

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAK CHOI  
(*Brassica chinensis*) CON LA APLICACIÓN DE TÉ DE ESTIÉRCOL  
EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA - UPEA**

**Por:**

**Lupe Eliana Capajaña Kacasaca**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**Diciembre, 2024**

**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE PAK CHOI (*Brassica  
chinensis*) CON LA APLICACIÓN DE TÉ DE ESTIÉRCOL EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL DE KALLUTACA - UPEA**

*Tesis de Grado presentado  
como requisito para optar el Título de  
Ingeniera Agrónoma*

**Lupe Eliana Capajaña Kacasaca**

**Asesores:**

M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez .....

**Tribunal Revisor:**

M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi .....

M. Sc. Lic. Ing. Víctor Paye Huaranca .....

M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas .....

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador .....



**DEDICATORIA:**

*A mi mamita Luisa Kacasaca Flores por su permanente apoyo, sacrificio, esfuerzo, comprensión, y confianza. Así como también por sus sabios consejos que he recibido a lo largo de mi vida y durante mi formación profesional. A mis hermanos (as): Alejandra, Diego, Mercedes y Rocio, por brindarme su apoyo moral en todo momento para la conclusión del presente trabajo.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por regalarme salud y vida para alcanzar mi tan anhelado objetivo.

A la Universidad Pública de El Alto, la casa de estudios que me brindó la oportunidad de estudiar una carrera profesional como Ingeniería Agronómica que me formo profesionalmente para poder contribuir con mis conocimientos adquiridos en el desarrollo a mi querida patria Bolivia.

A mi asesor: M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez, por su apoyo y el tiempo dedicado en la revisión, corrección y orientación con sus conocimientos para poder concluir el presente trabajo de investigación.

Al Tribunal Revisor: M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi, M. Sc. Lic. Ing. Luis Fernando Machicao Terrazas y M. Sc. Lic. Ing. Víctor Paye Huaranca, por su tiempo, observaciones y sugerencias realizadas para la culminación de este trabajo.

A mi querida mamita Luisa, por el apoyo y la paciencia que me tuvo para la realización de este trabajo de investigación que sin su apoyo esto no se hubiera logrado, ya que ella es el pilar fundamental de mi vida. A mis hermanos Alejandra, Diego, Mercedes y Rocio. Por apoyarme en todo momento.

A mis amigas Esther Tacachira Huanca, Roxana Quispe Patty y Mercedes Aruquipa Lecoña, por su apoyo y a todos los que me colaboraron con la elaboración de mi trabajo de tesis.

## CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS.....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vi
ABREVIATURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi

## ÍNDICE DE TEMAS

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Antecedentes.....	2
1.2.	Planteamiento del problema .....	2
1.3.	Justificación .....	2
1.4.	Objetivos.....	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos .....	3
1.5.	Hipótesis.....	3
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1.	Origen del cultivo de Pak choi.....	4
2.2.	Clasificación Taxonómica .....	4
2.3.	Características botánicas.....	4
2.3.1.	Planta .....	4
2.3.2.	Sistema radicular .....	5
2.3.3.	Tallo.....	5
2.3.4.	Hojas .....	5

2.4.	Fases del desarrollo del cultivo .....	5
2.4.1.	Variedad de Pak choi.....	6
2.4.1.1.	Mei Qing Choi.....	6
2.4.2.	Densidad de siembra .....	6
2.4.3.	Requerimiento del cultivo.....	6
2.5.	Zonas de producción en Bolivia .....	7
2.6.	Zonas de producción internacional .....	8
2.7.	Valor nutricional .....	8
2.8.	Suelos.....	9
2.9.	Riego .....	9
2.10.	Riego Té de estiércol.....	9
2.10.1	Preparación del té de estiércol.....	9
2.10.2	Aplicación y uso del té de estiércol en la agricultura .....	9
2.10.3	Ventajas del té de estiércol .....	9
2.10.4	Desventajas del té de estiércol .....	10
2.11.	Propiedades de los abonos orgánicos líquidos .....	10
2.11.1.	Tiempo y proceso de fermentación del abono líquido .....	10
2.11.2.	Aplicación y uso del abono orgánico líquido .....	11
2.11.3.	Cantidad y frecuencia de aplicación.....	11
2.11.4.	Biol de bovino .....	12
2.11.5.	Té de estiércol de ovino.....	12
2.11.6.	Usos del té de estiércol .....	12
2.11.7.	Funciones del té de estiércol .....	12
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.	Localización.....	13
3.1.1.	Ubicación Geográfica.....	13

3.1.2.	Características edafoclimáticas .....	14
3.1.3.	Clima .....	14
3.1.4.	Suelo .....	14
3.1.5.	Flora .....	14
3.2.	Materiales .....	15
3.2.1.	Material de estudio .....	15
3.2.2.	Material de escritorio.....	15
3.2.3.	Material de campo .....	15
3.3.	Metodología.....	17
3.3.1.	Tipo de estudio experimental .....	17
3.3.2.	Muestreo de suelo .....	17
3.3.3.	Preparación del suelo .....	17
3.3.4.	Obtención de la semilla.....	18
3.3.5.	Trasplante.....	18
3.3.6.	Preparación del té de estiércol.....	19
3.3.7.	Aplicación del té de estiércol.....	20
3.3.8.	Riego .....	20
3.3.9.	Desmalezado.....	20
3.3.10.	Aporque .....	21
3.3.11.	Control de plagas y enfermedades .....	21
3.3.12.	Cosecha .....	21
3.3.13.	Diseño experimental .....	22
3.3.14.	Croquis de la investigación .....	22
3.3.15.	Variables de respuesta .....	24
3.3.15.1.	Altura de la planta (cm) .....	24
3.3.15.2.	Largo de peciolo (cm) .....	24

3.3.15.3. Número de hojas por planta .....	25
3.3.15.4. Largo de hoja (cm) .....	25
3.3.15.5. Ancho de hoja (cm) .....	25
3.3.15.6. Cálculo del área foliar (cm).....	26
3.3.15.7. Peso del Pak Choi (g).....	26
3.3.15.8. Rendimiento del Pak Choi .....	27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	28
4.1. Características climáticas .....	28
4.1.1. Temperatura ambiental.....	28
4.1.2. Temperatura interna del ambiente atemperado .....	29
4.2. Análisis físico y químico del suelo.....	30
4.3. Análisis físico y químico de abonos líquidos orgánicos .....	31
4.4. Variables agronómicas .....	32
4.4.1. Altura de la planta (cm).....	32
4.5. Largo de peciolo (cm) .....	33
4.6. Largo de la hoja (cm) .....	34
4.7. Ancho de la hoja (cm) .....	36
4.8. Número de hojas por planta.....	37
4.9. Cálculo del área foliar (cm) .....	39
4.10. Peso de la planta de Pak choi.....	40
4.11. Rendimiento del Pak choi .....	42
4.12. Análisis de costos parciales .....	43
4.13. Análisis de dominancia .....	45
4.14. Tasa de retorno marginal.....	45
5. CONCLUSIONES .....	47
6. RECOMENDACIONES.....	48

7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
8.	ANEXOS .....	53

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Etapas Fenológicas del Pak choi .....	6
Cuadro 2. Requerimientos de fertilización del Pak choi .....	7
Cuadro 3. Composición nutricional del Pak choi cada 100 g de materia fresca .....	8
Cuadro 4. Composición química de estiércol de bovino y ovino .....	11
Cuadro 5. Dosis de Te estiércol de bovino y ovino .....	20
Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta de Pak Choi.....	32
Cuadro 7. Promedios de altura de planta de Pak choi .....	32
Cuadro 8. Análisis de varianza para largo de peciolo de Pak choi .....	33
Cuadro 9. Promedios de largo de peciolo de Pak choi.....	34
Cuadro 10. Análisis de varianza para largo de la hoja de Pak choi.....	35
Cuadro 11. Promedios de largo de la hoja de Pak choi .....	35
Cuadro 12. Análisis de varianza para ancho de hoja. ....	36
Cuadro 13. Análisis comparativo de Duncan para el ancho de la hoja de Pak choi .....	37
Cuadro 14. Análisis de varianza para número de hojas por planta de Pak choi.....	38
Cuadro 15. Análisis comparativo de Duncan de número de hojas por planta de Pak choi.....	38
Cuadro 16. Análisis de varianza para el cálculo de área foliar por planta de Pak choi.....	39
Cuadro 17. Análisis comparativo de Duncan del cálculo del área foliar por planta de Pak choi... ..	40
Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de la planta de Pack choi.....	41
Cuadro 19. Análisis comparativo de Duncan del peso de la planta de Pak choi .....	41
Cuadro 20. Análisis de varianza para el rendimiento de Pack choi.....	42
Cuadro 21. Análisis comparativo de Duncan del rendimiento de la planta de Pak choi....	43
Cuadro 22. Costos, Rendimiento, Beneficio y Relación Beneficio/Costo de la producción de Pak choi... ..	44

Cuadro 23.	Análisis de dominancia de la producción del Pak choi.....	45
Cuadro 24.	Tasa de retorno marginal producción del pak choi .....	46

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1.	Imagen satelital de los predios del Centro Experimental Kallutaca (Google Earth, 2023).....	13
Figura 2.	Preparación del suelo .....	18
Figura 3.	Trasplante.....	19
Figura 4.	Preparación del té de estiércol .....	19
Figura 5.	Cosecha del Pak Choi.....	21
Figura 6.	Cantidad de plantas en cada unidad experimental.....	23
Figura 7.	Croquis del experimento .....	23
Figura 8.	Altura de la planta .....	24
Figura 9.	Largo de peciolo.....	24
Figura 10.	Numero de hojas por planta .....	25
Figura 11.	Largo de la hoja .....	25
Figura 12.	Ancho de la hoja .....	26
Figura 13.	Cálculo del área foliar.....	26
Figura 14.	Peso del Pak choi .....	27
Figura 15.	Rendimiento del Pak choi.....	27
Figura 16.	Humedad registrada durante el ensayo (febrero-abril 2023).....	28
Figura 17.	Comportamiento de la temperatura interna (Fuente propia) .....	29
Figura 18.	Resultado de la Relación Beneficio Costo.....	44

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Preparación del suelo y nivelación del suelo .....	54
Anexo 2.	Siembra de los plantines de pak choi .....	54
Anexo 3.	Elaboración del té de estiércol de bovino y ovino.....	54
Anexo 4.	Incorporación del saco de té de estiércol al tacho y llenado de agua .....	55
Anexo 5.	División de unidades experimentales .....	55
Anexo 6.	Aplicación de té de estiércol por tratamiento .....	55
Anexo 7.	Muestra del laboratorio del análisis químico del suelo.....	56
Anexo 8.	Muestra del laboratorio del análisis químico del té de estiércol de bovino.....	57
Anexo 9.	Muestra del laboratorio del análisis químico del té de estiércol de ovino.....	58
Anexo 10.	Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T1).....	59
Anexo 11.	Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T2).....	60
Anexo 12.	Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T3).....	61
Anexo 13.	Temperatura interna del ambiente atemperado.....	62
Anexo 14.	Temperatura ambiental .....	62
Anexo 15.	Cuaderno de campo.....	63
Anexo 16.	Análisis de varianza .....	63

## ABREVIATURAS

L	=	Litros	Ca	=	Calcio
ml	=	Mililitros	Fe	=	Hierro
m <sup>2</sup>	=	Metros cuadrados	K <sub>2</sub> O	=	Monóxido de potasio
cm	=	Centímetros	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	=	Oxido fosfórico
m	=	Metros	N	=	Nitrógeno
t	=	Toneladas	CaO	=	Oxido de calcio
kg	=	Kilogramos	MgO	=	Oxido de magnesio
g	=	Gramos	K	=	Potasio
mg	=	Miligramos	S	=	Azufre
T	=	Temperatura	ppm	=	Partes por millón
GPS	=	Global Positioning System	pH	=	Potencial de hidrogeno
km	=	Kilómetro	msnm	=	Metros sobre el nivel del mar
ha	=	Hectárea	SENAMHI	=	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
m	=	metros			
mm	=	Milímetro	IBTEN	=	Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear
sp	=	Especie	DBCA	=	Diseño bloques completos al azar
Var	=	Variedades	Σ	=	Sumatoria

FV	=	Fuentes de variación	CM	=	Cuadrado medio
SC	=	Suma de cuadrados	Fc	=	F calculada
GL	=	Grados de libertad	Ft	=	F tabulada
CV	=	Coefficiente de variación	*	=	Significativo
NS	=	No significativo	**	=	Altamente significativo

## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó durante el año 2023, en la estación experimental de Kallutaca bajo un ambiente atemperado con el objetivo de evaluar dos niveles de té de estiércol de bovino y ovino en el cultivo de Pak choi, como una alternativa de producir orgánicamente.

En el presente trabajo se busca conocer el comportamiento agronómico bajo dos tipos de abonos orgánicos líquidos (té de estiércol de bovino y té de estiércol de ovino), las cuales se prepararon a base de estiércol de bovino y ovino, con el objetivo de encontrar con cuál de los dos tipos de abonos orgánicos líquidos se desarrolla mejor el cultivo de Pak choi, en la zona de estudio. Además de complementar a la dieta alimentaria de la población con la introducción de un cultivo nuevo para el mercado.

El diseño experimental que se utilizó, para la evaluación del trabajo de investigación es (DBCA), conformado por tres tratamientos y tres bloques, distribuidos de forma homogénea en 9 unidades experimentales, obteniendo así los siguientes resultados.

Para el rendimiento del cultivo de Pak choi bajo la aplicación de abonos orgánicos líquidos se obtuvo con el té de estiércol de bovino un rendimiento de  $17,45 \text{ kg/m}^2$ , seguido del té estiércol de ovino con un rendimiento de  $15,89 \text{ kg/m}^2$ , por lo tanto, el tratamiento testigo su rendimiento fue de  $12,89 \text{ kg/m}^2$  respectivamente, existe diferencia significativa con los tratamientos que han sido aplicados con abonos líquidos orgánicos, siendo así que el cultivo de Pak choi tuvo mayor rendimiento con él té de estiércol de bovino y tuvo un mejor comportamiento productivo por lo que se puede decir que el cultivo asimilo adecuadamente los macro y micro nutrientes que presentaba el suelo y el abono líquido.

En cuanto al análisis económico parcial el T1 con de té estiércol de bovino, logró la mejor relación beneficio costo de 2,5 por encima de los demás tratamientos, es decir se recupera el capital invertido y se genera una ganancia de 1,5 Bs. demostrando ser una alternativa para el productor.

## ABSTRACT

The research work was carried out during the year 2023, at the Kallutaca experimental station under a temperate environment with the objective of evaluating two levels of bovine and sheep manure tea in Pak choi cultivation, as an alternative to producing organically.

In the present work we seek to know the agronomic behavior under two types of liquid organic fertilizers (bovine manure tea and sheep manure tea), which were prepared based on bovine and sheep manure, with the objective of finding with Which of the two types of liquid organic fertilizers the Pak choi crop develops best in the study area. In addition to complementing the population's diet with the introduction of a new crop for the market.

