andres La Paz-Bolivia. Pág.75
- ENCICLOPEDIA BOLIVIA AGOPECUARIA (2010) Tomo II Agricultura forestación, peces, pecuaria y áreas protegidas Pág.376
- FACHINELLO, J. y MATTEI V. (2005). Producción de hortalizas. Ed. Universitaria Santiago de Chile. Pág.76.
- FAO, (1990). Primer seminario nacional sobre fertilizantes del suelo y el uso de fertilizantes en Bolivia CIAT-IBTA Santa Cruz Bolivia. Pág. 35-38.
- FAO, (2005).Producción de hortalizas La Paz-Bolivia.
- FARFAN, M. (2004). Evaluación de dos Sistemas de Riego Localizado (uno semi-artesanal) en condiciones de Carpas Solar en el Altiplano Norte. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz-Bolivia. Pág. 5-15
- FERTIVERIA, (2003). Horticultura practica 2da Edición. Editorial Diana.Mexico. Pág.525
- FIGUEREDO, R. (2006). Efecto de densidades de siembra y Niveles de Abono orgánico en el comportamiento agronómico de la Valeriana. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. Pp.24-61.
- FLORES, J. (1996). Carpas solares Técnicas de Construcción. Editorial Huellas La Paz-Bolivia. Pp. 10-28
- FRIEDMAN, B.R. (1999). Enfermedades de la Lechuga. Centro regional de ayuda técnica. México Pág.66
- GALVAN, G; GARCIA M; RODRIGEZ J. (2008). Lechuga cultivo de hoja. Facultad Agronomía. Curso de horticultura. Pág.43.
- GARCIA, V. (1996). Efecto de seis épocas de deshierbe manual y uso de herbicidas en el cultivo de lechuga en carpa solar. Tesis Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz-Bolivia. Pág.58-79.

- GOMERO, L. (1999). Manejo ecológico de suelo .Primera Edición .Editorial Stefang.
- GOYZUETA, F. L. (2002). Abonado con humus de lombriz en cuatro tipos de hortaliza bajo carpa solar. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Tesis de Grado: Ingeniería Agrónoma. La Paz, Bolivia. Pág. 117.
- <http://lechuga-fenologia.blogspot.com/> 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (2012). Límites Municipales de Autónomos, Dirección General de Límites. Atlas Estadístico de La Paz- Bolivia.
- LAURA, J. (1999). Aplicación de abonos orgánicos en rotación de hortalizas y su efecto en el suelo en el micro cuenca de Acholla. Tesis Ing. Agr. La- paz Bolivia. U.M.S.A facultad de agronomía. Pág 79.
- LIMONGELLI, J. (1995). Repollo y otras crucíferas. Ed. Hemisferio sur. Pp. 17- 37.
- LORENTE, J. (1997). Biblioteca de la agricultura, horticultura y cultivo en invernaderos: IDEA BOOKS, S.A. Barcelona-España. Pp.614, 652, 652,696.
- MACHACA, F. (2007). Efecto de niveles de estiércol de ovino en el rendimiento de variedades de apio (*Apium graveolens*), bajo ambiente protegido en el Municipio de El Alto. Pág. 10
- MAG. (Ministerio de Agricultura y Ganadería) 2013 [En línea]. Disponible en [http://www.agricultura.gob.do/Perfiles/Legumbres y hortalizas/Lechugas](http://www.agricultura.gob.do/Perfiles/Legumbres_y_hortalizas/Lechugas)>[consultado el 20 de abril de 2013].
- MALLAR, A. (1978). La Lechuga Editorial. Hemisferio sur, Buenos Aires-Argentina; Pp.3-30
- MAMANI, E (2006). Efecto de aplicación de abonos en el cultivo de lechuga suiza en walipinis en la localidad de ventilla. Tesis de grado. La paz-Bolivia. UMSA
- MAROTO J. (1989). Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundo Prensa. 3ra ed. Madrid España- País Bolivia. Pág. 745.
- MAROTO, J. (1995) Horticultura 4<sup>ta</sup> Edición. Editorial Mundi-Prensa: Madrid- España. Pág. 28.