The experimental design that was used for the evaluation of the research work is (DBCA), made up of three treatments and three blocks, distributed homogeneously in 9 experimental units, thus obtaining the following results.

For the yield of the Pak choi crop under the application of liquid organic fertilizers, a yield of 17.45 kg/m<sup>2</sup> was obtained with the bovine manure tea, followed by the sheep manure tea with a yield of 15.89 kg/m<sup>2</sup>, therefore, the control treatment had a yield of 12.89 kg/m<sup>2</sup> respectively, there is a significant difference with the treatments that have been applied with organic liquid fertilizers, so that the Pak choi crop had a higher yield with the bovine manure tea and had a better productive behavior so it can be said that the crop adequately assimilated the macro and micro nutrients that the soil and the liquid fertilizer presented.

Regarding the partial economic analysis, T1 with bovine manure tea achieved the best benefit-cost ratio of 2.5 above the other treatments, that is, the invested capital is recovered and a profit of 1.5 Bs. is generated, proving to be an alternative for the producer.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las hortalizas son calificadas como uno de los alimentos de mayor importancia a nivel mundial, debido a que son trascendentales en la dieta alimenticia, ya que posee un alto contenido nutricional tanto de vitaminas como de minerales, es una opción de consumo para los habitantes de este mundo (Villanueva, 2016).

El cultivo de Pak choi (*Brassica chinensis*) en nuestro país puede ser una opción viable de producción, tanto en zonas templadas, trópico o bajo condiciones controladas, estas plantas se pueden adaptar con facilidad. Sin embargo, para su desarrollo requiere una buena fertilización (Fabian, 2016).

El Pak choi es un vegetal oriental similar a la acelga y a la mostaza de hoja, pero es de la familia de las coles chinas, de hojas verdes y tronco blanquecino, este cogollo no es cerrado a diferencia de otras coles chinas blancas, además sus valores nutritivos son mayores que los de estas (Gavilán, 2005).

Además, el Pak choi (*Brassica Chinensis*) se caracteriza por ser una planta con propiedades curativas, de corto periodo fenológico y puede llegar a generar altos ingresos económicos, llegando a ser una producción óptima para la rentabilidad del productor (Zambrana, 2018).

Las razones más sobresalientes para el aprovechamiento del Pak choi, radica en que toda la planta es aprovechada, debido a que este cuenta con características nutricionales altas y su ciclo productivo es corto, ya que en las condiciones edafoclimáticas del lugar experimental fue de treinta y cinco días, el cual puede contribuir a minimizar los índices de desnutrición en el departamento de Sololá (Escalante, 2019)

La aplicación del té de estiércol asía los cultivos se constituye en una alternativa para mejorar la producción de cultivos de hortalizas mediante la aplicación de té de estiércol como aplicar nutrientes directamente a la planta, para acelerar el crecimiento de la planta, dándole condiciones óptimas la, incorporación del té de estiércol en diferentes niveles mejorara la producción del Pak choi (Dixon, 2013).

### **1.1. Antecedentes**

Según Quispe (2015), se pudo notar que el nivel óptimo para la producción de Pak choi (*Brassica chinensis*) fue la dosis 2 a un 20% de aplicación que obtuvo un valor de 6.7 kg en donde se pudo observar, mayor efecto en el desarrollo de la planta y presento un mayor rendimiento, esto debido a que las propiedades que presentaba, cumplían con los requerimientos de la planta. Otro de los efectos que tenían los fertilizantes foliares sobre el cultivo fue en la dosis 3 a un 40% con un valor 5,9 kg donde se observó un rendimiento alto pero inferior a la dosis 2, donde se podría deducir que los requerimientos son excedidos y que el cultivo no puede asimilar y sintetizar los nutrientes. La dosis 4 a una concentración de 60% con un valor de 5,3 kg tiene un rendimiento medio debido a la elevada concentración de propiedades químicas, al igual que la dosis 3. Finalmente, con los datos obtenidos se puede ver que la dosis 1 con una aplicación de 0% con un valor de 5,1 kg presenta un rendimiento inferior a las demás dosis de aplicación. Esta podría ser porque este tratamiento no tuvo ninguna aplicación de ningún tipo de fertilizante ni biol, tampoco te de humus.

### **1.2. Planteamiento del problema**

Uno de los principales problemas que se presenta en el sector es que no existe una investigación relacionada a la producción de Pak choi bajo la aplicación de abonos orgánicos líquidos en los cultivos los cuales son muy beneficiosos para el suelo y la planta ya que aportan macro y micro nutrientes y no deterioran el suelo.

Así también, la falta de información en la población sobre los beneficios de los abonos orgánicos líquidos la cual es la mejor forma de nutrir los cultivos de hortalizas de manera natural y sostenible.

### **1.3. Justificación**

Mediante la información se realizó la investigación sobre la producción de Pak choi evaluando el comportamiento agronómico mediante el uso de los abonos orgánicos líquidos como ser el té de estiércol de (bovino y ovino) ya que tiene varias ventajas las cuales son: mayor actividad microbiana, mejora la calidad de los cultivos, mejora la estructura del suelo, mayor disponibilidad de nutrientes y es de fácil aplicación para desarrollar una mejor producción orgánica libre de fertilizantes químicos, al cultivo de Pak choi ya que esto

permitirá obtener mejores características agronómicas y con un buen rendimiento y de buena calidad y que sea económicamente rentable en la zona de estudio.

Además de complementar a la dieta alimentaria de la población con la introducción de un cultivo nuevo para el mercado agroecológico, de este modo permitiendo a los productores tener mejores ingresos económicos.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la producción del cultivo de Pak choi (*Brassica chinensis*) con la aplicación de té de estiércol en la Estación Experimental de Kallutaca- UPEA.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Pak choi con la aplicación de dos tipos de té de estiércol de bovino y ovino.
- Determinar el rendimiento en cultivo de Pak choi, bajo dos tipos de té de estiércol bovino y ovino.
- Evaluar los costos parciales de producción del cultivo de Pak choi en los tratamientos propuestos de la investigación.

#### **1.5. Hipótesis**

La evaluación de la producción del cultivo de Pak choi (*Brassica chinensis*) con la aplicación de té de estiércol en ambiente de la Estación Experimental Kallutaca, no tienen diferencias significativas.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Origen del cultivo de Pak choi

El Pak choi se originó en China donde creció por más de 1500 años. Fue introducido en los Estados Unidos a finales del siglo XIX por los inmigrantes chinos. Desde entonces, ha ganado renombre, aunque en la mayoría de las áreas del país, todavía se considera algo exótico. Se conocen muchas variedades cultivadas de Pak choi que presentan diferentes ciclos de madurez, así como tamaño, color y capacidad para tolerar calor y frío. En general, la etapa de crecimiento dura alrededor de 50 a 70 días. El Pak choi es una fuente excelente de Potasio, Hierro, Calcio, Zinc, vitamina A, vitamina C y Ácido Fólico (Dixon, 2013).

### 2.2. Clasificación Taxonómica

Según Dixon (2013), el Pak choi tiene la siguiente clasificación:

<b>Reino</b>	<b>Vegetal</b>
<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Sub clase</b>	Dicotelidoneae
<b>Orden</b>	Capparales
<b>Familia</b>	Brassicaceae
<b>Género</b>	Brassica
<b>Especie</b>	<i>Brassica chinensis</i> L.
<b>Nombre común</b>	Pak-Choi

### 2.3. Características botánicas

#### 2.3.1. Planta

Se trata de plantas anuales de hojas redondeadas, de peciolo ancho y blanco. Con nerviaciones muy marcadas, alargadas o redondeadas, limbo crispado, irregularmente dentado. Que conforme crecen se empiezan a juntar hacia el centro entre sí; la planta puede alcanzar una altura de 20 cm a 30 cm antes de ser cosechada Dixon (2013).

### 2.3.2. Sistema radicular

Las plantas pertenecientes al género *Brassica* son plantas bianuales con una raíz pivotante, provista de abundantes raicillas laterales; este sistema es muy ramificado, esto explica la gran cantidad de absorción del sistema radicular de la col (Arias, 2018).

### 2.3.3. Tallo

Sus tallos usualmente son blancos o verdes, se parecen a los del apio, pero menos fibrosos. Su altura puede ser de 25 cm a 50 cm y de 15 cm a 30 cm de ancho (Martinez, 2021).

### 2.3.4. Hojas

Las hojas pueden ser sésiles o de pedúnculo relativamente más corto o más largo. Parte del tallo a diferentes ángulos, según las particularidades de las -15- diferentes variedades, tiene forma más o menos oval y en el caso de coles Milán ásperas al tacto y de aspecto rizado (Arias, 2018).

## 2.4. Fases del desarrollo del cultivo

Según Sacul (2018), se puede observar en el cuadro 1, el cultivo de Pak choi que presenta las siguientes etapas fenológicas:

- **Etapas de Semillero:** Con una duración de 25-30 días, la cual va desde la germinación de la semilla hasta cuando la plántula está lista para el trasplante, con cuatro hojas verdaderas.
- **Etapas juvenil:** En esta se presenta el máximo número y crecimiento de hojas y va desde el trasplante hasta cuando la planta empieza a apretar las hojas, con una duración de 40 días después del trasplante aproximadamente.
- **Etapas de formación de cabeza:** Se inicia desde que la planta empieza el apretamiento del cogollo, hasta la formación total de la cabeza.

**Cuadro 1. Etapas Fenológicas del Pak choi**

<b>Semanas</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	
<b>Etapas de desarrollo</b>	Etapa de semillero				Etapa juvenil				Etapa de formación			

Fuente: Sacul (2018).

### **2.4.1. Variedad de Pak choi**

#### **2.4.1.1. Mei Qing Choi**

Primer tipo de Pak choi Shanghai enano de tallo verde, con buena tolerancia al calor y al frío y resistencia a la floración. En los estados unidos, esta variedad de cosecha como Pak choi “bebe”. Es más pequeña que Joi choi, en las preparaciones más elaboradas, solo se utiliza el pequeño (Manzur, 2020).

#### **2.4.2. Densidad de siembra**

El cultivo puede conducirse en lomos separados entre 40 y 70 cm, y la distancia definitiva entre plantas puede variar dentro de un rango de 25 a 40 cm, según el objetivo que se persiga con la producción (Sacul, 2018)

#### **2.4.3. Requerimiento del cultivo**

Sacul (2018), indica cuales son los requerimientos edafoclimaticos que necesita el cultivo de Pack choi para un buen desarrollo.

- **Clima y temperatura**

Las temperaturas medias de 55 °F a 70 °F (13 a 21° C), son favorables. Temperaturas superiores a 75 ° F (24 ° C) puede causar la quema de hojas, temperaturas prolongadas inferiores a 55 ° F (13 ° C) pueden causar espigado prematuro; el Pak Choi es también muy

sensible a fotoperiodos de la floración. Días largos (16 horas al día durante un mes) induce la floración en algunos cultivares (Sacul, 2018).

- **Suelos**

Requiere suelos de textura media, frescos y ricos, con un pH que oscile entre 5.1 a 6.2, con buen drenaje, se cultiva en alturas de 1,600 a 2,700 msnm, medianamente resistente a la salinidad (Sacul, 2018).

- **Riego**

Es muy sensible a la sequía. Necesita una humedad constante en el suelo (Sacul, 2018).

- **Fertilización del suelo**

Se recomienda la aportación como se ve en el cuadro 2, de abonado de fondo por hectárea de 70-100 kg de Nitrógeno, 65-85 kg de Fosforo y 150-200 kg de Potasio y abonado de cobertura de 50 kg de Nitrógeno, el Pak choi es una planta con altas necesidades de Boro y que no tolera la falta de Manganeso en el suelo (Sacul, 2018).

**Cuadro 2. Requerimientos de fertilización del Pak choi**

Elemento	kg/ha
N	70-100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	65-85
K <sub>2</sub> O	150-200

Fuente: Sacul (2018).

## 2.5. Zonas de producción en Bolivia

El cultivo de Pak choi puede ser una opción viable de producción para nuestro país ya que esta hortaliza se adapta con facilidad a diferentes zonas climáticas como zonas templadas, trópico o bajo condiciones controladas. La tecnología de protección de los cultivos implementada en nuestro país, se ha basado en la adaptación de modelos de invernaderos

a las condiciones climáticas y socioeconómicas locales así los que más se representan Villanueva (2016).

## 2.6. Zonas de producción internacional

Los principales países de cultivo del Pak choi son China, Corea y Japón, asimismo se cultiva igualmente en Filipinas y Vietnam. Gracias a que es una planta que resiste bien el invierno empezó a cultivarse en, Europa y América desde hace algunos años (Salazar, 2015).

## 2.7. Valor nutricional

El pak choi es un miembro de las coles y ofrece una composición nutricional como se ve en el cuadro 3, es similar a otras coles redondeadas europeas. Es rica en vitamina C, alta en Beta-caroteno, Calcio, Hierro, especialmente en comparación con otros tipos de coles; es una buena fuente de Ácido Fólico, también llamado vitamina B9, contiene prácticamente nada de grasa (Escalante, 2019).

**Cuadro 3. Composición nutricional del Pak choi cada 100 g de materia fresca**

Agua	96 g
Prótidos	1,1 g
Grasas	0,1 g
Hidratos de carbono	2,0 g
Vitamina C	45 mg
Calcio	105 mg
Otros componentes: Compuesto de fósforo, compuestos de hierro, vitaminas B1, B2, A, carotenos y niacina	

Fuente: Escalante (2019).

## **2.8. Suelos**

Requiere suelos de textura media, frescos y ricos, con un pH que oscile entre 6,5 a 7, con buen drenaje, se cultiva en alturas de 1,600 a 2,700 msnm, es medianamente resistente a la salinidad (California, 2009).

## **2.9. Riego**

Es muy sensible a la sequía. Necesita una humedad constante en el suelo (Salazar, 2015).

## **2.10. Riego Té de estiércol**

Noriega (2011), indica que el té de estiércol se puede aplicar a las plantas durante todo su crecimiento. Además, es un repelente para hormigas y otros insectos.

### **2.10.1 Preparación del té de estiércol**

Para la preparación de té de estiércol, primero llenar tres cuartos de estiércol en un saco de yute, amarándolo el extremo con una pita, y por dentro colocar un kilo de piedra, seguidamente el saco se coloca en un tacho con agua y se deja remojar durante 15 días para que los nutrientes del estiércol se mezclen con agua. El tacho se debe cubrir con un plástico para evitar la presencia de moscas y otros insectos (Fabian, 2016).

### **2.10.2 Aplicación y uso del té de estiércol en la agricultura**

Fabian (2016), reporta que en las plantas de ciclo corto mezclar un litro de té de estiércol más tres litros de agua, aplicaciones de cada ocho días.

Villanueva (2016), indica que los abonos líquidos incrementan la producción de los cultivos, dan resistencia a las plantas contra el ataque de las plagas y enfermedades, permitiendo soportar las condiciones drásticas de sequía y helada.