MARULANDA, C. (2003) Horticultura familiar en Colombia desde el eje cafetalero. Editorial Optigraf, Armenia –Colombia .Pp.41-50.

MEJOCUY, (1995). Proyecto de mejoramiento genético y manejo del cuy en Bolivia. Facultad de Ciencias. Agrícolas y pecuarias. Boletín técnico N° 2

MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES, (2005). Tabla boliviana de composición de alimentos 4<sup>ta</sup> Edición La Paz-Bolivia.

MOLINA, A. (2000). Producción de abonos orgánicos con estiércol de cuy. Institución Educativa de Desarrollo Rural. Perú. Pp 56-68.

MONTES, M. (2004) Evaluación agronómica con cinco Cultivares de Lechuga (*Lactuca sativa*) en condiciones de invernadero. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. Pág.49.

PAREDES, R. PONS, J. GAMES, F. (2007). Preparación de abonos orgánicos a partir de estiércol. Bajo, INIAF. Pág. 2.

PATERSON, J. (1997). Suelos y abonados en hortalizas. Zaragoza-es. Pág. 37.

PERRIN, et al (1978). Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos Manual metodológico de evaluación económica. DF, ME Pp. 18-24.

PIA, F. (2015). Huerta orgánica Bio intensiva- Un método Aplicable a todo tipo de climas. CIESA Chubut. Argentina.

Plan de Desarrollo Municipal PDM Patacamaya (2006–2010). II. Diagnostico Municipal A. Aspectos Espaciales. Pag. 5.

PORCO, F. y TERRAZAS J. (2009). Horticultura y aplicaciones prácticas 1ra Edición. Pág. 85

QUIJANO, W. (2015). Tipo de abonos orgánicos e inorgánicos Ingeniería Ambiental. (En línea) < [https://www. Monografías.com](https://www.Monografías.com)> [consultado el 15 de octubre de 2017].

QUISBERT, C. (2002) Uso intensivo de la carpa solar para la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) en el altiplano Norte. Tesis de Grado. Facultad de agronomía Universidad Mayor de San Andrés La Paz-Bolivia. Pag.96

RESTREPO, J. (2001). Elaboración de Abonos Orgánicos Fermentación y Bio fertilizantes Foliare. Ed. IICA. San José, Costa Rica. Pág. 19

RYDER, E. J. (2007) Producción y evaluación en lechuga. Primera Edición lechuga en carpas solares publicado. London USA Pág. 85

SAAVEDRA. G. (2017) Manual de producción de lechuga. Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias Boletín INIA / N° 09 Santiago, Chile. Pp 89-90-91.

SANCHEZ, C. (2003) Abonos orgánicos y Lombricultura. Ed. Ripalme E.I.R.L. Lima – Peru. Pág.135.

SANCHEZ, C. (2005) Producción de Lechuga .Ed. Ripalme .Lima-Perú. Pág. 135.

SERRANO, C. G. (2000). Riego superficial en ambientes atemperados para la producción intensiva de nabo (*Brassica*) y lechuga (*lactuca sativa*). Universidad Mayor de San Andrés. Bolivia. Bolivia. Pág. 83

SOLÓRZANO, H. A. (1992). "Producción de hortalizas de hoja en Tarapoto". Separata de Olericultura. DAAP- UNSM-T - PERÚ. SRL. Lima –Perú

TERRANOVA, A. (1995) Enciclopedia Agropecuaria. Terranova. Editores volumen dos Bobota, Colombia. Pág. 293.

TURCHI A. (1987) Guía práctica horticultura .CEAC Barcelona España Pp.100-105.

VALDEZ, G. (1996) Producción de hortalizas. Tercera Edición. Editorial Trillas. México Pp.112p.

VALLEJOS, (2008). Efecto de distintas dosis de abono orgánico líquido en el comportamiento agronómico de la estevia (*Stevia rebaudiana*, Bert) en la región de taypiplaya. Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia.

VIGLIOLA, M. (1991) Manual de horticultura. Según Edición. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires - Argentina Pág. 81-85.