### **2.10.3 Ventajas del té de estiércol**

Laura (2016), menciona que el abono del té de estiércol no es un abono perfecto y fácil de obtener si no tiene una serie de ventajas que se presenta a continuación:

- Es fácil de elaborar no tiene mucho costo
- Mejora la estructura del suelo
- Aumenta la actividad microbiana en el suelo
- Es un abono líquido económico, no contamina medio ambiente

#### **2.10.4 Desventajas del té de estiércol**

Laura (2016), menciona que el abono del té de estiércol no es un abono perfecto y fácil de obtener si no tiene una serie de desventajas que se presenta a continuación:

- Se necesita tiempo para la fermentación
- Es necesario mano de obra

#### **2.11. Propiedades de los abonos orgánicos líquidos**

Laura (2016), afirma que el abono líquido actúa como repelente fungicida foliar, tiene las propiedades de las hormonas de crecimiento vegetal y mejora la vida en el suelo, además desarrollan resistencia a las enfermedades de origen viral.

##### **2.11.1. Tiempo y proceso de fermentación del abono líquido**

Según Villanueva (2016), mencionan que el proceso de fabricación del abono orgánico líquido fermentado se divide en tres fases:

- **Maceración:** es la acción del agua cuando comienza a extraer sustancias del material vegetal y no existe desarrollo bacteriano, este proceso dura 12 horas hasta tres días.
- **Fermentación:** es la estabilización alcanzando temperaturas de 70 a 75 °C por acción de hongos, levaduras y bacterias.
- **Abono maduro:** después de una semana o dos las bacterias han transformado todo el material disponible.

### 2.11.2. Aplicación y uso del abono orgánico líquido

Zambrana (2018), indica que la aplicación de los abonos orgánicos líquidos en los cultivos es foliar y los mejores horarios para hacer esta tarea, son las primeras horas de la mañana hasta más o menos las 10 de la mañana y en las tardes, después de las 4, para aprovechar que en estos horarios hay una mayor asimilación de los abonos orgánicos líquidos, porque hay una mayor apertura de las estomas.

### 2.11.3. Cantidad y frecuencia de aplicación

Chura (2019) ; Noriega (2011), refieren que las cantidades que se pueden aplicar en los cultivos está relacionado directamente con la composición química del estiércol de bovino y ovino como se ve en el cuadro 4, las necesidades específicas de nutrientes que cada cultivo exige en cada momento o etapa de su desarrollo (pre – floración, floración, fructificación, post – cosecha, desarrollo vegetativo, vivero y semillas), sin embargo por la experiencia y la evidencia de los resultados que los agricultores vienen obteniendo se recomienda aplicar en cultivos que representan importancia económica, en concentraciones que varían de 3 a 7 litros de abono líquido concentrado en 100 litros de agua.

**Cuadro 4. Composición química del Té de estiércol de bovino y ovino**

Autor	Tipo de estiércol	PH	% M.S.	% Sobre materia seca						
				N	P	K	Ca	Mg	MO	C/N
FAO 1995	Vacuno	8. 1.	71	1,24	0,39	1,65	1,16	0,44	37,2	17,4
	Ovino		87	1,35	0,59	1,7	1,4	0,3	58,7	25,2
Jaime P. 2005	Vacuno			1,67	1,08	0,56				
	Ovino			3,81	1,68	1,25				
MA- GAP 2014	Vacuno	0,8		1,5	0,6	2,5	3,2	0,8	70	26
	Ovino	7,5		2,5	0,6	2,2	8	0,2	55	18

Fuente: Zambrana (2018).

#### **2.11.4. Biol de bovino**

El biol de bovino tiene principalmente la función de aporte los ingredientes vivos (microorganismos), para que ocurra la fermentación del biofertilizante, aporta principalmente inóculos de levaduras, hongos, protozoos y bacterias, los cuales son responsables de digerir, metabolizar y colocar en forma disponibles para las plantas y el suelo todos los elementos nutritivos (Zambrana, 2018).

#### **2.11.5. Té de estiércol de ovino**

El té de estiércol es uno de los más importantes para los cultivos, que contiene los elementos necesarios, nitrógeno 2,21%, Fosfora 0,11%, Potasio 0,86%, para garantizar el rendimiento en producción (Zambrana, 2018).

#### **2.11.6. Usos del té de estiércol**

Tito (2013), menciona que los abonos líquidos generalmente se aplican foliar mente, aunque también pueden ser aplicadas al suelo, semilla y/o raíz.

#### **2.11.7. Funciones del té de estiércol**

Zambrana (2018), indica las siguientes funciones del té de estiércol:

- Aporte de nutrientes suelo – planta
- Incremento de la retención de humedad
- Mejora la actividad biológica del suelo
- Incrementa la fertilidad del suelo
- Inhibe el ataque de plagas y enfermedades

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los predios del Centro Experimental de Kallutaca, como se observa en la figura 1, de la Universidad Pública de El Alto, ubicado a unos 20 km al sur este de la ciudad de La Paz, en la provincia Los Andes, Municipio de Laja, encontrándose en posiciones geográficas, entre 16°31'26" de latitud sur y 68°18'31" de longitud oeste a 3906 m.s.n.m. (Google Earth, 2023).



Figura 1. Imagen satelital de los predios del Centro Experimental Kallutaca (Google Earth, 2023).

### 3.1.2. Características edafoclimáticas

#### 3.1.3. Clima

La Centro Experimental de Kallutaca presenta los siguientes datos en cuanto a clima se refiere las precipitaciones anuales llegan a los 667mm, el promedio máximo fue de 911 mm y la mínima en promedio fue de 404 mm, la humedad relativa está por los 40 %, donde la temperatura puede llegar hasta una máxima de 15.7°C, y mínima de -2.8°C, esto es dependiendo a la estación en la que uno se encuentre, y la precipitación anual para la zona es de 613.1mm (Huanca, 2017).

#### 3.1.4. Suelo

La región de Kallutaca presenta suelos de formación fluvio-lacustre no inundable con características de bofe dales, texturalmente son suelos franco arcillosos con perfiles de horizontes distinguidos. Con una pendiente mínima de 1%, casi a nivel, el drenaje superficial es lento debido a su textura y pendiente (Huanca, 2017).

De acuerdo al análisis físico químico de suelos bajo el respaldo del Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA-UMSA) y el laboratorio químico de suelos de la (UMSS), presentan suelos franco arcillosos, densidad aparente presenta 1.32 y 1.11 g/cm<sup>3</sup> respectivamente; en cuanto al pH del suelo de 7.4 se tiene una conductividad eléctrica de 2.3 dS/m; asimismo, presentan una acumulación de 4.4 % de materia orgánica (Huanca, 2017).

#### 3.1.5. Flora

Debido a las características del suelo y clima, se encontraron varias especies de Gramineas o Poaceas como: la Paja brava o Ichu (*Stipa ichu*), Chilligua (*Festuca dolichopilla*) y Cebadilla (*Bromus* sp), asociados con la Cola del ratón (*Hordedum muticum*), Fabaceas como el, Layu layu (*Trifolium amabile*), Garbancillo (*Astragalus* sp), entre la familia cyperaceas pastos, totora (*Carex* sp), Amarantaceas Wari kauchi (*Atriplex nitrophyloides*), en rosaceae como la Kailla (*Tetraglochin cristatum*), en malváceas como: la Q'óra qora (*Tarasa tenella*) de acuerdo a zonificación de vegetación que realizo citado por (Huanca, 2017).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de estudio**

Se utilizó material genético de:

- Plantines de Pak choi
- Fertilizante estiércol de ovino
- Fertilizante estiércol de bovino

### **3.2.2. Material de escritorio**

- Balanza digital
- Calculadora
- Impresora
- Tóner de impresora
- Lápices
- Marcadores
- Agenda de anotaciones
- Hojas tamaño carta
- Cámara digital - Para fotos
- Computadora

### **3.2.3. Material de campo**

- Picota

- Pala
- Azadón
- Carretilla
- Estacas
- Material de jardinería
- Rastrillo
- Martillo
- Tijera
- Cinta métrica
- Regla
- Flexómetro
- Regaderas
- Jarra con medida
- Tachos
- Yutes
- Cuchillo
- Plastoformo
- Letreros
- Marbetes de madera

- Alambre
- Malla semi sombra

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Tipo de estudio experimental**

El estudio se llevó a cabo en la Centro Experimental de Kallutaca-UPEA para evaluar la producción del cultivo de Pak choi con la aplicación de té de estiércol, con sus diferentes niveles de té de estiércol bovino y ovino como tratamiento, para evaluar la producción en ambiente atemperado.

#### **3.3.2. Muestreo de suelo**

El muestro de suelo de capa arable se realiza con fines de diagnosticar de la fertilidad actual del suelo, para establecer programas de abonamiento orgánico y fertilización. La toma de muestra se realizó de capa arable a una profundidad de 20 a 30 cm antes del trasplante del cultivo de Pak choi. Y se procedió al muestreo operándose el método de zig-zag a lo largo de la parcela, sacando una muestra con la pala, las mismas que se juntó, se mezcló, se cuarteo y se formó una muestra compuesta, y de esta se tomó 1 kg de suelo de peso. Esta misma muestra de suelo se etiqueto y se envió al laboratorio.

#### **3.3.3. Preparación del suelo**

El espacio experimental fue de tres camas como se ve en la figura 2, que se encontraban en un ambiente atemperado de doble caída, donde se procedió a remover el suelo a una profundidad de 40 cm, también se nivelaron los 3 bloques, luego se procedió a la demarcación, delimitación con plastoformas y 9 letreros de cada tratamiento, para después aplicar los diferentes niveles de té de estiércol de bovino y ovino orgánico, con un testigo de riego con agua.



**Figura 2. Preparación del suelo**

#### **3.3.4. Obtención de la semilla**

Las plántulas de Pak choi se adquirieron del productor de hortalizas, las mismas fueron seleccionadas y almacenadas a una profundidad del doble de diámetro. Las plántulas provienen de la comunidad de Calamarca, ubicado en la provincia Aroma, del semillero del Ing. Walter Fernández, la cantidad que se usó fue de 225 plantines de Pak choi variedad de Mei Qing Choi.

#### **3.3.5. Trasplante**

Se realizó el trasplante como se observa en la figura 3, el 11 de febrero del 2023, el trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron una altura de 3 cm, entre tres a cuatro hojas en los surcos con sustrato ya preparado con los diferentes niveles de fertilización; el trasplante se efectuó de manera manual para cada tratamiento, haciendo los hoyos, utilizando pequeñas estacas de 15 cm de longitud, planta a planta 30 cm, luego se procedió al trasplante directo, ajustando la parte radicular con la finalidad de que no exista aire y un buen prendimiento de las plántulas



**Figura 3. Trasplante**

### **3.3.6. Preparación del té de estiércol**

En la preparación se realizó de la siguiente manera como se observa en la figura 4, se colocó en un saquillo 4 kg de estiércol de bovino y ovino en seco, para darle peso se colocó una piedra de 5 kg en cada uno de los dos saquillos. Se amarró bien el saquillo con una cuerda, luego se introdujo el saco en un tacho de 50 litros de capacidad. Posteriormente se llenaron los dos tachos con 40 litros de agua limpia, agregando la mezcla de 1 litro de leche, con 1 litro de azúcar (chancaca) diluido. Se lo tapó con un nylon plástico, el cual se dejó durante dos semanas. Transcurridas las dos semanas, se extrajo el saquillo del tacho exprimiéndolo, por último, se vació y almacenó en bidones de 20 litros de capacidad.



**Figura 4. Preparación del té de estiércol**

### 3.3.7. Aplicación del té de estiércol

La aplicación del té de estiércol de bovino y ovino fue después del trasplante, donde se tomó como base una superficie de 1 m<sup>2</sup> por 5 litros de agua de riego para el testigo, y para los tratamientos fueron las siguientes dosis que se muestra a continuación en el cuadro 5:

**Cuadro 5. Dosis de Te estiércol de bovino y ovino**

Tratamientos	Dosis	Superficie	Litros de té estiércol / litros de agua	N° de aplicación	Total, aplicación
T3-Agua	0%	1 m <sup>2</sup>	0,000L / 5,000 L	0	0,0 L
T1-Té de estiércol de bovino	30%	1 m <sup>2</sup>	0,600L / 3,200 L	9	12,6 L
T2-Té de estiércol de ovino	30%	1 m <sup>2</sup>	0,600L / 3,200 L	9	12,6 L

Estas dosis se midieron usando una jarra milimetrada, y con una regadera de 5 L de capacidad, se aplicó directamente al suelo cerca a la base de la planta, una vez al día, por cada 4 días, dando un total de 9 aplicaciones en un mes y medio, durante el ciclo vegetativo del Pak choi para cada unidad experimental.

### 3.3.8. Riego

El riego se realizó manualmente, en la etapa de semillero se regó a capacidad de campo, día por medio, luego en la etapa juvenil cada dos días y en la etapa de formación de cogollos día por medio, la frecuencia de riego fue de cada 30 minutos por la mañana.

### 3.3.9. Desmalezado

El desmalezado se lo realizó manualmente, extrayendo las malas hierbas como pastos, removiendo con una chuntilla, esto se realizó cada dos semanas, desde el trasplante hasta el desarrollo del cultivo.

### 3.3.10. Aporque

El aporque fue en forma manual, extrayendo las malas hierbas, removiendo la tierra cerca de la planta, esto se realizó cada dos semanas, después del trasplante, durante el desarrollo del cultivo.

### 3.3.11. Control de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades, se presentó la plaga que fueron roedores (ratones) esto en la fase después del trasplante, el cual ataco a las hojas. Para controlar esta plaga se puso trampas para ratón de control, extendiendo en el suelo por la tarde esto para recogerlo por la mañana.

### 3.3.12. Cosecha

La cosecha se efectuó a los 61 días, desde el momento de haber realizado el trasplante, de manera separada para cada uno de los tratamientos, esta actividad empezó a las 6:00 de la mañana durante tres horas para evitar el marchitamiento por efecto de la temperatura. Realizándose manualmente la cosecha con la ayuda de una chuntilla y finalmente las plantas cosechadas fueron llevadas a ser pesadas. (Figura 5).



**Figura 5. Cosecha del Pak Choi**

### 3.3.13. Diseño experimental

En el presente trabajo de investigación se empleó el Diseño bloques completamente al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones en el presente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

**$Y_{ij}$**  = Una observación cualquiera de la variable de respuesta

**$\mu$**  = Media general

**$\beta_j$**  = Efecto del bloque

**$\alpha_i$**  = Efecto de tratamiento (Niveles de Té de estiércol)

**$\epsilon_{ij}$**  = Error experimental general

### 3.3.14. Croquis de la investigación

En la presente investigación los tratamientos están distribuidos aleatoriamente entre las unidades experimentales. Una unidad experimental es de 1,34 m de largo y 1,10 m de ancho, la densidad de siembra de plantas la distancia entre surco fue de 0,25 m y 0,30 m entre plantas, logrando un total de 25 plantas por unidad experimental. (Figura 6).

Se evaluaron tres tratamientos de abono líquido orgánico, hecho en base a té de estiércol de bovino, ovino y el testigo en el cultivo de Pak choi. (Figura 7).

- El primer tratamiento "T1" (30%), aplicación de té de estiércol de bovino.
- El segundo tratamiento "T2" (30%), aplicado con el 30% de té de estiércol de ovino.
- El tercer tratamiento "T3" (0%), aplicado solo agua (testigo).

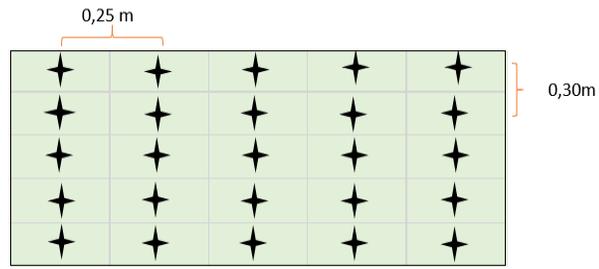


Figura 6. Cantidad de plantas en cada unidad experimental

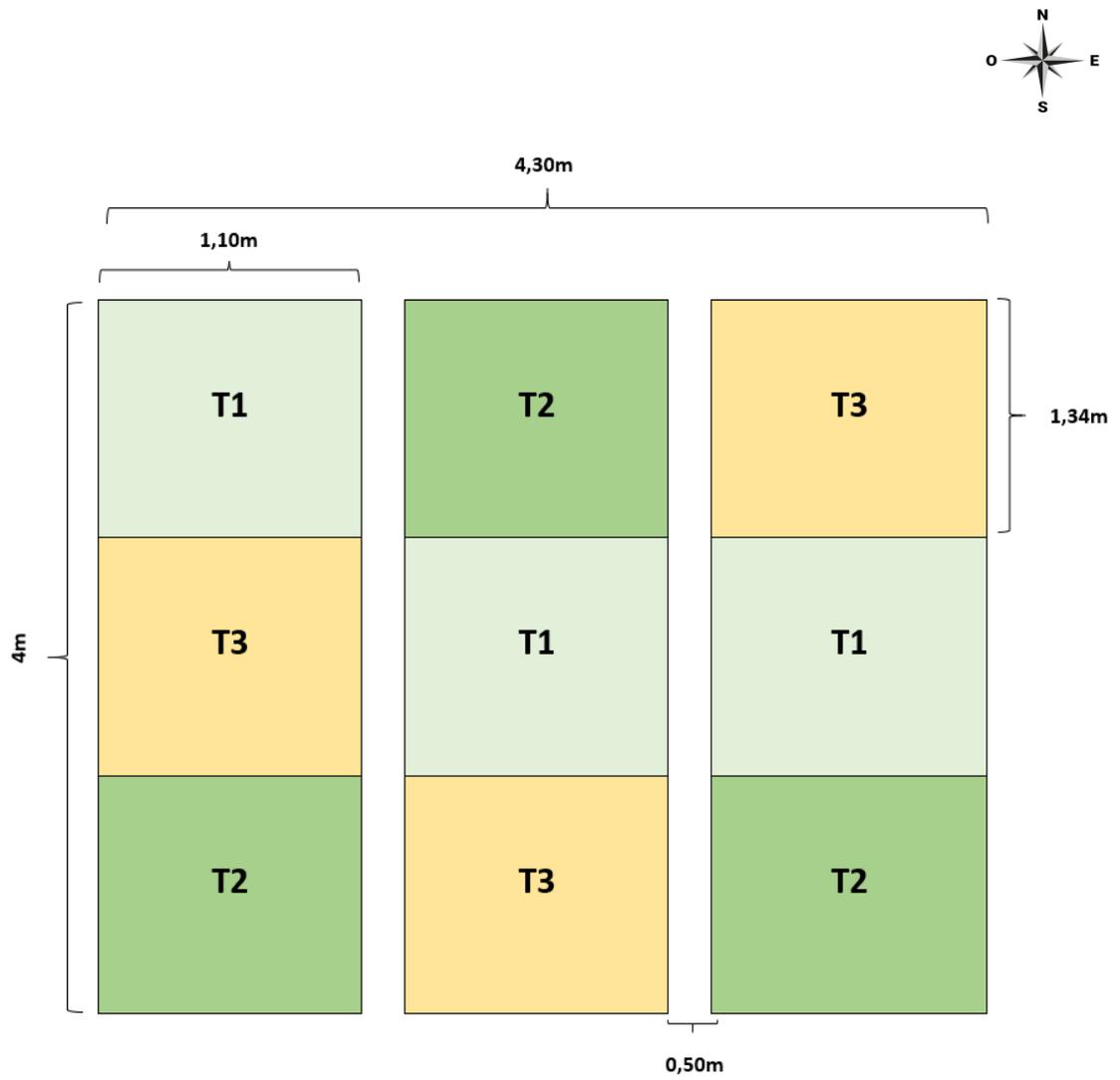


Figura 7. Croquis del experimento

### 3.3.15. Variables de respuesta

Para la toma de datos de las variables, se evaluó cinco muestras que se escogió aleatoriamente por cada unidad experimental y se realizó cada semana por que tienen características de ciclo corto.

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

Para esta variable se tomaron medidas de cada una de las muestras de cada tratamiento con la ayuda de un flexómetro, desde el cuello de la planta hasta el nivel que alcanzó el follaje de las hojas. Los datos se tomaron durante el desarrollo de la planta con una frecuencia de 7 días, a partir de la adaptación de la planta hasta la cosecha. (Figura 8).



**Figura 8. Altura de la planta**

#### 3.3.15.2. Largo de peciolo (cm)

El largo de peciolo se midió con la ayuda de una cinta métrica expresada en cm, tomando la lectura del inicio del peciolo hasta la base de la hoja. (Figura 9).



**Figura 9. Largo de peciolo**

### 3.3.15.3. Número de hojas por planta

Se procedió a contar el número de hojas por planta en estudio, se registró en todo el periodo de desarrollo hasta la culminación de los mismos realizándose de forma manual. (Figura 10).



**Figura 10. Número de hojas por planta**

### 3.3.15.4. Largo de hoja (cm)

La medición se realizó desde cuello del tallo de la hoja hasta el ápice de la hoja (Figura 11)



**Figura 11. Largo de la hoja**

### 3.3.15.5. Ancho de hoja (cm)

Se tomaron medidas la parte media de la hoja, extremo a extremo con la ayuda de una regla graduada de 30 cm y una plancha transparente introducida a la regla, para obtener datos exactos de la variable (Figura 12).



**Figura 12. Ancho de la hoja**

#### **3.3.15.6. Cálculo del área foliar (cm)**

El cálculo del área foliar se realizó con la aplicación de ImagenJ, como se ve en la figura 13, donde se tomó una fotografía digital de toda la planta, donde me asegure de que las hojas de la planta de pak choi este bien iluminada y sobre un fondo de contraste con una cinta métrica con las medidas reales (cm).



**Figura 13. Cálculo del área foliar**

#### **3.3.15.7. Peso del Pak choi (g)**

Cada planta cosechada en el campo experimental, se dio el trabajo del pesaje del Pak Choi según cada tratamiento, usándose una balanza digital calibrada en gramos, sometidas en estudio, para luego hacer la transformación de datos en  $\text{kg/ m}^2$ . (Figura 14)



**Figura 14. Peso del Pak choi**

### **3.3.15.8. Rendimiento del Pak choi**

Para obtener el rendimiento, se tomó el peso el total de las plantas de Pak choi, en una balanza, figura 15, determinándose así el peso al momento de la cosecha, esta actividad se realizó secuencialmente para cada tratamiento y repetición para luego hacer la transformación de datos en  $\text{kg/m}^2$



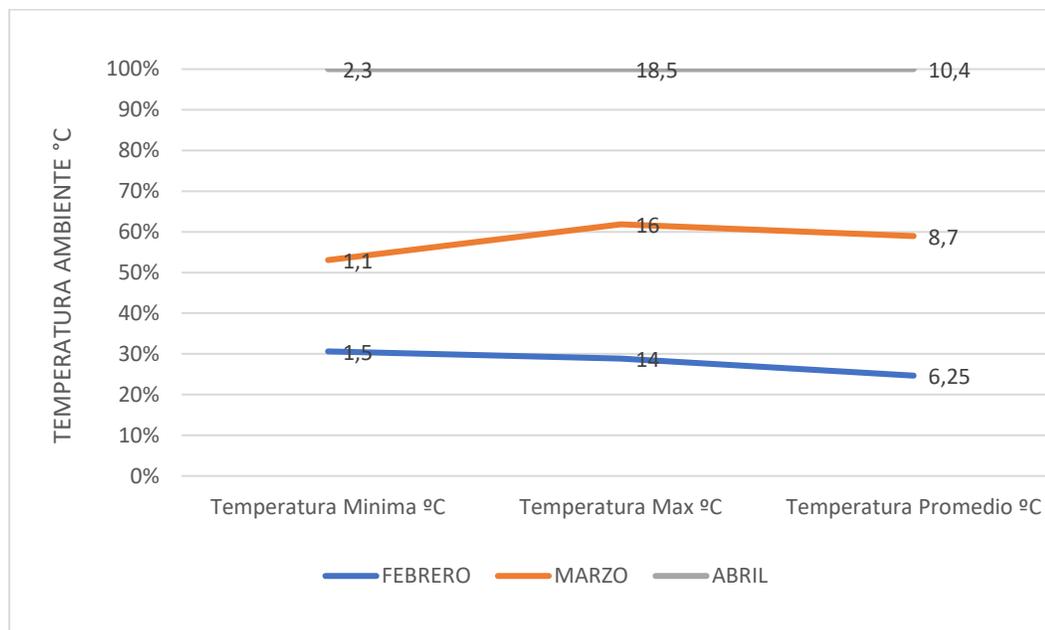
**Figura 15. Rendimiento del pak choi**

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características climáticas

#### 4.1.1. Temperatura ambiental

En la figura 16, se observa la temperatura máxima, la temperatura mínima y la temperatura promedio del ambiente durante los meses de estudio que tiene influencia directa sobre la temperatura interna del ambiente atemperado. La prolongación de la época de invierno que es característico en nuestro medio hasta febrero y parte de abril; hizo que se registrará el primer mes del estudio una temperatura mínima de - 1,50 °C, una temperatura máxima de 14,00 °C con una temperatura promedio de 6,25 °C. Favorablemente en el segundo mes la temperatura mínima ascendió a 1,10 °C con una máxima de 16,00 °C y un promedio de 8,70 °C. El último mes de estudio mejoró aún más registrando una temperatura mínima de 2,30 °C, una temperatura máxima de 18,50 °C con un promedio de 10,40 °C. El acenso de la temperatura ayudó bastante al ambiente interno del invernadero donde el crecimiento del Pak choi fue vigoroso.



**Figura 16. Humedad registrada durante el ensayo (febrero-abril 2023)**

#### 4.1.2. Temperatura interna del ambiente atemperado

Las temperaturas observadas en la figura 17, corresponden al inicio y al final de la investigación tanto la mañana como la tarde. La temperatura media máxima registrada fue 44,2°C, no manteniéndose estables durante los meses del desarrollo, la temperatura media mínima fue 14,50°C. Por las tardes en algún momento la temperatura tuvo un descenso, el dato registrado fue 9,8 °C en el mes de febrero con 15 °C de variación en descenso, pero este cambio no afectó en la producción del Pak choi debido a la protección de la carpa solar y a su retención de temperatura interna.

Los ambientes atemperados en el altiplano y valle son dependientes exclusivamente de la radiación solar, desde el punto de vista técnico productiva ayudan a prolongar la época de producción agrícola durante el año y combaten a la dureza climática (Tancara, 2008)

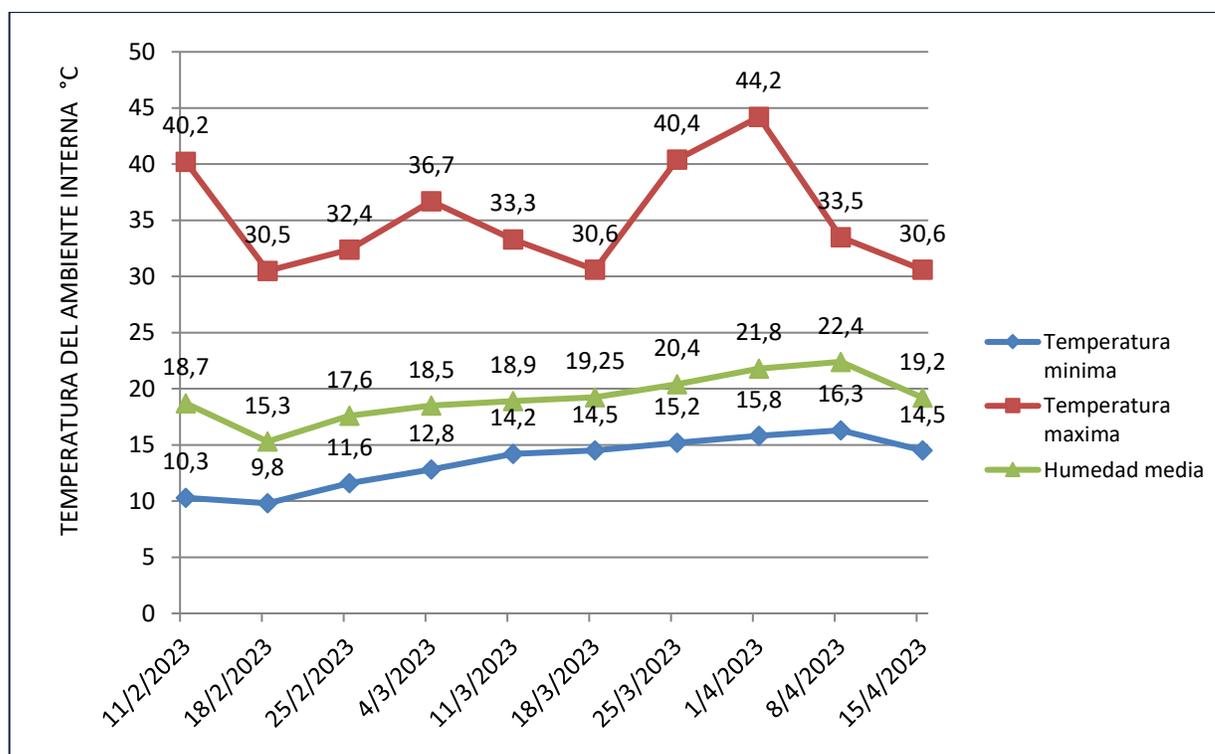


Figura 17. Comportamiento de la temperatura interna (Fuente propia)

Serrano (1979), menciona que cada función vital del vegetal necesita más temperaturas críticas y por encima o debajo de ellas no se realizan o se ven dificultades. Cada especie, variedad vegetal, en cada momento crítico de su ciclo biológico necesita una temperatura óptima para su desarrollo normal.