**ANEXOS**

# ANEXO N°1



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR UNIVERSIDADES DE CHILE Y EL SISTEMA UNIVERSITARIO NACIONAL



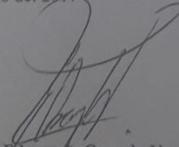
## CERTIFICADO DE ENSAYO DE SUELOS N° 100817

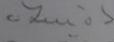
CLIENTE: Yuditt Delgado Vilca  
ANALISIS POR: Nitrógeno, potasio, fosforo, materia orgánica, textura, Conductividad eléctrica.  
MATERIAL A ANALIZAR: Muestra de suelos  
PROCEDENCIA: Patacamaya  
FECHA DE MUESTREO: 31/07/17  
FECHA DE ANALISIS: 3 al 10 de agosto 2017

PARAMETROS ANALIZADOS	CONTENIDO	UNIDADES
Nitrógeno	2600,0	mg/Kg
Fosforo	110,18	mg/Kg
Potasio	929,84	mg/Kg
Materia orgánica	5,50	%
Conductividad	145,1	µs/cm

COMPOSICION	%
Arena	48,10
Limo	47,35
Arcilla	4,55
TEXTURA: Franco Limoso	

La Paz, 11 de agosto del 2017

  
Lic. Edmundo Ovando V.  
LABORATORIO DE SUELOS

  
Ing. Cesar Ruiz Ortiz,  
DIRECTOR  
CARRERA QUIMICA INDUSTRIAL

DIRECCIONES: Av. Arce N° 2299 - E-mail: fidecano@correo.umsa.bo - Cajón Postal N° 6911 - Centrales: 2442527 - 2442598 - Fax: 2441992  
CARRERAS: Aeronáutica: 2441154 - Construcciones Civiles: 2440953 - Electricidad: 2443538 - Electrónica y Telecomunicaciones: 2440764 - 2440108  
Electromecánica: 2441098 - Mecánica Automotriz: 2441655 - Mecánica Industrial: 2408847 - Materia Básicas: 2408844  
Química Industrial: 2441520 - Topografía y Geodesia: 2441401 - Curso Pre Facultativo: 2406055 (Calle Potosí esq. Yatacacha)  
UNIDADES: Dirección Administrativa: 2441599 - Dpto. Computación: 2444278 - Biblioteca y Kardex: 2441574 - Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas: 2440973 - Unidad de Postgrado: Int. 49 - Administración: 2408186 (Calle Potosí) - UDI: 2440763

## ANEXO N°2

<b>COSTO DE PRODUCCION</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Corto unitario</b>	<b>Corto total</b>
<b>Preparación del terreno y limpieza</b>	1	Horas	12,50	12,50
<b>Remoción y preparación del sustrato</b>	1	Horas	12,50	12,50
<b>Incorporación de abonos</b>	1	Horas	12,50	12,50
<b>Trasplante de plantines</b>	2	Horas	12,50	25
<b>Labores culturales</b>				
<b>Deshierbe , apoque</b>	1	Horas	12,50	12,50
<b>Riego</b>	3	Horas	12,50	37,50
<b>Cosecha y recolección</b>	2	Horas	12,50	25
<b>Insumos</b>				
<b>Semilla</b>	1/2	Onza	20	20
<b>flexometro</b>	1	Metro	10	10
<b>Abonos orgánicos</b>	22	Kilogramos	1	22
<b>Costo total</b>	189,50 bs.			

## ANEXO N°3

Preparación del sustrato y variables medidas de la investigación; medición de altura de la planta en almaciguera para el trasplante.



**Preparación del sustrato para la almaciguera**



**Medición de altura planta en la almaciguera**



**Porcentaje de prendimiento después del trasplante**



**Medición de Altura planta después del trasplante**

## ANEXO N°4

Variables medidas de la investigación; diámetro de la cabeza, peso de la lechuga arropollada y rendimiento.



**Medición de diámetro de cabeza**



**Pesaje de lechuga con balanza**



**Producción y rendimiento de la lechuga**