La temperatura optima media para un mejor desarrollo de hortalizas en carpa está entre 18 a 21 °C, como máximo de 25 a 30 °C y mínimas de 15 °C (Tancara, 2008).

#### **4.2. Análisis físico y químico del suelo**

De acuerdo a los resultados obtenidos por Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) con respecto a parámetros de suelo en lo referente a la clase textura el suelo donde crecieron los plantines de Pak choi es franco arcilloso (FY) como se ve en el Anexo 7, por su característica es un suelo con condiciones buenas de retención de agua y nutrientes que permite inferir que el suelo es apropiado para el cultivo (Chura, 2019).

De acuerdo a los resultados obtenidos por IBTEN con respecto a parámetros de suelo el pH es de 6,73, como se ve en el Anexo 7, la cual es considerada medianamente ácido según Noriega, (2011). El pH de suelo para el cultivo de pak-choi debe estar entre 5,5 a 7,5 para un buen desarrollo (Chura, 2019). La materia orgánica de suelo es de 1,75 %, como se ve en el Anexo 7, la cual es baja, según tablas de interpretación de la fertilidad de suelo descrito por (Noriega, 2011).

Los resultados obtenidos por IBTEN con respecto al parámetro de suelo la conductividad eléctrica (C.E.) es de 0,575 dS/m, lo cual es menor a 2 dS/m, indica que no hay problema de sales en el suelo, según Noriega, (2011). Respecto a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) el análisis de suelo muestra un valor de 6,57 meq/100g, lo cual es baja según (Noriega, 2011).

De la misma manera el nitrógeno total es de 0,32 %, como se ve en Anexo 7, lo cual es baja. El fosforo asimilable es de 190.16 ppm, lo cual es muy alto. El potasio es de 3,12 meq/100g, por lo tanto, es alto de acuerdo a la escala de valores (Grover, 2013).

#### **4.3. Análisis físico y químico de abonos líquidos orgánicos**

De acuerdo a los resultados obtenidos por Instituto Boliviano de Ciencia y Tecnología Nuclear (IBTEN) con respecto a parámetros de análisis físico-químico de abonos líquidos orgánicos como se observa en el anexo 8, 9 y 10, de los valores de macro y micro nutrientes de los dos té de estiércoles de bovino y ovino.

Nitrógeno es el componente fundamental que fomenta el crecimiento y desarrollo de la parte aérea de la planta de Pak choi en (hojas y tallos) y es la parte responsable del color verde de las planta; los valores registrados son distintos para cada abono líquido orgánico (té de estiércol de bovino es de 0,063 g/kg, y el té de estiércol de ovino es de 0,053 g/kg, por tanto, la variabilidad de nutrientes es variada para los dos té de estiércoles, el más sobresaliente es el té estiércol de bovino donde se observó un mejor desarrollo y crecimiento donde se presentó un mayor número en el cultivo de Pak choi .

Fósforo es el elemento que interviene en la formación y desarrollo de las raíces; y muy importante en la maduración de flores, semillas y frutos; en los cultivos de hojas es de bajo requerimiento de fósforo, los valores registrados son variados para cada uno de abonos líquidos orgánico (té de estiércol de bovino es de 0,056 g/kg, y el té de estiércol de ovino es de 0,036 g/kg), con mayor valor porcentaje de fosforo es el té de estiércol de bovino.

Potasio es un elemento fundamental para el desarrollo de toda la planta de Pak choi y juega un papel fundamental en la calidad (color, sabor) debido a su participación en el desplazamiento de azúcares y en el equilibrio hídrico de la planta; los valores registrados son distintos para cada uno de ellos (té de estiércol de bovino 0,245 g/kg y para té de estiércol de ovino 0,343 g/kg), por tanto, el té de estiércol de ovino es el mayor valor registrado es de té de estiércol de ovino.

Magnesio es el elemento que interviene en la formación de clorofila, por lo tanto, es determinante sobre la fotosíntesis, los valores obtenidos del laboratorio son variados (té de estiércol de bovino 1,397 mg/Kg, y para el té de estiércol de ovino 1,347 mg/kg), el valor con mayor porcentaje es de té estiércol de ovino.

#### 4.4. Variables agronómicas

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

El análisis de varianza de para la altura de planta cuadro 6, registró que no existe diferencia significativa entre bloques, lo cual indica que el suelo tiene un comportamiento igual con respecto a la humedad, durante el ciclo de estudio. Con relación a los dos abonos líquidos orgánicos, T1 té de estiércol de bovino y T2 té de estiércol de ovino, tampoco existe diferencia significativa, por lo que los dos tipos de té de estiércol de bovino y ovino tuvieron un comportamiento similar. Teniendo un coeficiente de variación de 5,37% debajo de 30%, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

**Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta de Pak Choi**

FV	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	1,32	2	0,66	0,37	0,7114 NS
<b>TRAT</b>	21,02	2	10,51	5,9	0,0641 NS
<b>Error</b>	7,13	4	1,78		
<b>Total</b>	29,47	8			
<b>CV</b>	5,37 %				

En los promedios de altura de plantas de dos tipos de té de estiércol cuadro 7, se aprecia que la mayor altura obtuvo el T1, té de estiércol de bovino 26,65 cm, en tanto que el T2, té de estiércol de obtuvo un promedio de 25,02 cm y el T3, solo agua obtuvo el promedio de 22,92 cm, más bajo.

**Cuadro 7. Promedios de altura de planta de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)
<b>T1</b>	26,65
<b>T2</b>	25,02
<b>T3</b>	22,92

En el ANVA, el coeficiente de variación obtenido es a razón de 5,37% para altura de planta de Pak choi, lo cual nos demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos durante el periodo de investigación.

Por lo que se puede mencionar que la altura de la planta es influenciada por condiciones ambientales como la luz, temperatura y densidad de siembra, estas variaciones en altura de planta en el cultivo de Pak choi con los dos té de estiércoles T1, té de estiércol de bovino y T2 té de estiércol de ovino, proporcionan nutrientes mucho más concentrados, interfiriendo posteriormente en la asimilación de la planta en su crecimiento y en el desarrollo de la parte aérea de la planta en hojas y tallos, por otra parte Quispe (2015), menciona que en la misma especie de Pak choi, con la aplicación de compost con un nivel porcentaje de nutrientes (N= 2.04 %, P=0.84 %, K= 2.17%, Ca= 2.25% y Mg= 0.94%), en un tiempo de seis semanas de producción, obtuvo un promedio de altura de la planta de 26 cm, lo que nos indica que con la aplicación de té de estiércoles de bovino y ovino se obtuvieron alturas un poco más altas.

#### 4.5. Largo de peciolo (cm)

El análisis de varianza muestra en el cuadro 8 un coeficiente de variación (CV) 6,85%, demuestra que los datos obtenidos son confiables.

Sin embargo, en el análisis de varianza no se encontró diferencias significativas entre los dos tipos de té de estiércol de bovino y ovino. Por otra parte, no se encontró significancia en los bloques.

**Cuadro 8. Análisis de varianza para largo de peciolo de Pak choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	2,71	2	1,36	2,38	0,2089 NS
<b>TRAT</b>	7,39	2	3,69	6,47	0,0558 NS
<b>Error</b>	2,28	4	0,57		
<b>Total</b>	12,39	8			
<b>CV</b>	6,85(%)				

En los promedios de la evaluación del diámetro de tallo cuadro 9, se aprecia que el mayor largo de peciolo obtuvo el T1 té de estiércol de bovino 11,75 cm, seguido por el T2 té de estiércol de ovino 11,58 cm, en tanto que el T3 solo agua obtuvo un promedio más bajo en cuanto al largo de peciolo 9,75 cm.

**Cuadro 9. Promedios de largo de peciolo de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)
T1	11,75
T2	11,58
T3	9,75

No se observó diferencias significativas entre los dos tipos de abonos orgánicos líquidos donde se puede apreciar, que existe un efecto positivo sobre la variable largo de peciolo de la planta en aquellos tratamientos que son aplicados con té estiércol de bovino y ovino, y no así al testigo al que no se aplicó ningún abono líquido orgánico, estas variaciones en el largo de peciolo de la planta responde a presencia de nutrientes mucho más concentrado que se encuentran en los dos té de estiércol de bovino y ovino, interfiriendo posteriormente en la asimilación de la planta en su crecimiento y en el desarrollo de la parte aérea de la planta según Tito (2013), al incorporar los abonos líquidos al suelo se mejora las condiciones físicas, químicas y biológicas, aumentando la estabilidad estructural, incrementando la capacidad de retención hídrica de modo tal que el peciolo de la planta, absorba todos los nutrientes y acelere el crecimiento de la planta.

#### **4.6. Largo de la hoja (cm)**

En el cuadro 10, se observó el análisis de varianza de largo de la hoja de Pak choi, donde se observa que no existe diferencia significativa para los bloques a un nivel de 5% de significancia. El coeficiente de variación obtenido es a razón de 4.26% para la longitud de hoja, lo cual nos demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos durante el periodo de investigación.

**Cuadro 10. Análisis de varianza para largo de la hoja de Pak choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	0,49	2	0,25	0,49	0,6446 NS
<b>TRAT</b>	0,57	2	0,28	0,57	0,6069 NS
<b>Error</b>	2,01	4	0,5		
<b>Total</b>	3,07	8			
<b>CV</b>	4,26(%)				

En la evaluación de medias cuadro 11, nos indica que el T1 té de estiércol de bovino registró un largo de hoja de 16,97 cm, mientras que el T2 té de estiércol de ovino, registro un valor de 16,61 cm para el largo de hoja respectivamente y culminando la observación encuentra el T3 solo agua, alcanzó 16,35 cm.

**Cuadro 11. Promedios de largo de la hoja de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)
<b>T1</b>	16,97
<b>T2</b>	16,61
<b>T3</b>	16,35

En este parámetro de los factores propuestos con té de estiércol de (bovino y ovino) en el presente trabajo de investigación, pues se debe tomar en cuenta en nivel porcentaje de nutrientes de abonos líquidos orgánicos que interviene en el desarrollo de la longitud de la hoja de la planta para su rendimiento comercial del cultivo.

En la investigación realizada por Escobar (2008), en la misma especie de Pak choi, con la aplicación de compost con un nivel de nutricional (K= 2.2 cmol/l, Ca= 7.42 cmol/l y Mg= 3.15 cmol/l), en un tiempo de producción de 35 días desde de su trasplante hasta la cosecha, quien tuvo un promedio en la longitud de hoja de 14.62 cm. Sin embargo, en el presente estudio con la aplicación de té estiércoles (bovino y ovino) con un porcentaje nutricional como indica en un periodo de tiempo de 63 días desde de su trasplante hasta ha cosecha,

se obtuvo un promedio de longitud de hoja de 16.91 cm en té de estiércol de ovino, 15.92 cm en té de estiércol de bovino.

#### 4.7. Ancho de la hoja (cm)

En el cuadro 12, registró que no existe diferencia significativa entre los bloques por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Sin embargo, existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos, a los cuales se les aplico los dos tipos de té de estiércol, alcanzando diferentes diámetros de ancho de hoja.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para ancho de hoja.**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	0,7	2	0,35	2,06	0,2424 NS
<b>TRAT</b>	2,77	2	1,39	8,14	0,0389 *
<b>Error</b>	0,68	4	0,17		
<b>Total</b>	4,16	8			
<b>CV</b>	3,24(%)				

\*p < 0,05

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan de la ancho de la hoja de la planta del Pak choi (cuadro 13), con diferentes niveles de té de estiércol, nos presenta dos grupos "A y B" significativamente diferentes conformado por los dos tipos de té de estiércol de: T1 té de estiércol de bovino y T2 té estiércol de ovino, que presentaron los promedios sobresalientes de ancho de hoja de la planta de Pak choi con 13,15 cm y 13,1 cm, significativamente diferente del T3, al que no se le aplico ningún tipo de abono orgánico liquido 11,95 cm siendo el menor promedio de ancho de hoja de la planta del Pak choi.

La variación de este carácter se manifiesta por las características de abonos líquidos orgánicos que son té de estiércoles (bovino y ovino), que posee mayores concentraciones de nutrientes, es el elemento necesario para el crecimiento del follaje. En cambio, con el tratamiento 3 el resultado fue menor, esto se debe a la escasa de disponibilidad de nutrientes en el suelo.

**Cuadro 13. Análisis comparativo de Duncan para el ancho de la hoja de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
T1	13,15	A
T2	13,1	A
T3	11,95	B

Es importante tomar en cuenta que la planta que tenga hojas anchas es una de las características importantes, pues de ella depende parcialmente el peso total de la planta. Así, entre más ancha sea la hoja mayor peso tendrá la planta y ésta podrá comercializarse con mayor facilidad, según Escobar (2008), que a realizado la investigación en la misma especie de Pak choi, con la aplicación de compost con un nivel de nutricional (K= 2.2, Ca= 7.42 y Mg= 3.15), en un periodo de tiempo de producción 35 días, quien tuvo un promedio en el ancho de hoja de 11 cm, lo que nos indica que con los dos tes de estiércoles de bovino y ovino se obtuvieron promedios mucho más altos en ancho de la hoja. Delgado (2018), indica que las disoluciones nutritivas han permitido concretar los elementos esenciales para las plantas. Todos ellos desempeñan funciones muy importantes en la vida de la planta

#### 4.8. Número de hojas por planta

En el cuadro 14, se registró que no existe diferencia significativa entre los bloques por lo tanto se rechaza la hipótesis nula. Sin embargo, existe una diferencia altamente significativa

entre tratamientos, a los cuales se les aplico los dos tipos de té de estiércol, alcanzando diferentes números de hoja por planta.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para número de hojas por planta de Pak choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	7	2	3,5	6,27	0,0585 NS
<b>TRAT</b>	17,66	2	8,83	15,83	0,0126 *
<b>Error</b>	2,23	4	0,56		
<b>Total</b>	26,89	8			
<b>CV</b>	3,29(%)				

\*p < 0,05

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del número de hojas por planta de Pak choi en el cuadro 15, con dos tipos de abonos líquidos orgánicos, se observa que existen dos grupos "A" y "B" significativamente el T1 té de estiércol de bovino con (25 hojas/ planta), y el T2 té de estiércol de ovino con (23 hojas/planta), que presentaron los promedios sobresalientes en número de hojas por planta de Pak choi son significativamente diferentes al T3, al que no se le aplicó ningún tipo de abono líquido orgánico con (19 hojas/ planta), siendo el menor promedio de número de hojas por planta del Pak choi.

**Cuadro 15. Análisis comparativo de Duncan de número de hojas por planta de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
<b>T1</b>	25	A
<b>T2</b>	23	A
<b>T3</b>	19	B

El T1 té de estiércol de bovino es superior a los demás tratamientos en cuanto al número de hojas por planta de Pak choi, posiblemente se debe a que en todo el transcurso del análisis de datos en de todo este documento siempre el T1 obtuvo las mejores características de desarrollo agronómico en el lugar de estudio.

La variación de este carácter se manifiesta por las características de abonos líquidos orgánicos que son té de estiércoles (bovino y ovino), que posee mayores concentraciones

de nutrientes, es el elemento necesario para el crecimiento del follaje. En cambio, con el T3, el resultado fue menor, esto se debe a la escasa de disponibilidad de nutrientes en el suelo, Quispe (2015), en su trabajo, titulado efecto del abonamiento y la densidad de siembra en el comportamiento agronómico del Pak choi los, promedios de una media de 15 a 20 hojas lo cual es superado por nuestra investigación, con un promedio de 25 hojas, así mismo Bautista (2018), menciona que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células meristemáticas. De este modo, el suministro subóptimo de nutrientes podría afectar la tasa de crecimiento de las hojas por la inhibición de la tasa de producción y expansión de nuevas hojas jóvenes, las cuales son producidas por la división celular en los tejidos.

#### 4.9. Cálculo del área foliar (cm)

En el análisis de varianza del cálculo del área foliar del Pak choi con dos tipos de abonos líquidos orgánicos en el cuadro 16, no se obtuvo diferencias estadísticas entre bloques ( $p >, 05$ ), en cambio que entre tratamientos se tuvieron diferencias altamente significativas entre el T1 té de estiércol de bovino, T2 té de estiércol de ovino y T3 solo agua, ( $p <, 01$ ), nuestro coeficiente de variación es de 6,82 % lo cual indica que nuestros datos son confiables.

**Cuadro 16. Análisis de varianza para el cálculo de área foliar por planta de Pak choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	26824,07	2	13412,03	7,91	0,0407 *
<b>TRAT</b>	74799,91	2	37399,95	22,06	0,0069 **
<b>Error</b>	6781,25	4	1695,31		
<b>Total</b>	108405,23	8			
<b>CV</b>	6,82(%)				

\* $p < 0,05$ ; \*\*  $< 0,01$

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan del cálculo de área foliar de la planta del Pak choi cuadro 17, con dos tipos de abonos líquidos orgánicos, nos presenta dos grupos "A y B" significativamente diferentes el T1 y T2, de 675,18 cm y 661,12 cm, de

té de estiércol de bovino y ovino, que presentaron los promedios sobresalientes del cálculo del área foliar de la planta de Pak choi son significativamente diferentes al T3 al que no se le aplicó ningún tipo de abono orgánico líquido con 475,14 cm siendo el menor promedio de cálculo de área foliar de la planta del Pak choi.

**Cuadro 17. Análisis comparativo de Duncan del cálculo del área foliar por planta de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (cm)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
T1	675,18	A
T2	661,12	A
T3	475,14	B

Según la prueba de Duncan ( $p < 0.05$ ) en el área foliar de la parte aérea de la planta se observa que los tratamientos que fueron aplicados con diferentes tipos de abonos líquidos orgánicos té de estiércol de bovino y ovino, en los que se presentó con mayor longitud de área foliar de la planta, mostrándose ser diferente del testigo, que es el control en la que no se adicionó ningún tipo de abonos, García (2018), indican que las citoquininas exógenas inducen un importante incremento en el tamaño de las células de los cotiledones y las hojas de las plantas, el proceso se lleva a cabo exclusivamente por alargamiento celular.

El mismo autor indica que la expresión constitutiva de estos genes provoca en las hojas un crecimiento indeterminado, así como cambios muy llamativos en su forma (formación de tallos ectópicos en las hojas simples o un incremento muy considerable del número de folíolos en las hojas compuestas).

#### **4.10. Peso de la planta de Pak choi**

En el análisis de varianza del peso de la planta de Pak choi con dos diferentes tipos de abonos líquidos orgánicos en el cuadro 18, no se obtuvo diferencias significativas entre bloques ( $p >, 05$ ), en cambio que entre tratamientos se tuvieron diferencias altamente significativas en el peso de la planta de Pak choi ( $p <, 01$ ), entre el T1 té de estiércol de bovino, T2 té de estiércol de ovino y T3 solo agua, ( $p <, 01$ ), nuestro coeficiente de variación es de 2,1 % lo cual indica que nuestros datos son confiables.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para el peso de la planta de Pack choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	30,97	2	15,48	0,39	0,6974 NS
<b>TRAT</b>	17676,86	2	8838,43	225,37	0,0001 **
<b>Error</b>	156,87	4	39,22		
<b>Total</b>	17864,7	8			
<b>CV</b>	2,1(%)				

\*\* < 0,01

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del peso de la planta de Pak choi, en el cuadro 19, con dos tipos de abonos líquidos orgánicos, nos presenta tres grupos “A” , “B” y “C” significativamente diferentes donde el T1 té de estiércol de bovino se obtuvo el mayor promedio de peso de la planta de Pak choi 343,7 g, seguidamente por el T2 té de estiércol de ovino, con un promedio de peso de 312,33 g en tanto el T3 sin ningún tipo de abono orgánico líquido con 237,53 g obtuvo el promedio más bajo.

**Cuadro 19. Análisis comparativo de Duncan del peso de la planta de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (g)	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
<b>T1</b>	343,7	A
<b>T2</b>	312,33	B
<b>T3</b>	237,53	C

En el T1 té de estiércol de bovino es superior a los demás tratamientos en cuanto al peso de la planta de Pak choi, posiblemente se debe a que en todo el transcurso del análisis de datos en de todo este documento siempre el T1 obtuvo las mejores características de desarrollo agronómico en el lugar de estudio, por otra parte, Escobar (2008), indica que el peso de la planta total incluye tanto la parte aérea como la radical. Es de suma importancia tener planta equilibradas en ambos órganos, pues de ellos depende la productividad de las plantas, Así, una planta con un buen sistema radical suministrará el agua y los nutrientes necesarios para que la planta pueda crecer y desarrollar un buen follaje y Quispe (2015), menciona que los abonos líquidos orgánicos son una fuente importante de fitoreguladores

y que es capaz, entre otras propiedades, de promover el desarrollo de las plantas. Si existe diferencias significativas para los tratamientos que son aplicados con los abonos líquidos orgánicos, por lo tanto, el testigo que no tiene ninguna aplicación con los abonos existe diferencia significativa a los tratamientos que son aplicados con abonos líquidos orgánicos que son té de estiércoles (bovino y ovino).

#### 4.11. Rendimiento del Pak choi

En el análisis de varianza del rendimiento de Pak choi con dos diferentes tipos de abonos líquidos orgánicos en el cuadro 20, no se obtuvo diferencias significativas entre bloques ( $p >, 05$ ), en cambio que entre tratamientos se tuvieron diferencias altamente significativas en el rendimiento de la planta de Pak choi ( $p <, 01$ ), entre el T1 té de estiércol de bovino, T2 té de estiércol de ovino y T3 solo agua, ( $p <, 01$ ), nuestro coeficiente de variación es de 2,1 % lo cual indica que nuestros datos son confiables.

**Cuadro 20. Análisis de varianza para el rendimiento de Pack choi**

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
<b>BLOQUE</b>	0,01	2	4,50E-03	0,39	0,6974 NS
<b>TRAT</b>	5,09	2	2,54	225,37	0,0001 **
<b>Error</b>	0,05	4	0,01		
<b>F.V.</b>	5,14	8			
<b>CV</b>	2,1 (%)				

\*\* < 0,01

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del rendimiento por metro de Pak choi cuadro 21, con dos diferentes tipos de abonos líquidos orgánicos, se observa que existen tres grupos "A", "B" y "C", significativamente diferentes, donde el T1 té de estiércol de bovino, obtuvo el mayor promedio de rendimiento por metro cuadrado 5,82 kg/m<sup>2</sup>, posteriormente tenemos al T2 té de estiércol de ovino, con un promedio de 5,3 kg/m<sup>2</sup> en el T3 al que no se le aplico ningún tipo de abono orgánico líquido logro obtener un promedio de 4,03 kg/m<sup>2</sup> el cual resultado ser el promedio más bajo.

**Cuadro 21. Análisis comparativo de Duncan del rendimiento de la planta de Pak choi**

Tratamientos	Promedio (kg/m <sup>2</sup> )	Duncan ( $\alpha = 5\%$ )
T1	5,82	A
T2	5,3	B
T3	4,03	C

En el T1 té de estiércol de bovino es superior a los demás tratamientos en cuanto al rendimiento de la planta de Pak choi, posiblemente se debe a que en todo el transcurso del análisis de datos en de todo este documento siempre el T1 obtuvo las mejores características de desarrollo agronómico en el lugar de estudio, por otra parte, Wong (2010), indica que los rendimientos comerciales de Pak choi son de 2,3 kg/ m<sup>2</sup>, lo que demuestra que los valores obtenidos en el presente ensayo investigativo son mayores a estos valores en el rendimiento, kg/ m<sup>2</sup>. Por lo tanto, esto se debe que el presente trabajo de investigación son abonos líquidos orgánicos, lo que demuestra el efecto de beneficio de estos abonos líquidos en el rendimiento de biomasa foliar, y Suxo (2019), indica quien sostiene que existen grandes diferencias entre diferentes tipos de estiércoles, variando con la especie animal, alimentación, manejo y por lo tanto sus efectos en los cultivos y el suelo también son variables.

#### **4.12. Análisis de costos parciales**

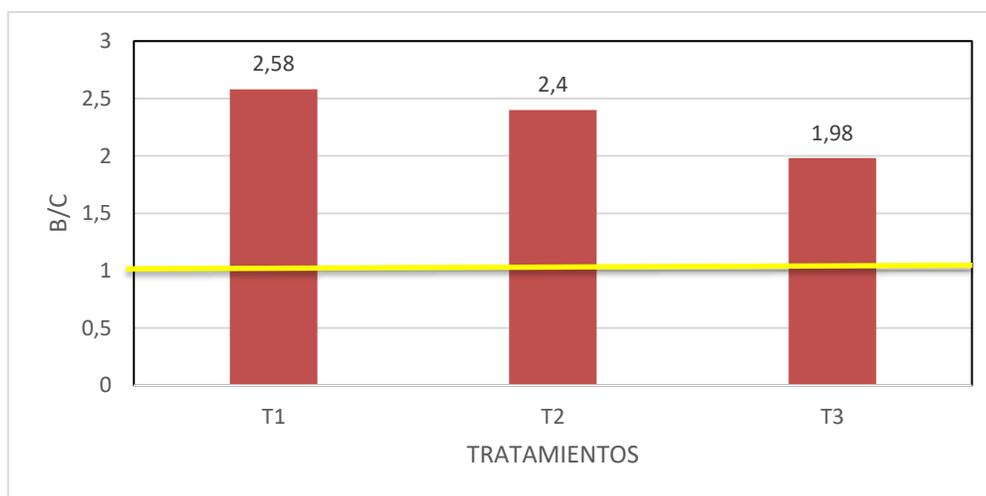
Existen procedimientos para realizar el respectivo análisis económico de costos parciales del experimento, procurando siempre hacerlo desde la perspectiva del agricultor, para poder informar los beneficios que podría obtener en términos de rentabilidad. En el caso de presente trabajo investigativo se considera el rendimiento ajustado, beneficio bruto y beneficio neto.

**Cuadro 22. Costos, Rendimiento, Beneficio neto y Relación Beneficio/Costo de la producción de Pak choi**

Tratamientos	Costos (Bs)	Rendimiento (kg)	Rendimiento ajustado (kg)	Precio (Bs/kg)	Beneficio Neto	B/C	B/C Neto
T1	89,94	17,45	16,6	14	232,085	2,58	1,58
T2	87,91	15,89	15,1	14	211,337	2,4	1,4
T3	81,28	12,08	11,5	14	160,664	1,98	0,98

En el cuadro 22, se muestra el presupuesto parcial del ensayo, donde la primera columna se observa los tratamientos producto de la combinación de los niveles de los factores estudiados, lo que dio un total de 3 tratamientos.

Realizado el análisis beneficio costo nos muestra el  $B/C > 1$  en los, T1 y T2 lo que significa que se recupera la inversión, así mismo nos indica que los T1 y T2 son rentables, siendo que con el T1 té de estiércol de bovino, obtenemos mayor beneficio y por cada boliviano invertido recuperamos el boliviano y ganamos 1,58 Bs (Figura 18).



**Figura 18. Resultado de la Relación Beneficio Costo**

#### 4.13. Análisis de dominancia

El análisis de dominancia en el cuadro 23 se ve que nos permitió seleccionar los tratamientos de acuerdo al criterio propuesto por el CIMMYT, el mismo señala que se considera tratamiento dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costo variable más bajo.

**Cuadro 23. Análisis de dominancia de la producción del Pak choi**

Tratamientos	Costos (Bs)	B/N
T3	81,28	160,664
T1	87,938	232,085
T2	97,909	211,337

Bajo estas consideraciones se observó que el tratamiento 3, tienen costos variables bajos considerado dominante y el resto de los tratamientos no fueron dominados de acuerdo al criterio citado

Los tratamientos no dominados son sujetos al análisis marginal, esto indica que el análisis marginal consiste en comparar los incrementos en beneficios netos sobre el incremento de los costos variables, su propósito es revelar el porcentaje de los Beneficios Netos de una inversión que aumentan conforme la cantidad invertida se incrementa.

#### 4.14. Tasa de retorno marginal

La tasa de retorno marginal (T.R.M.) en el cuadro 24 muestra que, al pasar de un tratamiento a otro presenta una tasa de retorno marginal que indica que por cada 1 Bs invertido se recuperó la inversión 1 Bs más el porcentaje de ganancia, pero que solo puede presentarse como alternativa si es superior a la tasa de retorno marginal mínima (TRM min.).

**Cuadro 24. Tasa de retorno marginal producción del Pak choi**

<b>Tratamientos</b>	<b>Costos (Bs)</b>	<b>Beneficio Neto</b>	<b>TRM</b>
<b>T1</b>	89,94	232,085	1022,07
<b>T2</b>	87,91	211,337	

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo y a objetivos trazados; se llegó a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a la hipótesis planteada no existen diferencias significativas, sin embargo, según el trabajo realizado se pudo ver que si presentan diferencias significativas entre los diferentes tratamientos a los que se les aplico los diferentes tipos de abonos orgánicos líquidos, los tratamientos con té de estiércol como el T1, té de estiércol de bovino y el T2, té de estiércol de ovino influyeron significativamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas de Pak choi, manifestándose en variables como altura de planta con 26,65 cm y 25,02cm, ancho de la hoja con 13,15 cm y 13,1cm largo de hoja con 16,97 cm y 16,61cm, largo de peciolo con 11,75 cm y 11,58 cm, numero de hojas por planta con 25 y 23, área foliar con 675,18 cm y 661,12 cm, y el peso de la planta de Pak choi con 343,7 g y 312,33 g, esto significa que los tratamientos con té de estiércol de bovino y ovino han obtenido mejores resultados, de esta manera nos afirma el efecto positivo de los dos tipos de abonos orgánicos líquidos en los suelos.
- La aplicación de té de estiércol el mejor rendimiento que se presentó en el cultivo de Pak choi con dos tipos de abonos orgánicos líquidos fue el T1, con la aplicación de té de estiércol de bovino con un rendimiento de 5,82 kg/m<sup>2</sup>, donde encontramos que la aplicación de té de estiércol de bovino aumentó significativamente el rendimiento de cultivo Pak choi en comparación con el T3 al que no se le aplico ningún tipo de abono líquido orgánico.
- En el análisis económico se observó índices de rentabilidad positivos en todos los tratamientos, en cuanto a la recuperación del capital invertido, pero en cuanto a la ganancia cada tratamiento muestra diferentes índices, el que obtuvo un mejor costo parcial en beneficio costo es el T1, té de estiércol de bovino con un índice de 2,5 de valor presentado, por encima de los demás tratamientos, es decir se recupera el capital invertido y se genera una ganancia de 1,5 Bs.

## 6. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se plantean las siguientes recomendaciones:

- Continuar con los estudios sobre la producción de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes tipos de té de estiércoles bajo condiciones atemperadas.
- Se recomienda utilizar los diferentes tipos de té de estiércol de bovino y ovino al 30% en otros cultivos ya que se observa un buen comportamiento agronómico y un mejor rendimiento y mejora la calidad del suelo.
- Se recomienda el T1, con una dosis de 30% con un total de 9 aplicaciones donde se le adicione 12,6 L de té de estiércol de bovino, con el cual se observó que se tuvo un mayor rendimiento, con un promedio de rendimiento de 5,82 kg/m<sup>2</sup> teniendo así una mayor producción.
- Se recomienda promover el uso de té de estiércol como una alternativa sostenible y económica para la fertilización del cultivo de Pak choi en la región.
- Los dos té de estiércoles de bovino y ovino con una dosis de 30% aportaron nutrientes al suelo lo que mejoro beneficiosamente el suelo lo cual se recomienda utilizar al productor ya que no solo aporta nutrientes al suelo, sino que no degrada el suelo.
- Continuar con el estudio de aplicación del té de estiércoles de diferentes tipos de animales con el propósito verificar sus bondades en la producción de cultivo de hortalizas en el altiplano boliviano.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, F. 2018. Evaluación de niveles de fertirrigación y dinámica de absorción de nutrientes en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* L.) en invernadero en la Estación Experimental de Patacamaya. La Paz\_Bolivia Mayor de San Andrés. 144 p. Disponible en [file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-1819\[1\].pdf](file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-1819[1].pdf)
- California, O. 2009. Estudio sobre hortalizas orientales en el estado de bajo California. 28. Disponible en <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1858.pdf>
- Chura, R. 2019. Aluación de tres biofertilizantes orgánicos en la producción papa kompis (*Solanum tuberosum* L.) en la Localidad de Huayrocondo Batallas La Paz – Bolivia. Universidad Mayor de San Andrés. 123 p. Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Npara%20mi%20tesisueva%20carpeta/T-2195.pdf>
- Delgado, Y. 2018. 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. Universidad Mayor de San Andrés. 72 p. Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/humus%202.pdf>
- Dixon, H. 2013. "Evaluación De Tres Materiales Geneticos De Pak Choi (*Brassica chinensis*), Bajo Dos Abonos Orgánicos, En dos Localidades Del Departamento de Sololá". Tesis Licenciado en Ciencias Ambientales y Agrícolas. Quetzaltenango. Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. . Universidad Rafael Landívar Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. 54 p. Disponible en <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/06/14/Dixon-Herber.pdf>
- Eart, G. 2023. Google Eart. Consultado 26 de abril 2023. Disponible en <https://www.google.es/intl/es/earth/index>.

- Escalante, J. 2019. Pak choi propiedades, beneficios y valor nutricional. La Vanguardia. Disponible en <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20190205/4698298379/pak-choi-bok-choy-propiedades-beneficios-valor-nutricional>.
- Escobar, M. 2008. Evaluación del crecimiento de Pak-choi y Mostaza en dos sustratos para un sistema organopónico. Universidad EARTH. 72 p. Disponible en <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/ColeccionVirTual/pdf/PG572008FinalMyrnaAdrianaEscoba.pdf>
- Fabian, V. 2016. Efecto de tres abonos orgánicos líquidos, aplicados al suelo, en el cultivo de canonigo (*Valerianella locusta*), en ambientes atemperados en la ciudad del alto Mayor de San Andrés. 98 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10322/T-2307.pdf>.
- García, L. 2018. Calidad de plantines de Pak choi (*Brassica rapa* L. Grupo Chinensis) según tamaño de celda de la bandeja de germinación. 4. Disponible en [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8511/RIA\\_VOLU-MEN46\\_N%C2%B03\\_p.310-313.pdf](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8511/RIA_VOLU-MEN46_N%C2%B03_p.310-313.pdf)
- Gavilán, M. 2005. El Pak Choi. Gastronomía&cia. 2 22-24. Disponible en [https://www.gastronomia\\_cia.com/el-Pak-choi](https://www.gastronomia_cia.com/el-Pak-choi).
- Grover, E. 2013. Muestreo de suelos e interpretación de resultados de laboratorio. 12. Disponible en [https://www.cetabol.bo/sitio/images/recursos/menu/suelos/publicaciones/1 muestreo de suelos e interpretacion de resultados de laboratorio.pdf](https://www.cetabol.bo/sitio/images/recursos/menu/suelos/publicaciones/1%20muestreo%20de%20suelos%20e%20interpretacion%20de%20resultados%20de%20laboratorio.pdf)
- Huanca, L. 2017. Determinación del efecto de pinzado en la producción de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) bajo el sistema hidropónico en la Estación Experimental de Kallutaca. Universidad Pública de El Alto. 79 p. Disponible en [file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-1819\[1\].pdf](file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-1819[1].pdf)

- Laura, B. 2016. Evaluación del comportamiento agronómico de tres variedades de pimentón (*Capsicum annuum L.*), aplicando abono líquido bajo invernadero en la Estación Experimental de Cota Cota –La Paz. . Universidad Mayor de San Andrés. 141 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10314/T-2299.pdf>
- Manzur, J. 2020. Diversificación de hortalizas asiáticas de hoja en Chile Redagricola. 60. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/4e34f50a-b757-4f15-b675-b2da02f79d7a/content>
- Martinez, J. 2021. Soluciones Nutritivas en la Producción de Pack Choi (*Brassica rapa* subespecie chinensis L.) y Kale (*Brassica oleracea* var. acephala) cultivadas en sustrato bajo invernadero. Montecillo, texcoco, Estado de Mexico. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas Campus Montesillo. 139 p. Disponible en [file:///C:/Users/Martinez\\_Castillo\\_J\\_MC\\_Edafologia\\_2021.pdf](file:///C:/Users/Martinez_Castillo_J_MC_Edafologia_2021.pdf)
- Noriega, V. 2011. Manejo y Fertilidad de Suelos. Dirección General de Competitividad Agraria-Peru, 50 p. Disponible en <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/627/1/Guia%20de%20orientaci%C3%B3n%20Fertilidad%20de%20Suelos%2011.pdf>
- Quispe, J. 2015. Efecto de abonos líquidos orgánicos en el cultivo de Pak-choi (*Brassica chinensis L.*) bajo ambiente atemperado en el distrito seis en la ciudad de el alto. Universidad Pública de El Alto carrera de ingeniería agronómica. 91 p. Disponible en <https://repositorio.upea.bo>.
- Sacul, E. 2018. Proyecto productivo de Pak Choi (*Brassica chinensis L.*) mediante hidroponía en condiciones de invernadero en el Municipio de Tactic, Alta Verapaz. Coban, Alta Verapaz. San Carlos Guatemala Centro Universitario del Norte 70 p. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/10813/1/243.%20PPSA.pdf>
- Salazar, M. 2015. Pak choi, la verdura oriental de moda entre los foodies. 2. Disponible en <https://errilur.info/pak-choi/>

- Serrano, Z. 1979. Cultivo de Hortalizas en invernadero. Barcelona-España, 40 p. Disponible en <https://www.casadellibro.com/libro-cultivo-de-hortalizas-en-invernaderos/9788470032271/310329.pdf>
- Suxo, D. 2019. Efecto de tres dosis de abono orgánico líquido aeróbico (aola) sobre dos variedades de apio (*apium graveolens* L.) en el invernadero del Centro Experimental de cota cota. Universidad Mayor de San Andres. 117 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23198/T-2693.pdf>
- Tancara, J. 2008. Fertilización foliar con caldo de estiercol en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo carpa solar (ciudad de Viacha, prov. Ingavi - Departamento La Paz). Universidad Mayor de San Andrés. 47 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5615/TS-1276.pdf>
- Tito, Y. 2013. Efecto del abono liquido en el manejo ecologico de cultivo de col china (*Brassica pekinensis*) en el municipio de coroico. Universidad Mayor de San Andrés. 97 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4279/T-1809.pdf>
- Villanueva, E. 2016. Efecto de biol y te de humus de lombriz como fertilizante en el desarrollo del cultivo de repollo chino (*Brassica pekinensis*) en el Centro Experimental de Cota Cota. La Paz, Bolivia. UMSA. 70 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10396/T-2328.pdf>
- Wong, M. 2010. Producción de tres variedades de vegetales orientales bajo condiciones de campo evaluando factores de mulch plástico y *Trichoderma harzianum* en Zamorano, Honduras. Zamorano carrera de ciencia y producción agropecuaria. 22 p. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/5c91a6bc-8800-4d12-a72f-428ee2970790/T-5432.pdf>
- Zambrana, F. 2018. Efecto de aplicación de te de estiercol en el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) en la comunidad Corpa Provincia Ingavi Departamento de La paz. . Universidad Mayor de San Andres. 64 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/18396/TS-2552.pdf>

## **8. ANEXOS**

### Anexo 1. Preparación del suelo y nivelación del suelo



### Anexo 2. Siembra de los plantines de pak choi



### Anexo 3. Elaboración del té de estiércol de bovino y ovino



**Anexo 4. Incorporación del saco de té de estiércol al tacho y llenado de agua****Anexo 5. División de unidades experimentales****Anexo 6. Aplicación de té de estiércol por tratamiento**

## Anexo 7. Muestra del laboratorio del análisis químico del suelo



### MINISTERIO DE ENERGÍAS

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO : LUPE ELIANA CAPAJAÑA KACASACA  
PROCEDENCIA : Departamento LA PAZ  
Provincia: LOS ANDES  
Municipio: PUCARANI

NO SOLICITUD: 321F/2022  
FECHA DE RECEPCION : 20/Noviembre/2022  
FECHA DE ENTREGA : 10/diciembre/2022

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE SUELO - Centro Experimental de Kallutaca

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método	
237-01 /2022	TEXTURA	ARENA	37	%	Hidrómetro de Bouyoucos
237-02 /2022		ARCILLA	24	%	Hidrómetro de Bouyoucos
237-03 /2022		LIMO	39	%	Hidrómetro de Bouyoucos
237-04 /2022		CLASE TEXTURAL	F	-	Hidrómetro de Bouyoucos
237-05 /2022		GRAVA	0,0	%	Gravimetría
237-06 /2022	CARBONATOS LIBRES	P	-	Reacción ácida	
237-07 /2022	pH en agua 1:5	6,73	-	Potenciometría	
237-08 /2022	pH en KCl 1:5	7,25	-	Potenciometría	
237-09 /2022	Conductividad eléctrica en agua, 1:5	0,575	dS/m	Conductancia	
237-10 /2022	CATIONES	Acidez de cambio (Al + H)	0,07	meq/100 g	Volumetría
237-11 /2022		Calcio	13,32	meq/100 g	Absorción atómica
237-12 /2022		Magnesio	4,15	meq/100 g	Absorción atómica
237-13 /2022		Sodio	0,51	meq/100 g	Emisión atómica
237-14 /2022		Potasio	3,12	meq/100 g	Emisión atómica
237-15 /2022	Suma de Bases	21,10	meq/100 g	Suma de bases	
237-16 /2022	Capacidad de Intercambio Catiónico	21,17	meq/100 g	Volumetría	
237-17 /2022	% de Saturación	99,7	%	Cálculo numérico	
237-18 /2022	Materia orgánica	7,49	%	Walkley Black	
237-19 /2022	Nitrógeno total	0,32	%	Kjeldahl	
237-20 /2022	Fósforo asimilable	190,16	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	
237-21 /2022	Boro soluble	4,50	ppm	Espectrofotometría UV-Visible	

OBSERVACIONES.- \*\* Cationes de Cambio extraídos con Acetato de amonio 1 N.  
C.I.C. Capacidad de Intercambio Catiónico.  
CARBONATOS LIBRES; A: Ausente, P: Presente, PP: Presente en gran cantidad

#### CLASE TEXTURAL

F : Franco Y : Arcilloso FA : Franco Arenoso YL : Arcilloso Limoso  
L : Limoso YA : Arcilloso Arenoso AF : Arenosos Franco FYL : Franco Arcilloso Limoso  
A : Arenoso FYA : Franco Arcilloso Arenoso FY : Franco Arcilloso FL : Franco limoso



RESPONSABLE DE LABORATORIO

JORGE CHUNGARA C.

## Anexo 8. Muestra del laboratorio del análisis químico del té de estiércol de bovino



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONO

INTERESADO : LUPE ELIANA CAPAJAÑA KACASACA  
PROCEDENCIA : Departamento: LA PAZ  
Provincia: LOS ANDES  
Municipio: PUCARANI

NUMERO DE SOLICITUD : 322F/2022  
FECHA DE RECEPCION : 20/Noviembre/2022  
FECHA DE ENTREGA : 10/Diciembre/2022

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE TE DE ESTIERCOL DE BOVINO

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
296-01 /2022	Nitrógeno	0,063	g / kg N	Kjeldahl
296-02 /2022	Fósforo	0,056	g / kg P	Espectrofotometría UV-Vis
296-03 /2022	Potasio	0,245	g / kg K	Emisión atómica
296-04 /2022	Carbono orgánico	0,086	%	Walkley Black
296-05 /2022	Calcio	0,254	g / Kg	Absorción atómica
296-06 /2022	Magnesio	0,055	g / Kg	Absorción atómica
296-07 /2022	Sodio	0,228	g / Kg	Emisión atómica
296-08 /2022	Hierro	2,427	mg / Kg	Absorción atómica
296-09 /2022	Manganeso	1,397	mg / Kg	Absorción atómica
296-10 /2022	Zinc	0,199	mg / Kg	Absorción atómica
296-11 /2022	Cobre	0,015	mg / Kg	Absorción atómica
296-12 /2022	pH en agua 1:5	6,98	-	Potenciometría
296-13 /2022	Conductividad eléctrica 1:5	2,49	mS / cm	Conductancia
296-14 /2022	Humedad	99,91	%	Gravimetría
296-15 /2022	Materia seca	0,39	%	Gravimetría

OBSERVACIONES.- Resultados en base húmeda



  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

## Anexo 9. Muestra del laboratorio del análisis químico del té de estiércol de ovino



### MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA

INSTITUTO BOLIVIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y APLICACIONES NUCLEARES  
UNIDAD DE ANÁLISIS Y CALIDAD AMBIENTAL

## ANÁLISIS QUÍMICO DE ABONO

INTERESADO : LUPE ELIANA CAPAJAÑA KACASACA      NUMERO DE SOLICITUD : 323F/2022  
PROCEDENCIA : Departamento: LA PAZ      FECHA DE RECEPCION : 20/Noviembre/2022  
Provincia: LOS ANDES      FECHA DE ENTREGA : 10/Diciembre/2022  
Municipio: PUCARANI

DESCRIPCIÓN : MUESTRA DE TE DE ESTIERCOL DE OVINO

N° Lab.	PARAMETRO	Resultado	Unidades	Método
296-01 /2022	Nitrógeno	0.053	g / kg N	Kjeldahl
296-02 /2022	Fósforo	0.036	g / kg P	Espectrofotometría UV-Vis
296-03 /2022	Potasio	0.343	g / kg K	Emisión atómica
296-04 /2022	Carbono orgánico	0.096	%	Walkley Black
296-05 /2022	Calcio	0.214	g / Kg	Absorción atómica
296-06 /2022	Magnesio	0.045	g / Kg	Absorción atómica
296-07 /2022	Sodio	0.208	g / Kg	Emisión atómica
296-08 /2022	Hierro	2.420	mg / Kg	Absorción atómica
296-09 /2022	Manganeso	1.347	mg / Kg	Absorción atómica
296-10 /2022	Zinc	0.189	mg / Kg	Absorción atómica
296-11 /2022	Cobre	0.015	mg / Kg	Absorción atómica
296-12 /2022	pH en agua 1:5	7.99	-	Potenciometría
296-13 /2022	Conductividad eléctrica 1:5	2.47	mS / cm	Conductancia
296-14 /2022	Humedad	99.61	%	Gravimetría
296-15 /2022	Materia seca	0.39	%	Gravimetría

OBSERVACIONES.- Resultados en base húmeda



RESPONSABLE DE LABORATORIO  
JORGE CHUNGARA C.

### Anexo 10. Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T1)

Costo de producción para el T1 té de estiércol de bovino				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COST/UNIT Bs.	T1
<b>1 INSUMOS</b>				<b>31,29</b>
1. Plantines de Pak choi	Plantin	25	0,10	2,50
2. Bolsas de celofán para embolsado	Paquete	0,5	20,00	10,00
3. Abono orgánico (estiércol de bovino)	kg	2,02	4,00	4,05
4. Turba	Sacos	1	15,00	8,08
5. Plastroformo	Lamina	1	2,00	2,00
6. pita	Pieza	1	1,50	1,5
7. Yute	Pieza	1	1,50	1,50
6. Transporte de Insumos	Global	1	10,00	1,66
<b>3 PREPARACIÓN DE SUELOS</b>				<b>7,30</b>
1. Limpieza de los bloques	Hr.	0,12	10,00	1,60
3. Desterronado (manual)	Hr.	0,15	10,00	1,60
4. Abonado (turba)	Hr.	0,15	10,00	1,60
5. Nivelado (manual)	Hr.	0,15	10,00	2,50
<b>5 SIEMBRA</b>				<b>8,30</b>
1. Siembra (Trasplante)	Hr.	0,83	10,00	8,30
<b>6 LABORES CULTURALES</b>				<b>7,46</b>
1. Riego (cada 2 días/30 minutos)	Hr.	0,08	10,00	0,80
3. Aplicación de Te de estiércol de bovino riego 1m2 al 30% en tratamientos 1)	Hr.	0,33	10,00	3,33
5. Deshierbe	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>7 COSECHA</b>				<b>8,26</b>
1. Corte	Hr.	0,33	10,00	3,33
2. Recolección	Hr.	0,16	10,00	1,60
2. Toma de datos al momento de la cosecha	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>8 POST COSECHA</b>				<b>6,60</b>
2. Limpieza y embolsado	Hr.	0,5	10,00	5,00
4. Acomodo en canastas (Cajas)	Hr.	0,08	10,00	0,80
5. Entrega y envió	Hr.	0,08	10,00	0,80
<b>9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO</b>				<b>7,40</b>
1. Transporte (Invernadero - mercado)	global	1	5,00	5,00
2. Acomodo punto de venta	Hr.	0,06	10,00	0,60
3. Entrega a detallistas y consumidores	Hr.	0,06	10,00	0,60
4. Recojo y cargado de cajas	Hr.	0,06	10,00	0,60
5. Cobranzas	Hr.	0,06	10,00	0,60
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>76,61</b>
1. Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	2	2,50	5,00
11. Alquiler terreno (17,2 m2)	global	1	50,00	8,33
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>13,33</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)</b>				<b>89,94</b>

### Anexo 11. Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T2)

Costo de producción para el T2 te de estiércol de ovino				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COST/UNIT Bs.	T2
<b>1 INSUMOS</b>				<b>29,26</b>
1. Plantines de Pak choi	Plantin	25	0,20	2,50
2. Bolsas de celofán para embolsado	Paquete	0,5	20,00	10,00
3. Abono orgánico (estiércol de ovino)	kg	2,02	4,00	2,02
4. Turba	Sacos	1	15,00	8,08
5. Plastoformo	Lamina	1	2,50	2,00
6. pita	Pieza	1	1,50	1,5
7. Yute	Pieza	1	2,00	1,50
6. Transporte de Insumos	Global	1	10,00	1,66
<b>3 PREPARACIÓN DE SUELOS</b>				<b>7,30</b>
1. Limpieza de los bloques	Hr.	0,12	10,00	1,60
3. Desterronado (manual)	Hr.	0,15	10,00	1,60
4. Abonado (turba)	Hr.	0,15	10,00	1,6
5. Nivelado (manual)	Hr.	0,15	10,00	2,50
<b>5 SIEMBRA</b>				<b>8,30</b>
1. Siembra (Trasplante)	Hr.	0,83	10,00	8,30
<b>6 LABORES CULTURALES</b>				<b>7,46</b>
1. Riego (cada 2 días/30 minutos)	Hr.	0,08	10,00	0,80
3. Aplicación de Té de estiércol de ovino riego 1m2 al 30% en tratamientos 1)	Hr.	0,33	10,00	3,33
5. Deshierbe	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>7 COSECHA</b>				<b>8,26</b>
1. Corte	Hr.	0,33	10,00	3,33
2. Recolección	Hr.	0,16	10,00	1,60
2. Toma de datos al momento de la cosecha	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>8 POST COSECHA</b>				<b>6,60</b>
2. Limpieza y embolsado	Hr.	0,5	10,00	5,00
4. Acomodo en canastas (Cajas)	Hr.	0,08	10,00	0,80
5. Entrega y envió	Hr.	0,08	10,00	0,80
<b>9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO</b>				<b>7,40</b>
1. Transporte (Invernadero - mercado)	global	1	5,00	5,00
2. Acomodo punto de venta	Hr.	0,06	10,00	0,60
3. Entrega a detallistas y consumidores	Hr.	0,06	10,00	0,60
4. Recojo y cargado de cajas	Hr.	0,06	10,00	0,60
5. Cobranzas	Hr.	0,06	10,00	0,60
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>74,58</b>
1. Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	2	2,50	5,00
11. Alquiler terreno (17,2 m2)	global	1	50,00	8,33
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>13,33</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)</b>				<b>87,91</b>

### Anexo 12. Cálculo de costos económicos parciales del cultivo de pak choi (T3)

Costo de producción para el T3 solo agua				
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COST/UNIT Bs.	T3
<b>1 INSUMOS</b>				<b>26,16</b>
1. Plantines de Pak choi	Plantin	25	0,10	2,50
2. Bolsas de celofán para embolsado	Paquete	0,5	20,00	10,00
4. Turba	Sacos	1	15,00	10,00
5. Plastoformo	Lamina	1	2,50	2,00
6. Transporte de Insumos	Global	1	10,00	1,66
<b>3 PREPARACIÓN DE SUELOS</b>				<b>7,30</b>
1. Limpieza de los bloques	Hr.	0,12	10,00	1,60
3. Desterronado (manual)	Hr.	0,15	10,00	1,60
4. Abonado (turba)	Hr.	0,15	10,00	1,60
5. Nivelado (manual)	Hr.	0,15	10,00	2,50
<b>5 SIEMBRA</b>				<b>8,30</b>
1. Siembra (Trasplante)	Hr.	0,83	10,00	8,30
<b>6 LABORES CULTURALES</b>				<b>3,93</b>
1. Riego (cada 2 días/30 minutos)	Hr.	0,06	10,00	0,60
5. Deshierbe	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>7 COSECHA</b>				<b>8,26</b>
1. Corte	Hr.	0,33	10,00	3,33
2. Recolección	Hr.	0,16	10,00	1,60
2. Toma de datos al momento de la cosecha	Hr.	0,33	10,00	3,33
<b>8 POST COSECHA</b>				<b>6,60</b>
2. Limpieza y embolsado	Hr.	0,5	10,00	5,00
4. Acomodo en canastas (Cajas)	Hr.	0,08	10,00	0,80
5. Entrega y envió	Hr.	0,08	10,00	0,80
<b>9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO</b>				<b>7,40</b>
1. Transporte (Invernadero - mercado)	global	1	5,00	5,00
2. Acomodo punto de venta	Hr.	0,06	10,00	0,60
3. Entrega a detallistas y consumidores	Hr.	0,06	10,00	0,60
4. Recojo y cargado de cajas	Hr.	0,06	10,00	0,60
4. Cobranzas	Hr.	0,06	10,00	0,60
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>67,95</b>
1. Agua de riego (sistema de mantenimientos)	m3	2	2,50	5,00
11. Alquiler terreno (17,2 m2)	global	1	50,00	8,33
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>13,33</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)</b>				<b>81,28</b>

### Anexo 13. Temperatura interna del ambiente atemperado

PROMEDIO DE TEMPERATURA				
MES	FECHA	Temperatura mínima	Temperatura máxima	Humedad media
FEBRERO	11/2/2023	10,3	40,2	18,7
FEBRERO	18/2/2023	9,8	30,5	15,3
FEBRERO	25/2/2023	11,6	32,4	17,6
MARZO	4/3/2023	12,8	36,7	18,5
MARZO	11/3/2023	14,2	33,3	18,9
MARZO	18/3/2023	14,5	30,6	19,25
MARZO	25/3/2023	15,2	40,4	20,4
ABRIL	1/4/2023	15,8	44,2	21,8
ABRIL	8/4/2023	16,3	33,5	22,4
ABRIL	15/4/2023	14,5	30,6	19,2

### Anexo 14. Temperatura ambiental

PROMEDIO DE TEMPERATURA				
MES	FECHA	Humedad mínima	Humedad máxima	Humedad media
FEBRERO	11/2/2023	29	12	20
FEBRERO	18/2/2023	27	15	21
FEBRERO	25/2/2023	26	13	18
MARZO	4/3/2023	32	15	25
MARZO	11/3/2023	27	14	23
MARZO	18/3/2023	31	15	20
MARZO	25/3/2023	27	19	21
ABRIL	1/4/2023	32	16	25
ABRIL	8/4/2023	28	17	20
ABRIL	15/4/2023	25	16	22



**AH**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AH	9	0,84	0,67	3,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,47	4	0,87	5,10	0,0718
BLOQUE	0,70	2	0,35	2,06	0,2424
TRAT	2,77	2	1,39	8,14	0,0389
Error	0,68	4	0,17		
Total	4,16	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,8935**

Error: 0,1703 gl: 4

	TRAT	Medias	n	E.E.
T1 (30% Té de estiércol de..		13,15	3	0,24 A
T2 (30% Té de estiércol de..		13,10	3	0,24 A
T3 (solo agua)		11,95	3	0,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**LH**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LH	9	0,35	0,00	4,26

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,06	4	0,27	0,53	0,7237
BLOQUE	0,49	2	0,25	0,49	0,6446
TRAT	0,57	2	0,28	0,57	0,6069
Error	2,01	4	0,50		
Total	3,07	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,5347**

Error: 0,5024 gl: 4

	TRAT	Medias	n	E.E.
T2 (30% Té de estiércol de..		16,97	3	0,41 A
T1 (30% Té de estiércol de..		16,61	3	0,41 A
T3 (solo agua)		16,35	3	0,41 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**LP**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LP	9	0,82	0,63	6,85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,10	4	2,53	4,42	0,0895
BLOQUE	2,71	2	1,36	2,38	0,2089
TRAT	7,39	2	3,69	6,47	0,0558
Error	2,28	4	0,57		

Total 12,39 8

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,6362**

Error: 0,5711 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
T1 (30% Té de estiércol de..	11,75	3	0,44	A
T2 (30% Té de estiércol de..	11,58	3	0,44	A
T3 (solo agua)	9,75	3	0,44	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### NHP

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
NHP	9	0,92	0,83	3,29	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,66	4	6,16	11,05	0,0195
BLOQUE	7,00	2	3,50	6,27	0,0585
TRAT	17,66	2	8,83	15,83	0,0126
Error	2,23	4	0,56		
Total	26,89	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,6170**

Error: 0,5578 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
T1 (30% Té de estiércol de..	25,80	3	0,43	A
T2 (30% Té de estiércol de..	23,60	3	0,43	A
T3 (solo agua)	19,73	3	0,43	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### PPC

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup>	Aj	CV
PPC	9	0,99	0,98	2,10	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17707,83	4	4426,96	112,88	0,0002
BLOQUE	30,97	2	15,48	0,39	0,6974
TRAT	17676,86	2	8838,43	225,37	0,0001
Error	156,87	4	39,22		
Total	17864,70	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=13,5585**

Error: 39,2178 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.	
T1 (30% Té de estiércol de..	343,07	3	3,62	A
T2 (30% Té de estiércol de..	312,33	3	3,62	B
T3 (solo agua)	237,53	3	3,62	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**AF**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
AF	9	0,94	0,87	6,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	101623,97	4	25405,99	14,99	0,0112
BLOQUE	26824,07	2	13412,03	7,91	0,0407
TRAT	74799,91	2	37399,95	22,06	0,0069
Error	6781,25	4	1695,31		
Total	108405,23	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=89,1447**

Error: 1695,3137 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.
T1 (30% Té de estiércol de..)	675,18	3	23,77 A
T2 (30% Té de estiércol de..)	661,12	3	23,77 A
T3 (solo agua)	475,14	3	23,77 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**RTO (kg/m2)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RTO (kg/m2)	9	0,99	0,98	2,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,09	4	1,27	112,88	0,0002
BLOQUE	0,01	2	4,5E-03	0,39	0,6974
TRAT	5,09	2	2,54	225,37	0,0001
Error	0,05	4	0,01		
Total	5,14	8			

**Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,2300**

Error: 0,0113 gl: 4

TRAT	Medias	n	E.E.
T1 (30% Té de estiércol de..)	5,82	3	0,06 A
T2 (30% Té de estiércol de..)	5,30	3	0,06 B
T3 (solo agua)	4,03	3	0,06 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )