

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



TESIS DE GRADO

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE
PAK CHOI (*Brassica chinensis* L.) CON DIFERENTES NIVELES DE
HUMUS BAJO CONDICIONES ATEMPERADAS EN LA ESTACIÓN
EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

Por:

Royvin Guimer Arenas Apuri

EL ALTO – BOLIVIA

Octubre, 2024

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

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE PAK CHOI (*Brassica chinensis* L.) CON DIFERENTES NIVELES DE HUMUS BAJO CONDICIONES
ATEMPERADAS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

*Tesis de Grado presentado
como requisito para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Royvin Guimer Arenas Apuri

Asesores:

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

Tribunal Revisor:

Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara

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

Lic. Ing. Isaac Elias Condori Tinta

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador



DEDICATORIA:

A Dios por ser mi guardia y ser mi guía, por bendecirme, el sueño de ser profesional

Este trabajo va dedicado a mi familia en especial a mis papás: Agustín y Dimelsa por brindarme su apoyo, esfuerzo y comprensión en todo momento de mi vida.

También dedico a mis hermanas: Yarima, Noelia y Yaroida, así mismo a mi hermano Dalmer por su apoyo y ánimos que me brindan cada día de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi Señor Jesucristo todo poderoso por darme la sabiduría y fortaleza para la conclusión de este trabajo, sobre todas las cosas.

Mis deseos agradecimientos a (UPEA) y a los docentes de la carrera de Ingeniería agronómica por su enseñanza y orientación, que me han permitido mi formación profesional.

Agradecer a mi asesor M. Sc. Lic. Ing. Ramiro Raúl Ochoa Torrez por su apoyo que me brindó en la ejecución del presente Tesis de grado, sobre todo orientaciones y recomendaciones en el trabajo.

A mis padres Agustín y Dimelsa que me brindaron su colaboración desinteresada, por el apoyo económico y practica de ensayo en campo para el presente trabajo de investigación. Por su apoyo incondicional.

Al tribunal revisor: Lic. Ing. Freddy Ayala Huacara, M. Sc. Lic. Ing. Ciro Raúl Quiape Callocosi, Lic. Ing. Isaac Elias Condori Tinta por sus aportes y observaciones para la culminación del presente trabajo de investigación.

Finalmente agradecido con mis compañeros y amigos de la universidad Hector Quispe, Estefani Jhanneth Quispe, Leonardo Mamani, Wilson Choque, Daneiva Arenas, Franz Luis Quispe, Moises Brayner Palma, Omar Ivan Coronel con quienes compartimos alegría y tristezas quienes apoyaron de forma desinteresada.

A mis queridos hermanos por darme apoyo moralmente y ayuda que me brindaron durante el estudio, para la culminación del presente trabajo de investigación.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
ABREVIATURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi

ÍNDICE DE TEMAS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Cultivo de Pak choi.....	4
2.1.1. Origen del Pak choi.....	4
2.1.2. Taxonomía.....	4
2.1.3. Características botánicas.....	5
2.1.4. Valor nutricional	5
2.1.5. Propiedades del Pak choi.....	6
2.2. Requerimiento Edafoclimaticos.....	6
2.2.1. Suelos.....	6

2.2.2.	Fertilización.....	7
2.2.3.	Temperatura	7
2.2.4.	Riego.....	7
2.2.5.	Almacigo	7
2.2.6.	Época de siembra	8
2.2.7.	Densidad de siembra.....	9
2.2.8.	Cosecha.....	9
2.2.9.	Formas de consumo.....	9
2.3.	Variedades.....	10
2.3.1.	Mei Qing choi.....	10
2.3.2.	Joi choi	10
2.4.	Abono orgánico.....	10
2.5.	Humus de lombriz.....	11
2.5.1.	Importancia del humus de lombriz.....	11
2.5.2.	Ventajas del humus de lombriz para el uso agrícola.....	11
2.5.3.	Características del humus de lombriz.....	12
2.5.4.	Composición Química del humus de lombriz.....	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1.	Localización.....	14
3.1.1.	Ubicación Geográfica	14
3.1.2.	Características Edafoclimáticas.....	15
3.1.2.1.	Clima.....	15
3.1.2.2.	Suelo.....	15
3.1.2.3.	Fauna.....	15
3.1.2.4.	Flora.....	15
3.2.	Materiales.....	16

3.2.1.	Material de estudio	16
3.2.2.	Material de escritorio	16
3.2.3.	Material de campo.....	16
3.3.	Metodología.....	16
3.3.1.	Procedimiento experimental.....	16
3.3.1.1.	Muestreo de suelo	16
3.3.1.2.	Preparación del sustrato del almácigo.....	17
3.3.1.3.	Siembra del almacigo	17
3.3.1.4.	Preparación de terreno.....	18
3.3.1.5.	Delimitación del área de estudio	19
3.3.1.6.	Aplicación de humus de lombriz en las unidades experimentales.....	19
3.3.1.7.	Instalación de cintas de goteo para riego	20
3.3.1.8.	Trasplante	20
3.3.2.	Labores culturales	20
3.3.2.1.	Riego	20
3.3.2.2.	Control de Malezas.....	21
3.3.2.3.	Cosecha.....	21
3.3.3.	Diseño experimental.....	22
3.3.4.	Factores de estudio.....	22
3.3.5.	Formulación de tratamientos.....	23
3.3.6.	Variables de respuesta.....	24
3.3.7.	Variables de Respuesta para Comportamiento Agronómico	24
3.3.7.1.	Altura de planta (cm)	24
3.3.7.2.	Diámetro de pella (cm).....	24
3.3.7.3.	Número de hojas por planta.....	25
3.3.8.	Variables de Respuesta para Evaluar Rendimiento	25

3.3.8.1. Peso promedio de pella (g)	25
3.3.8.2. Rendimiento por metro cuadrado (kg/m^2)	26
3.3.9. Análisis económico.....	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1. Temperatura.....	28
4.2. Análisis físico y químico del humus de lombriz.....	29
4.3. Análisis físico y químico del suelo	30
4.4. Análisis químico muestra de agua.....	31
4.5. Variables Agronómicas	31
4.5.1. Altura de planta (cm)	31
4.5.2. Diámetro de pella (cm)	34
4.5.3. Peso promedio de pella (g).....	37
4.5.4. Número de hojas.....	39
4.5.5. Rendimiento por metro cuadrado (kg/m^2).....	42
4.6. Análisis económico	45
5. CONCLUSIONES.....	47
6. RECOMENDACIONES.....	49
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	50
8. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valor nutricional del Pak choi en 100 g	5
Cuadro 2. Composición química del humus de lombriz	13
Cuadro 3. Formulación de tratamientos	23
Cuadro 4. Análisis físico y químico del humus de lombriz.....	29
Cuadro 5. Análisis físico-químico de suelo.....	30
Cuadro 6. Análisis químico muestra de agua	31
Cuadro 7. Análisis de la varianza de la altura de planta de variedades de Pak choi con niveles de humus.....	31
Cuadro 8. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	32
Cuadro 9. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de variedades de Pak choi.....	32
Cuadro 10. Promedios de altura de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	33
Cuadro 11. Análisis de varianza de diámetro de pella de variedades de Pak choi con niveles de humus.....	34
Cuadro 12. Pruebas de medias de Duncan del diámetro de pella de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	35
Cuadro 13. Pruebas de medias de Duncan del diámetro de pella de variedades de Pak choi.....	35
Cuadro 14. Promedios de diámetro de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	36
Cuadro 15. Análisis de varianza de peso promedio de pella de variedades de Pak choi con niveles de humus	37
Cuadro 16. Pruebas de medias de Duncan del peso promedio de pella de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	37

Cuadro 17. Pruebas de medias de Duncan del peso promedio de pella de variedades de Pak choi.....	38
Cuadro 18. Pruebas de medias de Duncan de peso promedio de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus	38
Cuadro 19. Cuadro Análisis de varianza de número de hojas de variedades de Pak choi con niveles de humus.....	40
Cuadro 20. Pruebas de medias de Duncan del número de hojas de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	40
Cuadro 21. Pruebas de medias de Duncan del número de hojas de variedades de Pak choi.....	41
Cuadro 22. Prueba de medias de Duncan de número de hojas de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus	41
Cuadro 23. Análisis de varianza de rendimiento por metro cuadrado	43
de variedades de Pak choi con niveles de humus.....	43
Cuadro 24. Pruebas de medias de Duncan del rendimiento por metro cuadrado de Pak choi con diferentes niveles de humus	43
Cuadro 25. Pruebas de medias de Rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi	44
Cuadro 26. Pruebas de medias de Duncan de Rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus.....	44
Cuadro 27. Costos, Rendimiento, Beneficio y Relación Beneficio/Costo de la producción de Pak choi.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fotografía aérea del área de estudio (Eart, 2024)	14
Figura 2.	Muestreo de suelo en el Centro Experimental de Kallutaca	17
Figura 3.	Preparación del sustrato de almacigo	17
Figura 4.	Siembra del almacigo.....	18
Figura 5.	Preparación del terreno.....	18
Figura 6.	Delimitación del área de estudio.....	19
Figura 7.	Aplicación de humus en las unidades experimentales.....	19
Figura 8.	Instalación del sistema de riego.....	20
Figura 9.	Riego de la parcela de investigación.....	21
Figura 10.	Cosecha del cultivo de Pak choi (<i>Brassica chinensis</i> L.).....	21
Figura 11.	Altura de planta de Pak choi.....	24
Figura 12.	Diámetro de pella de Pak choi	24
Figura 13.	Número de hojas de Pak choi.....	25
Figura 14.	Peso promedio de pella de Pak choi.....	25
Figura 15.	Rendimiento por metro cuadrado de Pak choi.....	26
Figura 16.	Datos registrados de temperatura durante el ensayo (noviembre, 2023- enero, 2024)	28
Figura 17.	Resultados de la Relación Beneficio Costo	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Costo variables de producción carpa solar Kallutaca.....	55
Anexo 2.	Croquis del experimento.....	56
Anexo 3.	Análisis físico-químico de suelo.....	57
Anexo 4.	Análisis físico-químico de agua	58
Anexo 5.	Análisis de humus de lombriz	59
Anexo 6.	Cálculo de nutrientes.....	60

ABREVIATURAS

ANVA	Análisis de varianza
cm	Centímetro
P	Fósforo
CV	Coeficiente de variación
K	Potasio
LAFASA	Laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
ha	Hectárea
UE	Unidad Experimental
Zn	Zinc
N	Nitrógeno
Σ	Sumatoria
mg	miligramos
LCA	Laboratorio de Calidad Ambiental
ppm	Partes por millón

RESUMEN

El trabajo de investigación, se ejecutó en la Estación Experimental de Kallutaca perteneciente a la Universidad Pública de El Alto localizada en la Provincia Los Andes, Segunda Sección del Municipio de Laja, al Oeste del Departamento de La Paz. Situada a 16°31'28" de Latitud Sur, 68° 18' 32" Longitud Oeste y a una altitud de 3901 metros sobre el nivel del mar. Su distancia aproximada a la ciudad de La Paz es 26 km.

El presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar la producción de dos variedades de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) variedad Joi choi y Mei Qing choi con diferentes niveles de humus bajo condiciones atemperadas en la Estación Experimental de Kallutaca. Las dosis de humus que se aplicaron fueron 0 t/ha (testigo), 3 t/ha y 6 t/ha. Las variables de respuesta que se evaluaron fueron: altura de planta, número de hojas, diámetro de pella, peso promedio de pella y rendimiento por metro cuadrado. Las variables de respuesta fueron evaluadas mediante el análisis estadístico establecido. Diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, con seis tratamientos y tres repeticiones.

Los resultados que se han obtenido para las variables de respuesta muestran resultados sobresalientes en la altura de planta donde la variedad Mei Qing choi con 6 t/ha de humus obtuvo una altura de 26,5 cm y la variedad Joi choi con 0 t/ha (testigo) presento una altura de 21,8 cm en promedio, en número de hojas la variedad Joi choi con 6 t/ha registro 15 hojas/planta y la variedad Mei Qing choi con 0 t/ha (testigo) presento 9 hojas/planta, en el diámetro de pella la que sobresalió fue la variedad Joi choi con 6 t/ha tuvo 7,57 cm y la variedad Mei Qing choi con 0 t/ha obtuvo 5,23 cm de diámetro de pella, en el peso promedio de pella de igual manera la variedad Joi choi con 6 t/ha obtuvo 186,3 g y la variedad Mei Qing choi tuvo 121,37 g y por último en la variable de rendimiento la variedad Joi choi con 6 t/ha obtuvo 2,66 kg/m² y la variedad Mei Qing choi con 0 t/ha tuvo un rendimiento de 2,03 kg/m².

Todos los tratamientos presentaron un B/C > 1, lo cual significa que son rentables para la producción del cultivo de Pak choi. En tanto que el tratamiento que brindo mejores resultados en la relación beneficio/costo fue el tratamiento 6 con la variedad Joi choi con una dosis de 6 t/ha de humus que tuvo un B/C de 1,76, es decir que por cada boliviano invertido se recupera el boliviano y se obtiene una ganancia de 76 centavos.

ABSTRACT

The research work was carried out at the Kallutaca Experimental Station belonging to the Public University of El Alto, located in the Province of Los Andes, Second Section of the Municipality of Laja, West of the Department of La Paz. It is located at 16°31'28" South Latitude, 68° 18' 32" West Longitude and at an altitude of 3901 meters above sea level. Its approximate distance to the city of La Paz is 26 km.

The objective of this work was to evaluate the production of two varieties of Pak choi (*Brassica chinensis* L.) Joi choi and Mei Qing choi with different levels of humus under temperate conditions at the Kallutaca Experimental Station. The humus doses applied were 0 t/ha (control), 3 t/ha and 6 t/ha. The response variables evaluated were: plant height, number of leaves, leaf diameter, average leaf weight and yield per square meter. The response variables were evaluated using the established statistical analysis. Randomized block design with split-plot arrangement, with six treatments and three replications.

The best results obtained for the response variables show outstanding results in plant height where the variety Mei Qing choi with 6 t/ha of humus obtained a height of 26.5 cm and the variety Joi choi with 0 t/ha (control) presented a height of 21.8 cm on average, in number of leaves the variety Joi choi with 6 t/ha registered 15 leaves/plant and the variety Mei Qing choi with 0 t/ha (control) presented 9 leaves/plant, in the diameter of the plant, the one that stood out was the variety Joi choi with 6 t/ha had 7.57 cm and the variety Mei Qing choi with 0 t/ha obtained 5.23 cm of diameter of plant, in the average weight of plant, in the same way the variety Joi choi with 6 t/ha obtained 186, 3 g and the variety Mei Qing choi had 121.37 g and finally in the yield variable the variety Joi choi choi with 6 t/ha obtained 2.66 kg/m² and the variety Mei Qing choi with 0 t/ha had a yield of 2.03 kg/m².

All treatments presented a B/C > 1, which means that they are profitable for the production of Pak choi crop. The treatment that provided the best results in the benefit/cost ratio was treatment 6 with the Joi choi variety with a dose of 6 t/ha of humus, which had a B/C of 1.76, i.e. for each Boliviano invested, the Boliviano is recovered and a profit of 76 cents is obtained.

1. INTRODUCCIÓN

Según Pujro citado por Mamani (2015), en Bolivia, en los últimos años las hortalizas han cobrado un auge sorprendente desde el punto de vista de la producción en el aspecto social debido a la gran demanda de mano de obra y a la captación de divisas que generan, sin embargo, si se observa desde la perspectiva de la dieta alimenticia con respecto al consumo de hortalizas es casi insuficiente, debido al desconocimiento de la gran cantidad de hortalizas con propiedades nutritivas y medicinales que se producen en nuestro país.

En el departamento de Cochabamba en la provincia de Quillacollo más de 60 familias pertenecientes a la Asociación de Productores Ecológicos de Quillacollo (APEQ), se dedican a la producción de ecológica, sin pesticidas, químicos ni fertilizantes. Entre las novedades que se producen están el cultivo de Pak choi (una variedad de col china), la espinaca española y el pepino tipo japonés. (Claros, 2022).

Los ambientes protegidos son una alternativa para incrementar las áreas de producción, a fin de cubrir la demanda alimenticia y nutricional de la población que cada día va en aumento. Entre los cultivos que se desarrollan exitosamente en estos ambientes se encuentran las hortalizas de hoja, como ser la lechuga, acelga, repollo, apio y otras plantas (Yampa, 2020).

El Pak choi se conoce como una acelga china, es una hortaliza de hoja, cuya característica especial es su precocidad, acompañada por el hecho que imprime un sabor especial a las comidas cuando se agrega en los guisos, generando un elevado punto de sazón que otras hortalizas no presenta. Estas dos características: su precocidad y el sabor especial que imprime a las comidas, ha hecho que un creciente número de personas este presentando atención detallada en su cultivo, comercialización y aplicación en la cocina (Toro, 2018).

Como todas las coles, el Pak choi es rico en agua fibra y vitaminas, tiene muy pocas calorías y es saciante, pero ligera y fácil de digerir. Aunque es una planta que puedes cultivar y cosechar durante todo el año, como nuestras acelgas, es un cultivo de invierno, que necesita pasar frío, ya que si lo siembras en meses cálidos tenderá a espigarse con facilidad (es decir, a producir el vástago floral) (Cuisitive, 2021).

1.1. Planteamiento del problema

Uno de los principales problemas que se presenta en el sector, es el bajo contenido de materia orgánica, baja fertilidad, pH básicos y alcalinos de sus suelos, lo cual afecta el desarrollo de diferentes cultivos como es el caso del Pak choi y ocasiona su bajo rendimiento. Esto obliga a los productores al uso indiscriminado de fertilizantes sintéticos que degradan los suelos y contaminan el medio ambiente.

Si no buscamos una solución al uso inadecuado de los fertilizantes sintéticos, con el pasar de los años tendremos una baja producción y bajo rendimiento en el cultivo de Pak choi, lo cual afectará a los ingresos económicos de los agricultores.

1.2. Justificación

Mediante la información se realizó la investigación sobre dos variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus bajo condiciones atemperadas en la Estación Experimental de Kallutaca.

En la actualidad los estudios realizados con humus de lombriz aún no han respondido las incógnitas sobre la dosis de aplicación adecuada, por esta razón esta investigación pretende proporcionar más información acerca del uso del humus en la producción hortícola, y específicamente en el cultivo de Pak choi.

El humus de lombriz en la producción de hortalizas en los tiempos actuales se la da un uso de acuerdo a la experiencia del agricultor, debido a la deficiencia de investigaciones sobre la cantidad de humus a aplicarse a los diferentes cultivos.

El cultivo de Pak choi presenta una gran oportunidad para los productores de la región ya que es un cultivo de fácil producción y de ciclo corto. Se considera como una col China, fuente de nutrientes importantes para los consumidores. Por ser de origen oriental, en la región no existe información relevante sobre el manejo agronómico para su producción. Razón por la cual es importante llevar acabo el presente trabajo de investigación, para generar información técnica para los productores que se interesen en el cultivo.

Los abonos orgánicos como es el humus de lombriz, es proveedora de nutrientes asociados a la producción para la agricultura, tales como Nitrógeno, Fosforo, Potasio, que son en mayor o menor grado retenidos por esta, para luego ser liberados al medio.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la producción de dos variedades de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus bajo condiciones atemperadas en la Estación Experimental de Kallutaca.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus.
- Determinar el rendimiento del Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus.
- Analizar la relación beneficio costo de la producción de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus.

1.4. Hipótesis

- La producción de dos variedades de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus bajo condiciones atemperadas en la Estación Experimental de Kallutaca, no tienen diferencias significativas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultivo de Pak choi

2.1.1. Origen del Pak choi

Pak choi es una de las verduras orientales que tiene su origen poco antes del siglo XV en China. A los países occidentales ha llegado hace relativamente poco tiempo, pero ha sido todo un éxito. Tanto es así que se ha consolidado como una verdura que podemos encontrar cada vez en más supermercados (Mama, 2021).

Biondi (2005), indica que el Pak choi es originaria de 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.

2.1.2. Taxonomía

De acuerdo con el USDA (2008) el Pak choi se clasifica de la manera siguiente:

REINO: PLANTAE

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Capprales

Familia: Brassicaceae

Género: Brassica

Especie: Brassica chinensis

Nombre científico: *Brassica chinensis* L.

2.1.3. Características botánicas

Según EcuRed (2008), el Pak choi tiene las siguientes características botánicas:

- Hojas glaucas de color verde claro o verde brillante, peciolo largos que alcanzan aproximadamente 10 a 15 cm; ancho y de color que va de blanco a blanco amarillento.
- El vástago floral alcanza 80 a 120 cm de alto; cilíndrico, liso de color amarillento y ramificado.
- Las flores de esta planta son semejantes a las de las coles, los pétalos son de color amarillento.
- Frutos en silicua dehiscente que termina en un apéndice de forma de pico.
- Las semillas su color varia de violáceo a negro. El peso de mil semillas es de 3,79-3,85 g.

2.1.4. Valor nutricional

Reynoso (2016), menciona que el valor nutricional del Pak choi (cuadro 1), en 100 g de producto fresco es:

Cuadro 1. Valor nutricional del Pak choi en 100 g

Contenido	
Agua (%)	95
Proteína (g)	1,2
Hidratos de carbonos	3
Fibras (g)	0,6
Cenizas (g)	0,7
Calcio (mg)	43
Fosforo (mg)	40
Hierro (mg)	0,6
Sodio (mg)	23
Potasio(mg)	253
Vitamina A (mg)	150
Tiamina (mg)	0,05
Rivoflavina (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,26
Ácido ascórbico (mg)	25

Fuente: Toro (2018)

2.1.5. Propiedades del Pak choi

El Pak choi es un miembro de las coles y ofrece una nutrición 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 (Biondi, 2005).

Según Sobrino citado por Mamani (2015), indican que el consumo de las hojas puede ser como verdura cocida o también crudas en ensalada las hojas más tiernas, incluido, el pecíolo, resultando de gusto fino y agradable.

El mismo autor indica, que es una verdura recomendada para bajar de peso, durante el embarazo (debido a su contenido en folatos) y en casos de diabetes o enfermedades cardiovasculares. Los beneficios de la col china son numerosos, y entre sus principales usos medicinales podemos destacar los siguientes:

- Previene problemas en la vista debido a su alto contenido en vitamina A.
- Ayuda a tratar problemas estomacales y digestivos.
- Es beneficiosa para el sistema cardiovascular y ayuda a bajar los niveles de colesterol y controlar la hipertensión.
- Tiene propiedades antiinflamatorias.
- Está aconsejada en casos de diabetes, ya que ayuda a reducir el índice glucémico de las comidas y facilitar la digestión de azúcares.
- Tiene propiedades diuréticas.

2.2. Requerimiento Edafoclimaticos

2.2.1. 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 m s.n.m. es medianamente resistente a la salinidad (USDA, 2008).

En relación a las necesidades de abonado necesita mucho del nitrógeno por que influye en el crecimiento y desarrollo normal de la planta. También los micro elementos son muy importantes en especial el boro ya que estimula la lignificación de la pared celular. En el cerrado de la pella no debe faltar calcio pues pueden acusar el accidente fisiológico del *Tipburn* (Infoagro, 2003).

2.2.2. Fertilización

Se recomienda la aportación 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 (Yuste, 2007).

2.2.3. Temperatura

Las temperaturas medias de (13 a 21°C), son favorables. Temperaturas superiores a (24 °C) puede causar la quema de hojas, temperaturas prolongadas inferiores a (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 (Yuste, 2007).

2.2.4. Riego

Requiere de abundante cantidad de agua durante todo su cultivo, sin embargo, se debe tener cuidado con los excesos pues pueden ocasionar pudriciones, en especial durante el desarrollo de la cabeza (Ecosiembra, 2016).

2.2.5. Almacigo

Según Reynoso (2016), la siembra se lo realiza de la siguiente manera:

- La siembra de esta hortaliza se realiza en semillero. Las semillas del Pak choi son pequeñas esferas color negro rojizo, con un diámetro de aproximadamente de 2 mm. Es muy importante mantener la humedad del semillero, pero también evitar el exceso de agua. Las plántulas brotarán aproximadamente a los 4-8 días después de la siembra. Antes del trasplante, debe preparar las camas de cultivo, huacales o macetas.

- El sustrato o suelo donde se siembre debe de tener composta y un buen drenaje. La profundidad de siembra es 0,5 cm a 1 cm de profundidad, o tres veces el tamaño de la semilla. El suelo debe estar suelto y tener un buen drenaje, puede utilizarse una mezcla de tierra negra y tierra de hoja. También puede mezclar el suelo con una capa de 5 cm de composta e incorporarla. Los espacios de la planta pueden variar desde 15 cm a 30 cm, dependiendo de la variedad.
- Utilizar el método de siembra cercana o en zigzag para que aproveche mejor el espacio. La profundidad del espacio es de aproximadamente 8 cm a 10 cm. Las plántulas estarán listas para el trasplante cuando comience a brotar el segundo par de hojas verdaderas.

2.2.6. Época de siembra

Según Sobrino citado por Mamani (2015), menciona que las épocas de siembra han de ser ensayadas en cada caso debido a la tendencia que tienden a llegar rápidamente a flor teniendo la seguridad de que alcancen el desarrollo de aprovechamiento antes de la emisión. Han de tener por tanto un crecimiento rápido y no sufrir alteraciones desde el principio de su vegetación incluido el semillero que hade producir plántulas vigorosas. La época clásica de siembra puede ser desde el fin de julio a fin de agosto, siembras tempranas originan un crecimiento irregular desde el trasplante e incluso aparecen podredumbres de cuello, estas variedades pueden sembrarse en primavera o principios de verano aunque se debe usar variedades mejoradas que tengan una subida de flor lenta.

Biondi (2005), señala que las siembras estivales efectuadas en el litoral mediterráneo pueden recolectarse entre mediados de otoño y mediados de invierno, para recolecciones más tardías entre febrero y mayo se hace necesario cultivar total o parcialmente algunas de sus fases bajo protección climática utilizando diversos sistemas de cultivo variando el grado de protección climática en semilleros y en cultivos definitivos (invernadero con calefacción, invernadero sin calefacción, túneles bajos y aire libre), habiéndose conseguido resultados altamente satisfactorios sin necesidad de utilizar regulación climática total en todo el proceso del cultivo. Cosechas más tardías, se hace necesario el cultivo en invernadero o utilizar variedades resistentes utilizando algún sistema de abrigo tal como se ha señalado anteriormente.

2.2.7. Densidad de siembra

Una condición importante para el desarrollo de la cabeza de Pak choi es la buena iluminación de la planta durante todo su crecimiento pues una carencia originada por competencia con otras plantas ubicadas a poca distancia puede inhibir su normal desarrollo (Ecosiembra, 2016).

Un marco de plantación de 0,50 m a 0,60 m x 0,30 m, se adecua muy bien al desarrollo de esta hortaliza (Biondi, 2005).

EcuRed (2008), indica que se trasplanta en filas distanciadas de 40 a 60 cm raleando luego si la planta está bien desarrollada.

2.2.8. Cosecha

El Pak choi tarda entre 45 - 50 días para alcanzar la madurez. Tome en cuenta que si las temperaturas empiezan a subir, las plantas entraran en estado de reproducción para producir semillas. Para la cosecha necesitaremos un cuchillo o tijeras, tomaremos toda la planta y la cortaremos a ras del suelo (Reynoso, 2016).

Biondi (2005), indica que una vez recolectadas las coles chinas se eliminan las hojas exteriores calibrando las piezas recolectadas introduciéndolas en bolsas de polietileno y estas a su vez se disponen verticalmente en cajas que contienen distinto número de unidades.

La conservación se hace a 0,1 °C y 90% a 95% de humedad relativa en cuyas condiciones pueden mantenerse tres a cuatro semanas

2.2.9. Formas de consumo

Según Sobrino citado por Mamani (2015), indican que el consumo de las hojas puede ser como verduras cocidas o también crudas en ensaladas las hojas más tiernas incluidas el peciolo resultando de gusto fino y agradable.

Biondi (2005), menciona que se consumen en estado fresco y ensaladas, así como en guisos, salsas cocidas, etc. En algunos países del extremo oriente es la hortaliza que aporta a las dietas alimenticias una mayor cantidad de vitaminas como ser vitamina A, Tiamina, vitamina E, etc.

2.3. Variedades

2.3.1. 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 se cosecha como Pak choi “bebe”. Es más pequeña que Joi choi, en las preparaciones más elaboradas, solo se utiliza el pequeño corazón (Yuste, 2007).

2.3.2. Joi choi

Este híbrido revolucionó la producción de Pak choi en Norteamérica haciendo de ella un cultivo confiable y fácil de producir. Lenta floración con excelente uniformidad variedad estándar en la industria (Yuste, 2007).

2.4. Abono orgánico

Los abonos orgánicos son sustancias fertilizantes procedentes de residuos humanos, animales o vegetales que aportan a las plantas elementos nutrientes indispensables para su desarrollo mejorando la fertilidad del suelo (Zaráuz, 2013).

Cervantes (2006), indica que el uso de los abonos orgánicos es de vital importancia en la actualidad para tener producciones sanas y de calidad en nuestros huertos hortícolas, frutales, medicinales y forestales, ya que según sus características, mejoran las condiciones del suelo para la buena producción. Dentro de las ventajas que se pueden detallar están: el utilizar los recursos naturales locales y mano de obra propia, lo que reduce el costo de producción de las cosechas; es una alternativa bastante aceptable para la utilización en la producción de buenas cosechas; y ayudan a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, dentro de los cuales podemos mencionar: propiedades físicas: si el suelo es rico en materia orgánica, tendrá buena estructura, es decir, las partículas que lo forman están más unidas entre sí, por lo que es más difícil que sean arrastradas por el agua, esto es muy necesario y útil en suelos con alto porcentaje de suelo arenoso, aunque también podemos mencionar que aumenta el poder de retención de agua del suelo, con lo que disminuye la escorrentía y erosión hídrica. Propiedades químicas: permitirá mantener la fertilidad del campo y la calidad de las cosechas, así podrá liberar y administrar los elementos químicos retenidos o

almacenados, evitando que sean lavados por el agua y en cuanto a las propiedades biológicas: ayuda a enriquecer la vida microbiana del suelo.

2.5. Humus de lombriz

El humus de lombriz en particular, es un fertilizante orgánico y ecológico, resultado de la transformación, por parte de las lombrices rojas de California, del compostaje procedente de estiércol natural ya fermentado varias veces, en humus directo e íntegramente asimilable por las plantas. Se trata de uno de los mejores abonos orgánicos que existen. Tiene un tamaño de partícula muy fino y rico en nutrientes, no tiene malos olores y tampoco excesos de humedad (Quiñones, 2019).

El mismo autor indica, que su elevada solubilización es debido a la composición enzimática y bacteriana, proporciona una rápida asimilación por las raíces de las plantas. Produce un aumento del porte de las plantas, árboles y arbustos y protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante el trasplante de los mismos.

2.5.1. Importancia del humus de lombriz

Según Chaduvi citado por Chinguel (2022), el humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico- químicas del suelo, de su estructura (haciéndola más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro).

2.5.2. Ventajas del humus de lombriz para el uso agrícola

Según Ferruzi citado por Mamani (2015), la acción del humus de lombriz hace posible que los suelos que lo contienen presenten una mejor estructura, debido a que actúa como agente de cementación entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares, que permiten:

- Mejorar el desarrollo radical.
- Mejorar el intercambio gaseoso.
- Activar los microorganismos.
- Aumentar la oxidación de la materia orgánica y por consiguiente, la entrega de nutrientes, en formas químicas que las plantas pueden asimilar.
- Emplear en cualquier dosis, sin quemar o dañar a la planta más delicada, ya que su pH es neutro.
- Dotar de microelementos en proporciones diversas
- Suministrar enzimas, las que continúan desintegrando la materia orgánica, aun después de haber sido expulsada del tracto digestivo de la lombriz dichas enzimas son tipificadas como las proteasas, amilasa, lipasa, celulasa y quitinasa.
- Utilizar como fertilizante foliar, debido a sus componentes nutritivos solubles en agua.

2.5.3. Características del humus de lombriz

Según Comporensé citado por Carranza (2006) las características más importantes son: Ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico - químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro, crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades. Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo, el humus de lombriz evita y combate la clorosis férrica, facilita la eficacia del trabajo mecánico en el campo, aumenta la resistencia a las heladas y favorece la formación de micorrizas, presenta una actividad residual en el suelo hasta cinco años.

2.5.4. Composición Química del humus de lombriz

Cuadro 2. Composición química del humus de lombriz

Humedad	30 - 60 %
pH	6,8 - 7,2
Nitrógeno	1 - 2,6 %
Fosforo	2 - 8 %
Potasio	1 - 2,5 %
Calcio	2 - 8 %
Magnesio	1 - 2,5 %
Materia orgánica	30 - 70 %
Carbono orgánico	14 - 30 %
Ácido fulvónicos	14 - 30 %
Ácidos húmicos	2,8 - 5,8
Sodio	0,02 %
Cobre	0,05 %
Hierro	0,02%
Manganeso	0,006 %
Relación C/N	10 - 11 %

Fuente: Barbado (2004)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

3.1.1. Ubicación Geográfica

El presente trabajo se realizó en el departamento de La Paz, en los predios del Centro Experimental de Kallutaca, situada al Oeste de la ciudad de El Alto, en el municipio de Laja, provincia Los Andes. Geográficamente se sitúa a 16° 31' 28" Latitud Sud, 68° 18' 32" Longitud Oeste y a una altitud de 3901 m s.n.m. El Centro Experimental se encuentra asentado junto a la carretera La Paz - Desaguadero, la misma se halla asfaltada y es transitable durante todo el transcurso del año. Su distancia aproximada a la ciudad de La Paz es de 26 km (Guarachi, 2013).

El área específica del presente trabajo de investigación geográficamente se sitúa a 16° 31' 27.1" Latitud Sud, 68° 18' 27.8" Longitud Oeste (Eart, 2024)



Figura 1. Fotografía aérea del área de estudio (Eart, 2024)

3.1.2. Características Edafoclimáticas

3.1.2.1. Clima

En el Centro Experimental de Kallutaca se presentan las siguientes características climáticas: la temperatura promedio es de 6.8 °C con una mínima extrema de -4,8 °C y una máxima extrema de 18,3 °C, la velocidad del viento es de 9,6 km/hr con una precipitación anual de 613,1 mm (Guarachi, 2013).

3.1.2.2. Suelo

Los suelos del predio difieren según la composición florística del lugar la mayor parte del suelo es de textura Arcillo limoso. Las cuales se utilizan para diferentes tipos de cultivo ya sea anuales, bienales y perennes (Guarachi, 2013).

3.1.2.3. Fauna

La composición de la fauna en este predio está compuesta generalmente por animales monogástricos y rumiantes en proporciones mínimas. Esto por la escasa alimentación que se produce en estos lugares ya sea forrajes y algunas resiembras que se hace en los pastizales del lugar (Guarachi, 2013).

3.1.2.4. Flora

La vegetación del lugar se caracteriza por presentar comunidades vegetales nativas y cultivadas aptas para el consumo de los animales ya sea mono y poligástricos. Entre las especies de mayor presencia podemos citar los siguientes: Chilliguas gramadales conformados por: Chilligua (*Festuca dolichophylla*), Festuca alta (*Festuca arundinacea*), Layu Layu (*Trifolium amabile*), (*Erodium cicutarium*) Reloj reloj, (*Lepidium bipinnatifidum*) Janu kara, (*Capsella bursapastoris*) Bolsa de pastor, (*Bromus inermis*) Cebadilla, (*Brassica rapa*) Mostaza, (*Setaria verticilla*) Cola de zorro, (*Pennisetum clandestinum*) Chiji y (*Bidens andicola*) Muni muni.; Pasturas conformados por: Alfalfa (*Medicago sativa*), Pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), Pasto llorón (*Eragrostis curvula*); también especies cultivadas como la Avena (*Avena sativa*), Cebada (*Hordium sativum*), Triticale (*X. Triticosecale*), etc (Guarachi, 2013).

3.2. Materiales

3.2.1. Material de estudio

En el presente trabajo de investigación se utilizó dos variedades de semilla de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) que serán Mei Qing choi y Joi choi. Así mismo se utilizó humus de lombriz.

3.2.2. Material de escritorio

Se utilizó tarjeta SD, computadora portátil, cámara fotográfica, hoja bond tamaño carta, bolígrafos, tablero.

3.2.3. Material de campo

Los materiales que se utilizaron fueron cinta métrica, motocultor, guantes, carretilla, marbetes, pala, azadón, flexómetro, manguera, rastrillo, fumigadora, yutes, baldes, pico, estacas de madera, letreros, vernier, regla de 50 cm, balanza de precisión, títulos.

3.3. Metodología

3.3.1. Procedimiento experimental

3.3.1.1. Muestreo de suelo

El muestreo se realizó por el método de zig zag obteniendo 6 submuestras a 20 centímetros de profundidad, las cuales fueron mezcladas y cuarteadas homogéneamente hasta obtener una muestra compuesta de 1 kilogramo de suelo, que posterior a ello fue depositado en una bolsa de plástico, luego secado a temperatura de ambiente finalmente fue llevado a laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas (LAFASA) (Figura 2)



Figura 2. Muestreo de suelo en el Centro Experimental de Kallutaca

3.3.1.2. Preparación del sustrato del almácigo

Para el sustrato se utilizó tierra procedente del lugar de estudio, arena, turba, y estiércol bovino en una proporción de 2-2-1-1, luego se procedió a la desinfección del sustrato con agua hervida (Figura 3).



Figura 3. Preparación del sustrato de almácigo

3.3.1.3. Siembra del almácigo

Se realizó la siembra del almácigo por el método de surcos, luego las semillas fueron tapadas con tierra fina, tres veces su diámetro, posteriormente se les tapó con paja.

Una vez que las semillas emergieron se regó manualmente con regadera, para que la planta no esté en estrés hídrico. Los plantines permanecieron en un espacio de tiempo determinado del semillero hasta que tuvo hojas verdaderas y luego se procedió al trasplante (Figura 4).



Figura 4. Siembra del almacigo

3.3.1.4. Preparación de terreno

La preparación de terreno se lo realizó con la ayuda de un motocultor en la carpa solar, posterior a ello la delimitación de cada una de las unidades experimentales, se realizó con una cinta métrica y finalmente la nivelación se hizo manualmente con la ayuda de un rastrillo con el fin de uniformizar el área experimental (Figura 5)



Figura 5. Preparación del terreno

3.3.1.5. Delimitación del área de estudio

Se realizó posterior a la preparación de terreno, con ayuda de una cinta métrica, se midió la parcela con las dimensiones de largo 9 m y ancho 5 m con un total de 45 m² establecidas en el croquis experimental, demarcando cada unidad experimental con ayuda de estacas de madera (Figura 6).



Figura 6. Delimitación del área de estudio

3.3.1.6. Aplicación de humus de lombriz en las unidades experimentales

La aplicación de humus de lombriz se realizó en cada unidad experimental con tres niveles de humus de lombriz, beneficiando equitativamente a cada unidad experimental. Los niveles de aplicación fueron: 0 t/ha (testigo), 3 t/ha y 6 t/ha (Figura 7).



Figura 7. Aplicación de humus en las unidades experimentales

3.3.1.7. Instalación de cintas de goteo para riego

La instalación se realizó mediante cintas de goteo, el cual tuvo una distancia de 50 cm. entre cinta y 30 cm entre emisores (Figura 8).



Figura 8. Instalación del sistema de riego

3.3.1.8. Trasplante

El trasplante se lo realizó en horas de la tarde una vez que alcanzaron un tamaño aproximado de 10 a 15 cm de alto con hojas verdaderas. Se humedeció el terreno uniformizando, posteriormente se realizó la apertura de los hoyos con la ayuda de un repicador.

3.3.2. Labores culturales

3.3.2.1. Riego

En cuanto al riego del cultivo de Pak choi, se utilizó el sistema de riego por cintas de goteo por un periodo de tiempo de 15 minutos, mismas que fueron distribuidas de manera uniforme por todo el área de estudio, con una frecuencia de tres veces por semana, dado que esta cantidad resulto suficiente para evitar posibles encharcamientos en las unidades experimentales (Figura 9).



Figura 9. Riego de la parcela de investigación.

3.3.2.2. Control de Malezas

El control de malezas se realizó de forma manual, el cual consistió en eliminar las malas hierbas, con el propósito de que la parcela se mantenga limpia, así mismo para evitar la proliferación de las diferentes enfermedades que atacan al cultivo de Pak choi, esta actividad se realizó dos veces al mes durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

3.3.2.3. Cosecha

La cosecha se realizó a los 45 días después de la siembra, de forma manual, tomando los datos correspondientes de los tratamientos, se registraron con lápiz, cuaderno y un tablero (Figura 10).



Figura 10. Cosecha del cultivo de Pak choi (*Brassica chinensis* L.)

3.3.3. Diseño experimental

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el Diseño Experimental de Bloques al azar con arreglo en Parcelas Divididas (con tres bloques), donde la parcela principal está representada por los niveles d humus (Factor A) con tres niveles y la subparcela por las variedades (Factor B) con dos variedades haciendo un total de seis tratamientos. Teniendo el siguiente modelo aditivo lineal (Ochoa, 2013).

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera de la variable de respuesta

μ = media poblacional.

β_k = efecto del k - esimo bloque.

α_i = Efecto del i - ésimo nivel del factor A (niveles de humus)

ε_{ik} = Error experimental de la parcela mayor (Ea).

τ_j = Efecto del j - ésimo nivel del factor B (variedades)

$(\alpha\tau)_{ij}$ = Efecto del i - ésimo nivel del factor A (niveles de humus) con el j - esimo nivel del factor B (variedades)

ε_{ijk} = Error experimental (Error de la subparcela)

3.3.4. Factores de estudio

Los factores de estudio fueron:

FACTOR (A) Niveles de humus

a1 = 0 t/ha Testigo (sin abono)

a2 = 3 t/ha humus de lombriz

a3 = 6 t/ha humus de lombriz

FACTOR (B) Variedades de Pak choi

b1 = Variedad Mei Qing choi

b2 = Variedad Joi choi

3.3.5. Formulación de tratamientos

Se formularon los siguientes tratamientos que se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Formulación de tratamientos

Tratamiento	Niveles de humus t/ha (A)	Variedad (B)	Combinación
T1	0	Variedad Mei Qing choi	a1b1
T2	0	Variedad Joi choi	a1b2
T3	3	Variedad Mei Qing choi	a2b1
T4	3	Variedad Joi choi	a2b2
T5	6	Variedad Mei Qing choi	a3b1
T6	6	Variedad Joi choi	a3b2

Características de las unidades experimentales

Largo: 1,5 m

Ancho: 1,5 m

Área subparcela: 2,25 m²

Área bloque: 13,5 m²

Distancia entre surcos: 0,50 m

Distancia entre planta: 0,30 m

Número de plantas por m²: 14 plantas

Número de plantas por subparcela: 30 unidades experimentales

Total de plantas: 432 plantas

3.3.6. Variables de respuesta

3.3.7. Variables de Respuesta para Comportamiento Agronómico

3.3.7.1. Altura de planta (cm)

Se tomaron 6 plantas al azar por cada unidad experimental, la medición se realizó con la ayuda de un flexómetro expresado en cm midiendo desde la parte basal hasta su ápice durante su ciclo vegetativo (Figura 11).



Figura 11. Altura de planta de Pak choi

3.3.7.2. Diámetro de pella (cm)

El diámetro de pella se midió desde la parte más compacta de la pella con la ayuda de un calibrador vernier manual todos estos datos fueron obtenidos de muestras elegidas al azar y están expresados en cm (Figura 12).



Figura 12. Diámetro de pella de Pak choi

3.3.7.3. Número de hojas por planta

En este proceso se realizó el conteo total de las hojas de cada Pak choi en cada unidad experimental expresados los resultados en número promedios de hojas/planta (Figura 13).



Figura 13. Número de hojas de Pak choi

3.3.8. Variables de Respuesta para Evaluar Rendimiento

3.3.8.1. Peso promedio de pella (g)

Se pesó la pella de cada Pak choi después de la cosecha con la ayuda de una balanza analítica expresados en gramos. (Figura 14).



Figura 14. Peso promedio de pella de Pak choi

3.3.8.2. Rendimiento por metro cuadrado (kg/m²)

Se pesó el total de los Pak choi después de la cosecha con la ayuda de una balanza analítica expresados en kg/m² (Figura 15).



Figura 15. Rendimiento por metro cuadrado de Pak choi

3.3.9. Análisis económico

Para el análisis económico se considerara la relación beneficio costo, que está dado por la siguiente relación (Glenn, 2000).

– Ingreso Bruto

$$IB = R \times P$$

Donde: IB = Ingreso bruto

R = Rendimiento

P = Precio

- Ingreso neto o utilidad del cultivo

$$IN = IB - C$$

Donde: IN = Ingreso neto

IB = Ingreso bruto

C = costo de producción

- Relación beneficio/costo

$$B/C$$

Donde: B = Beneficio

C = Costo

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Temperatura

En el presente estudio se registraron las temperaturas máximas y mínimas, desde el trasplante hasta la cosecha del cultivo. Estos datos fueron medidos con un termómetro, situando el mismo en el centro del invernadero, registrando los datos cada mañana, medio día y por la tarde, respectivamente.

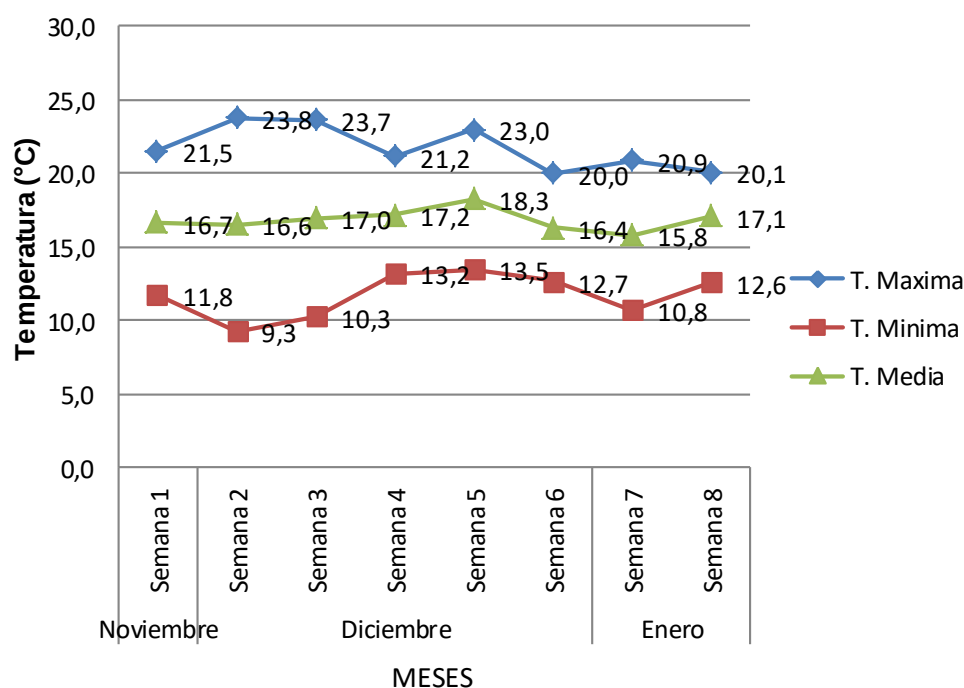


Figura 16. Datos registrados de temperatura durante el ensayo (noviembre, 2023-enero, 2024)

Los datos registrados en la Figura 16, detalla el comportamiento de la temperatura en el periodo de investigación. La mínima extrema registrada fue de 9,3 °C, la máxima extrema de 23,8 °C, y la media general 16,9 °C: por lo tanto las temperaturas encontradas en el presente estudio fueron favorables para el desarrollo del cultivo de Pak choi ya que la temperatura mínima, media y máxima estuvieron dentro del rango permitido. Al respecto Yuste (2007), indica que las temperaturas medias de (13 a 21 °C), son favorables. Temperaturas superiores a (24 °C) puede causar la quema de hojas.

4.2. Análisis físico y químico del humus de lombriz

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio (Cuadro 4) se deduce al siguiente análisis:

Cuadro 4. Análisis físico y quíco del humus de lombriz

Parámetro	Unidades	Resultados
pH		7,6
Conductividad	μS/cm	1,0
Fosforo total	mg/kg	0,40
Materia	%	5,0
Nitrógeno total	%	0,0030
Potasio total	mg/kg	8,0

Fuente:(LCA, 2023)

El cuadro 4, muestra que el humus tiene un pH de 7,6, la conductividad eléctrica con 1,0 μS/cm, el fosforo total de 0,40 mg/kg, la materia orgánica con 5%, el nitrógeno total es de 0,0030 % y el potasio total de 8,0 mg/kg.

En el análisis físico y químico del humus de lombriz se observa que existen altas cantidades de aportación de macro nutrientes lo cual favorece al desarrollo del cultivo de Pak choi. Al respecto Maroto (1995), señala que el cultivo de Pak choi posee exigencias parecidas a la del resto de las coles, se adaptan bien a terrenos ricos en textura media y arcillosa. Que retengan bien la humedad, pero sin presentar problemas de encharcamiento, no convienen suelos ácidos, es una hortaliza considerada como medianamente resistente a la salinidad; habiéndose constado una adaptación excelente en suelos orgánicos.

4.3. Análisis físico y químico del suelo

El análisis de suelo realizado para el presente estudio, se anota en el siguiente Cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis físico - químico de suelo

Parámetro	Unidades	Resultados
Densidad Aparente	g/cm ³	1,053
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	4,35
Potasio intercambiable	Meq/100Gs.	2,774
Nitrógeno total	%	0,48
Materia orgánica	%	7,70
Fosforo disponible	ppm	88,40
Textura		
Arena	%	21
Limo	%	45
Arcilla	%	34
Clase textural	-	franco arcilloso

Fuente:(LAFASA, 2023)

Como se puede observar en el Cuadro 3, muestra que este suelo tiene una densidad Aparente de 1,053 g/cm³, la conductividad eléctrica es de 4,35 Mmhos/cm, el potasio intercambiable de 2,774 Meq/100Gs, el nitrógeno total de 0,48 %, la materia orgánica es de 7,70 %, fosforo disponible de 88,40 ppm, textura franco arcilloso con predominancia de limo 45 %, seguido de arcilla 34 % y arena 21 %. Según los resultados obtenidos se puede apreciar que el suelo posee altas cantidades de nutrientes lo cual es muy favorable para el cultivo de Pak choi. Al respecto Bollo (2001) indica que con una materia orgánica de 2,03 %, se puede clasificar según el estatus de fertilidad, como una clase media lo cual es bueno para desarrollo del cultivo. Asi mismo Peña *et al.* (2002), explican que la materia orgánica actúa como un “amortiguador” regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de las plantas, en suelos ácidos, impide la fijación del fósforo y neutraliza el efecto tóxico del aluminio.

El contenido de nitrógeno total fue 0,48 %, calificado como normal esto a partir de los rangos para la interpretación del contenido de nitrógeno en el suelo por (Arévalo y castellano 2009).

4.4. Análisis químico muestra de agua

De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio (Cuadro 6) se deduce al siguiente análisis:

Cuadro 6. Análisis químico muestra de agua

Parámetros	Unidades	Resultados
pH	-	7.38
Conductividad eléctrica	mmhos/cm	0.02

Fuente: (LAFASA, 2023)

Según los resultados obtenidos del análisis químico de agua en el (Cuadro 6) se puede observar que posee un pH de 7,38 lo cual resulta favorable para el crecimiento del cultivo de Pak choi, así mismo posee una Conductividad eléctrica de 0,02 mmhos/cm lo cual es calificado como normal.

4.5. Variables Agronómicas

4.5.1. Altura de planta (cm)

Los resultados obtenidos en el análisis de la varianza de la evaluación de la altura de planta se muestran en el siguiente Cuadro:

Cuadro 7. Análisis de la varianza de la altura de planta de variedades de Pak choi con niveles de humus

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	0,04	2	0,02	0,04	0,9577 NS
NIVELES	56,52	2	28,26	57	0,0011 **
BLOQUE*NIVELES	1,98	4	0,5		
VARIEDAD	2,64	1	2,64	9,41	0,022 *
NIVELES*VARIEDAD	0,08	2	0,04	0,15	0,8653 NS
Error	1,69	6	0,28		
Total	62,97	17			
CV (%)	2,16				

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

El análisis de la varianza de la evaluación de la altura de planta de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 7), se aprecia que no se tuvieron diferencias estadísticas entre bloques ($p >, 05$), en tanto que entre niveles se tuvieron diferencias altamente significativas en la altura de planta de Pak choi ($p <, 01$), para el factor variedad se tuvieron diferencias significativas ($p <, 05$), para la interacción niveles*variedad no se tuvieron diferencias estadísticas ($p >, 05$), teniendo un coeficiente de variación de 2,16 % debajo de los 30 % por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables

Cuadro 8. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	ALTURA DE PLANTA (cm)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	26,12	A
3 t/ha	25,53	A
0 t/ha	22,1	B

De acuerdo a la prueba de comparación múltiple de Duncan de la altura de planta del Pak choi (cuadro 8), con diferentes niveles de humus, nos presenta dos grupos “A y B” significativamente diferentes donde el grupo “A” conformado por los niveles de 6 t/ha y 3 t/ha de humus, que presentaron los promedios sobresalientes de altura de planta de Pak choi con (26,12 cm) y (25,53 cm), significativamente diferente al grupo “B” conformado por los niveles 0 t/ha (21,1 cm) siendo los menores promedios de altura de planta del Pak choi.

Cuadro 9. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de variedades de Pak choi

VARIEDAD	ALTURA DE PLANTA (cm)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
Mei Qing choi	24,97	A
Joi choi	24,2	B

En la prueba de medias de la altura de planta del Pak choi (cuadro 9), se observa dos grupos “A y B” significativamente diferentes, donde el grupo “A” con la variedad Mei Qing choi registro la mayor media de altura de planta (24,97 cm) significativamente diferente a la media registrada por la variedad Joi choi (24,2 cm).

Cuadro 10. Promedios de altura de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	VARIEDAD	ALTURA DE PLANTA (cm)
6 t/ha	Mei Qing choi	26,5
3 t/ha	Mei Qing choi	26
3 t/ha	Joi choi	25,73
6 t/ha	Joi choi	25,07
0 t/ha	Mei Qing choi	22,4
0 t/ha	Joi choi	21,8

Los promedios de la altura de planta de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 10), nos muestra que el tratamiento 5 con una dosis de 6 t/ha de humus obtuvo mayores promedios de altura de planta, siendo más alto valor registrado la variedad Mei Qing choi (26,5 cm); en tanto que el tratamiento 2 con una dosis de 0 t/ha obtuvo menores promedios con las dos variedades de Pak choi, siendo que con la variedad Joi choi (21,8 cm), registra el valor medio más bajo.

La altura de planta es un parámetro importante ya que es un indicador de velocidad de crecimiento, los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una altura promedio de 26,5 cm. En tal sentido Dixon (2013), reporto alturas de 22,65 cm en la Esperanza y 12,08 cm en hierba buena siendo estos resultados menores a los resultados obtenidos. Estas variaciones de altura, pueden ser atribuidas a la presencia de nutrientes concentrados que posee el humus de lombriz como ser el Nitrógeno ya que es responsable de la transferencia y síntesis de energía. El Nitrógeno con el Magnesio forman parte de la clorofila, por lo tanto, son responsables del color verde de las hojas y del crecimiento de la planta. Así mismo el humus de lombriz es considerado un fertilizante orgánico que resulta del proceso de digestión y transformación que realizan las lombrices, este sustrato se prefiere porque se ha visto que sirve de sostén a la planta, permite el intercambio de aire, facilita la absorción de agua por las raíces y el drenaje, favorece la

nutrición y en consecuencia, el crecimiento de la planta, por estas razones fue que se escogió el humus de lombriz como sustrato para este experimento. Al respecto Brechelt (2004), afirma que el humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos, porque posee un alto contenido en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, elementos esenciales para el desarrollo de las plantas.

4.5.2. Diámetro de pella (cm)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza del diámetro de pella se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 11. Análisis de varianza de diámetro de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	0,09	2	0,04	0,2	0,8266 NS
NIVELES	13,4	2	6,7	30,5	0,0038 **
BLOQUE*NIVELES	0,88	4	0,22		
VARIEDAD	0,32	1	0,32	22,15	0,0033 **
NIVELES*VARIEDAD	3,30E-03	2	1,70E-03	0,12	0,893 NS
Error	0,09	6	0,01		
Total	14,78	17			
CV (%)	1,85				

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

El análisis de varianza del diámetro de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 11), nos indica que entre bloques no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), mientras que entre niveles se tuvieron diferencias altamente significativas en el diámetro de pella de Pak choi ($p < 0,01$), para el factor variedad las diferencias encontradas fueron altamente significativas ($p < 0,01$), para la interacción humus*variedad no se tuvieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), Teniendo un coeficiente de variación de 1,85 % debajo de 30%, indicando que los datos obtenidos son confiables.

Cuadro 12. Pruebas de medias de Duncan del diámetro de pella de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	DIAMETRO DE PELLA (cm)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	7,45	A
3 t/ha	6,72	B
0 t/ha	5,37	C

Mediante la prueba de medias de Duncan del diámetro de pella del Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 12), nos muestra tres grupos completamente diferentes, el primer grupo conformado con un nivel de 6 t/ha con un promedio de (7,45 cm) fue el que alcanzo el mayor promedio de diámetro de pella, significativamente diferente a la media registrada por el segundo grupo; conformado por los niveles de 3 t/ha con un promedio de diámetro de (6,72) mientras que el tercer grupo conformado por los niveles 0 t/ha (5,37) obtuvo los promedios más bajos de diámetro de pella del Pak choi.

Cuadro 13. Pruebas de medias de Duncan del diametro de pella de variedades de Pak choi

VARIEDAD	DIAMETRO DE PELLA (cm)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
Joi choi	6,64	A
Mei Qing choi	6,38	B

La prueba de medias del diámetro de pella de variedades de Pak choi (cuadro 13), nos indica que existen dos grupos “A y B” significativamente diferentes, en el grupo “A” tenemos a la variedad Joi choi la cual presento el mejor promedio de diámetro de pella (6,64 cm) mientras que el grupo “B” con la variedad Mei Qing choi registro la media más baja de diámetro de pella (6,38 cm).

Cuadro 14. Promedios de diámetro de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	VARIEDAD	DIAMETRO DE PELLA (cm)
6 t/ha	Joi choi	7,57
6 t/ha	Mei Qing choi	7,33
3 t/ha	Joi choi	6,87
3 t/ha	Mei Qing choi	6,57
0 t/ha	Joi choi	5,5
0 t/ha	Mei Qing choi	5,23

Según los promedios de diámetro de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 14), se observa que el tratamiento 6 con un nivel de 6 t/ha con la variedad Joi choi logro alcanzar los mayores promedios de diametro de pella de Pak choi (7,57 cm); mientras que el tratamiento 1 con un nivel de 0 t/ha con la variedad Mei Qing choi (5,23 cm) obtuvo los menores promedios de diámetro de pella de Pak choi.

El diámetro de Pella es un indicador de la calidad del cultivo de Pak choi. Los resultados obtenidos nos muestran que la variedad Joi choi fue quien llego a obtener mejores promedios de diámetro de pella en comparación con la variedad Mei Qing choi, esto significa que influye mucho la elección de la variedad adecuada en cuanto al diámetro y la forma de la pella del Pak choi. Estos resultados obtenidos se debe a que al incorporar el humus de lombriz en el suelo proporciona un entorno más nutritivo y saludable para el cultivo, lo cual se traduce en un crecimiento mejorado de la planta y un mayor diámetro de pella. En tal sentido Figueroa (1994) nos indica que, el efecto de las propiedades físicas, químicas, y biológicas del humus de lombriz, respecto a los niveles de humus aplicado por tratamiento, son favorecidas con adecuada textura, capacidad retentiva de humedad, alto contenido de materia orgánica, pH neutro, adecuados niveles de macro y micronutrientes, así como de abundantes microorganismos cuya actividad en el sustrato permite a la planta disponer continuamente de elementos esenciales en el diámetro, además de las condiciones medioambientales existentes (radiación solar, temperatura, humedad, etc.).

4.5.3. Peso promedio de pella (g)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de peso promedio de pella se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 15. Análisis de varianza de peso promedio de pella de variedades de Pak choi con niveles de humus

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	184,94	2	92,47	0,73	0,5368 NS
NIVELES	11121,74	2	5560,87	43,88	0,0019 **
BLOQUE*NIVELES	506,91	4	126,73		
VARIEDAD	64,98	1	64,98	76,8	0,0001 **
NIVELES*VARIEDAD	12,41	2	6,21	7,34	0,0245 NS
Error	5,08	6	0,85		
Total	11896,06	17			
CV (%)	0,6				

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

En el análisis de varianza del peso promedio de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 15), no se obtuvo diferencias estadísticas entre bloques ($p > 0,05$), en cambio que entre niveles de humus se tuvieron diferencias altamente significativas en el peso promedio de pella ($p < 0,01$), para el factor variedad las diferencias presentadas fueron altamente significativas ($p < 0,01$), para la interacción niveles de humus*variedad no se tuvieron diferencias estadísticas ($p > 0,05$), nuestro coeficiente de variación es de 0,6 % lo cual indica que nuestros datos son confiables.

Cuadro 16. Pruebas de medias de Duncan del peso promedio de pella de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	PESO PROMEDIO DE PELLA (g)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	183,27	A
3 t/ha	150,63	B
0 t/ha	122,42	C

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del peso promedio de pella del Pak choi (cuadro 16), con diferentes niveles de humus, nos presenta tres grupos “A” “B” y “C” significativamente diferentes donde el grupo “A” con un nivel de 6 t/ha obtuvo el mayor promedio de peso promedio de pella (183,27 g), seguidamente por el grupo “B” con un nivel de 3 t/ha con un promedio de peso de (150,63 g) en tanto que el grupo “C” con un nivel de 0 t/ha (122,43 g) obtuvo el promedio más bajo.

Cuadro 17. Pruebas de medias de Duncan del peso promedio de pella de variedades de Pak choi

VARIEDAD	PESO PROMEDIO DE PELLA (g)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
Joi choi	154,01	A
Mei Qing choi	150,21	B

En la prueba de medias del peso promedio de pella del Pak choi (cuadro 17), se puede ver que la existencia de dos grupos “A” y “B” significativamente diferentes, en el cual el grupo “A” con la variedad Joi choi fue la que alcanzo el mayor peso promedio de pella (154,01 g) mientras que el grupo “B” con la variedad Mei Qing choi registro la media más baja.

Cuadro 18. Pruebas de medias de Duncan de peso promedio de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	VARIEDAD	PESO PROMEDIO DE PELLA (g)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	Joi choi	186,3	A
6 t/ha	Mei Qing choi	180,23	B
3 t/ha	Joi choi	152,23	C
3 t/ha	Mei Qing choi	149,03	D
0 t/ha	Joi choi	123,5	E
0 t/ha	Mei Qing choi	121,37	F

En la prueba de medias de Duncan del peso promedio de pella de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 18) nos muestra que existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos donde el tratamiento 6 con un nivel de 6 t/ha obtuvo mayores promedios de peso promedio de pella, siendo más alto valor registrado la variedad Joi choi (186,3 g); en tanto que el tratamiento 1 con un nivel de 0 t/ha obtuvo menores promedios, siendo que con la variedad Mei Qing choi (121,37 g) registra el valor medio más bajo.

El peso promedio de pella es uno de los indicadores más importantes en la producción de Pak choi, ya que es quien nos indica la calidad de la producción del cultivo. En este parámetro evaluado podemos observar que los tratamientos con mayor dosis de humus, han obtenido el mejor peso comparándolo con el testigo, de esta manera nos afirma el efecto positivo del humus en los suelos con poca materia orgánica. Esto se debe a que con la incorporación del humus de lombriz en el manejo del suelo y la nutrición de cultivos contribuye significativamente a mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas incrementando el peso promedio de pella. Así mismo Mamani (2013), afirma que el aumento del peso del fruto es porque el humus contribuye a solubilizar los nutrientes para una asimilación más efectiva por la planta, por lo cual las soluciones húmicas son fuente potenciales para mejorar la nutrición de la planta. En tal sentido Guardiola y Amparo (2005), menciona que normalmente el agua representa más del 70% del peso fresco de los tejidos vegetales y valores superiores al 90% son frecuentes en órganos de crecimiento como son las hojas, frutos y ápices caular y radicular.

4.5.4. Número de hojas

A continuación se presentan, los resultados obtenidos en el análisis de varianza de número de hojas (Cuadro 19).

Cuadro 19. Cuadro Análisis de varianza de número de hojas de variedades de Pak choi con niveles de humus

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	2,12	2	1,06	14,81	0,0141 *
NIVELES	66,19	2	33,10	461,79	0,0001 **
BLOQUE*NIVELES	0,29	4	0,07		
VARIEDAD	4,21	1	4,21	64,69	0,0002 **
NIVELES*VARIEDAD	1,03	2	0,52	7,92	0,0207 *
Error	3,6	6	0,6		
Total	78,6	17			
CV (%)	2,03				

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

El análisis de varianza del número de hojas de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 19), nos indica que existen diferencias altamente significativas entre bloques ($p < 0,01$), así mismo nos muestra que entre niveles de humus se tuvieron diferencias altamente significativas en el número de hojas de Pak choi ($p < 0,01$), para el factor variedad las diferencias encontradas fueron altamente significativas ($p < 0,01$), para la interacción niveles de humus*variedad se tuvieron diferencia altamente significativas ($p > 0,05$), Teniendo un coeficiente de variación de 2,03 % debajo de 30%, por lo que podemos señalar que nuestros datos son confiables.

Cuadro 20. Pruebas de medias de Duncan del número de hojas de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	NUMERO DE HOJAS	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	15	A
3 t/ha	13	B
0 t/ha	10	C

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del número de hojas de Pak choi (cuadro 20), con diferentes niveles de humus, se observa que existen tres grupos (A, B y C) significativamente diferentes, donde el grupo “A” compuesto por un nivel de 6 t/ha obtuvo el mayor promedio de número de hojas (15 hojas/planta) posteriormente tenemos Al grupo “B” conformado por los niveles de 3 t/ha con un promedio de (13 hojas/planta) en tanto que el grupo “C” conformado por los niveles 0 t/ha logro obtener un promedio de (10 hojas/planta) el cual resulto ser el promedio más bajo.

Cuadro 21. Pruebas de medias de Duncan del número de hojas de variedades de Pak choi

VARIEDAD	NUMERO DE HOJAS	Duncan ($\alpha=0,05$)*
Joi choi	13	A
Mei Qing choi	12	B

De acuerdo a la prueba de medias del número de hojas de Pak choi (cuadro 21), se puede observar que entre las dos variedades si existen diferencias estadísticas significativas. Siendo que con la variedad Joi choi se obtuvo la mejor media de número de hojas (13 hojas/planta) en tanto que con la variedad Mei Qing choi (12 hojas/planta) alcanzo el promedio más bajo.

Cuadro 22. Prueba de medias de Duncan de número de hojas de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	VARIEDAD	NUMERO DE HOJAS	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	Joi choi	15	A
6 t/ha	Mei Qing choi	14	A
3 t/ha	Joi choi	13	B
3 t/ha	Mei Qing choi	12	C
0 t/ha	Joi choi	10	D
0 t/ha	Mei Qing choi	9	E

Mediante la prueba de medias de Duncan de número de hojas de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 22) nos enseña que hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos en el cual el tratamiento 6 con una dosis de 6 t/ha alcanzo mejores promedios de número de hojas en las dos variedades de Pak choi, siendo más alto valor registrado la variedad Joi choi (15 hojas/planta); mientras que el tratamiento 1 con un nivel de 0 t/ha logro menores promedios, siendo que con la variedad Mei Qing choi (9 hojas/planta) obtuvo el menor promedio de número de hojas.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una cantidad promedio de 13 hojas. Al respecto Gonzales (2018) reporto una cantidad de 9 hojas en la variedad hibrido White Sun siendo este menor a los resultados obtenidos. La variabilidad de estos resultados se debe a que al utilizar humus de lombriz en el cultivo de Pak choi resulta en un aumento significativo en el número de hojas debido a la mejora en la disponibilidad de nutrientes, la estructura y retención de agua en el suelo, la estimulación de la actividad microbiana y la producción de hormonas vegetales. Asi mismo Bautista (2018), menciona que la tasa de crecimiento de las hojas depende de la continua e irreversible expansión de células meristemáticos. 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. Por otra parte Escobar (2013), menciona que es conocido que el alto contenido de ácidos fúlvicos y húmicos aumenta la reabsorción de los minerales lo cual favorece el crecimiento de las hojas.

4.5.5. Rendimiento por metro cuadrado (kg/m²)

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza de rendimiento por metro cuadrado se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 23. Análisis de varianza de rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi con niveles de humus

FV	GL	SC	CM	F	p-valor
BLOQUE	0,0021	2	0,001	0,6923	0,5518 NS
NIVELES	0,9086	2	0,4543	299,5495	<0,0001 **
BLOQUE*NIVELES	0,0061	4	0,0015		
VARIEDAD	0,0235	1	0,0235	54,8701	0,0003 **
NIVELES*VARIEDAD	0,0104	2	0,0052	12,1688	0,0077 **
Error	0,0026	6	0,0004		
Total	0,9533	17			
CV (%)	0,89				

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

En el análisis de varianza del rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 23), se observa que entre bloques no presentan diferencias significativas ($p > 0,05$), en cambio que entre niveles de humus se tuvieron diferencias altamente significativas en el Rendimiento por Unidad Experimental de Pak choi ($p < 0,01$), para el factor variedad de igual manera se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,05$), para la interacción niveles de humus*variedad no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$). Nuestro coeficiente de variación es 0,89 % lo cual indica que nuestros datos son confiables.

Cuadro 24. Pruebas de medias de Duncan del rendimiento por metro cuadrado de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	RENDIMIENTO (kg/m ²)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	2,59	A
3 t/ha	2,26	B
0 t/ha	2,04	C

En la prueba de comparación múltiple de Duncan del rendimiento por metro de Pak choi (cuadro 24), con diferentes niveles de humus, se observa que existen tres grupos (A, B y C) significativamente diferentes, donde el grupo “A” compuesto por un nivel de 6 t/ha obtuvo el mayor promedio de rendimiento por metro cuadrado (2,59 kg/m²), posteriormente tenemos Al grupo “B” conformado por los niveles de 3 t/ha con un promedio de (2,26 kg/m²) en tanto que el grupo “C” conformado por los niveles 0 t/ha logro obtener un promedio de (2,04 kg/m²) el cual resultado ser el promedio más bajo.

Cuadro 25. Pruebas de medias de rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi

VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg/m ²)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
Joi choi	2,33	A
Mei Qing choi	2,26	B

En la prueba de medias del rendimiento por metro cuadrado del Pak choi (cuadro 25), se puede ver que la existencia de dos grupos “A” y “B” significativamente diferentes, en el cual el grupo “A” con la variedad Joi choi obtuvo la mayor media de rendimiento por metro cuadrado (2,33 kg/m²) mientras que el grupo “B” con la variedad Mei Qing choi con (2,26 kg/m²) registro los menores promedios de rendimiento.

Cuadro 26. Pruebas de medias de Duncan de rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus

NIVELES	VARIEDAD	RENDIMIENTO (kg/m ²)	Duncan ($\alpha=0,05$)*
6 t/ha	Joi choi	2,66	A
6 t/ha	Mei Qing choi	2,52	B
3 t/ha	Joi choi	2,28	C
3 t/ha	Mei Qing choi	2,24	D
0 t/ha	Joi choi	2,06	E
0 t/ha	Mei Qing choi	2,03	E

La prueba de medias de Duncan de rendimiento por metro cuadrado de variedades de Pak choi con diferentes niveles de humus (cuadro 26) nos indica que existen diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos donde el tratamiento 6 con la variedad Joi choi con una dosis de 6 t/ha de humus alcanzo mayores promedios de Rendimiento por metro cuadrado ($2,66 \text{ kg/m}^2$), a diferencia del tratamiento 1 que con un nivel de 0 t/ha (testigo) con la variedad Mei Qing choi ($2,02 \text{ kg/m}^2$) registro el valor medio más bajo.

El rendimiento es un indicador crucial de la productividad del cultivo de Pak choi. Los resultados nos muestran que los tratamientos con mayor dosis de humus, lograron obtener mejores promedios de rendimiento en comparación con el testigo. Estos podría deberse que al integrar el uso de humus de lombriz en la producción de Pak choi puede resultar en un aumento considerable del rendimiento debido a la mejora en la fertilidad del suelo, la estructura del suelo y la estabilización de pH. Estos beneficios combinados crean un entorno de crecimiento optimo que promueve un desarrollo mas vigoroso y saludable de las plantas, lo cual se traduce en un mayor rendimiento del cultivo. En tal sentido. Así mismo Navarro (2007), señala que el humus muestra acciones específicas en el desarrollo de planta, puesto que la absorción de nitrógeno, en presencia de humus permite una mayor asimilación por parte de la planta y por ende existe una proporcionalidad directa con el rendimiento.

4.6. Análisis económico

Realizado el análisis beneficio costo (cuadro 27), nos muestra el $B/C > 1$ en los 6 tratamientos lo que significa que se recupera la inversión, así mismo nos indica que todos los tratamientos son rentables, siendo que con el tratamiento 6 con un nivel de 6 t/ha de la variedad Joi choi obtenemos mayor beneficio y por cada boliviano invertido recuperamos el boliviano y ganamos 76 centavos (Figura 17).

Cuadro 27. Costos, Rendimiento, Beneficio y Relación Beneficio/Costo de la producción de Pak choi.

Tratamientos	Costos (Bs)	Rendimiento (kg)	Rendimiento ajustado (kg)	Precio (Bs/kg)	Beneficio Bruto	Beneficio Neto	B/C Bruto	B/C Neto
T1	112,96	12,6	11,97	13,3	159,20	46,24	1,41	0,41
T2	111,69	12,9	12,26	13,3	163,08	51,37	1,46	0,46
T3	121,04	15,3	14,54	13,3	193,38	72,34	1,6	0,6
T4	119,77	15,6	14,82	13,3	197,10	77,34	1,65	0,65
T5	129,16	17,5	16,63	13,3	221,17	92,02	1,71	0,71
T6	127,89	17,8	16,91	13,3	224,90	97,01	1,76	0,76

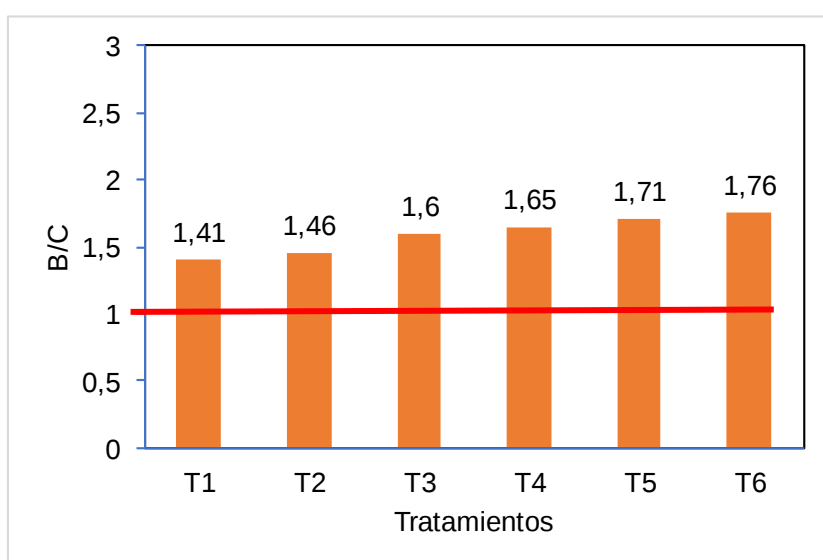


Figura 17. Resultados de la Relación Beneficio Costo

5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar 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 niveles de aplicación sobresaliendo la dosis de 6 t/ha de humus de lombriz con la variedad Joi choi tanto en las variables agronómicas como en las variables de rendimiento. Esto significa que los tratamientos con mayor dosis de humus han obtenido mejores resultados, de esta manera nos afirma el efecto positivo del humus en los suelos con poca materia orgánica.
- En cuanto a la altura de planta, el mejor promedio de altura fue 26,5 cm, alcanzado por el tratamiento 5 con una dosis de 6 t/ha de humus con la variedad Mei Qing choi, seguida por el tratamiento 3 con 26 cm, con una dosis de 3 t/ha de humus con la variedad Mei Qing choi y el tratamiento que presento menor promedio de altura fue el tratamiento 2 con 21,8 cm con una dosis de 0 t/ha de humus con la variedad Joi choi.
- Respecto al diámetro de pella, el mejor promedio de diámetro lo obtuvo el tratamiento 6 con 7,57 cm, con la variedad Joi choi con una dosis de 6 t/ha de humus, le sigue el tratamiento 5 con 7,33 cm, con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 6 t/ha de humus y el tratamiento que obtuvo menor promedio de diámetro de pella fue el tratamiento 1 con 5,23 cm, con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 0 t/ha de humus.
- En relación al número de hojas la mayor cantidad fue el tratamiento 6 con 15 hojas por planta con la variedad Joi choi con una dosis de 6 t/ha de humus, luego el tratamiento 5 con 14 hojas, con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 6 t/ha de humus y el tratamiento que obtuvo menor promedio de número de hojas fue el tratamiento 1 con 9 hojas, con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 0 t/ha de humus.

- El mayor rendimiento de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus se logró con el tratamiento 6 con una dosis de 6 t/ha de humus de la variedad Joi choi con un rendimiento promedio de $2,66 \text{ kg/m}^2$, seguido por el tratamiento 5 con $2,52 \text{ kg/m}^2$, con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 6 t/ha de humus y el tratamiento que obtuvo menor promedio de rendimiento fue el tratamiento 1 con $2,03 \text{ kg/m}^2$ con la variedad Mei Qing choi con una dosis de 0 t/ha de humus.
- En términos de relación B/C, nos muestra un $B/C > 1$ en los 6 tratamientos lo cual significa que todos los tratamientos fueron rentables, sobre saliendo el tratamiento 6 con una dosis de 6 t/ha de humus con la variedad Joi choi que tuvo un B/C de 1,76, es decir que por cada boliviano invertido se recupera el boliviano y se gana 76 centavos, en tanto que el tratamiento 1 con una dosis de 0 t/ha de humus con la variedad Mei Qing choi obtuvo un B/C de 1,41 lo que indica que por cada boliviano invertido se recupera el boliviano y se gana 41 centavos.

6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se recomienda:

- Continuar con los estudios sobre la producción de dos variedades de Pak choi (*Brassica chinensis* L.) con diferentes niveles de humus bajo condiciones atemperadas.
- Se recomienda el tratamiento 6 con una dosis de 6 t/ha de humus de la variedad Joi choi porque tuvo mayor rendimiento, con un promedio de rendimiento de 2,66 kg/m².
- Aplicar al cultivo de Pak choi el tratamiento 6 con una dosis de 6 t/ha de humus de la variedad Joi choi porque presento mayor rentabilidad económica comparada con los otros tratamientos.
- Las sales y otros presentes en el suelo es uno de los causantes de la salinidad del suelo por lo cual se recomienda realizar estudios de investigación con otros fertilizantes naturales que ayuden a corregir la presencia de este elemento o corrector efectivo como el cal que ayude a neutralizar el pH.
- Se recomienda tener un control en el proceso de almacigado principalmente al momento de cuantificar los días transcurridos desde la siembra del almacigo hasta el momento del trasplante, esto debido a que el desarrollo fenológico del cultivo es muy corto y pasado las dos semanas las plantas del almacigo empiezan a florecer y ya no se desarrollan favorablemente para la producción.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barbado, J. 2004. El humus de Lombriz. (Consultado 9 de octubre 2023) Disponible en <https://www.fertilab.commx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>
- Bautista, R. 2018. Efecto de té de humus de lombriz en el cultivo de espinaca (*Spinacea oleracea* L.) variedad viroflay a diferente frecuencia de aplicación en Cota Cota La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 111 p. (Consultado 8 de octubre 2023). Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/T-2494.pdf>
- Bollo, E. 2001. Lombricultura, una alternativa de Reciclaje. segunda edición ed. Quito, Ecuador, 57 p.
- Brechelt, A. 2004. Manejo Ecológico de Suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente. República Dominicana, 28 p. (consultado 16 de septiembre 2023) Disponible en [file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-2484_\(1\)\[1\].pdf](file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-2484_(1)[1].pdf)
- Biondi, T. 2005. Garden and hearth: may vegetable of the month, Pak-choi. (Consultado 15 de noviembre 2023) Disponible en [www.gardenandhearth .com /OrganicVegetableGarden](http://www.gardenandhearth.com/OrganicVegetableGarden)
- Carranza, S. 2006. Efecto del humus de lombriz sobre la producción del cultivo de col china hibrida (*Brassica campestris*) var. pekinensis en Tarapoto - Perú. Tesis Ing. Agr. Tarapoto, Perú. Universidad Nacional de San Martin. 59 p. (Consultado 20 de octubre de 2023) Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/humus%204.pdf>
- Claros, L. 2022. Produccion ecologico en Cochabamba. Consultado 6 de noviembre 2023. Disponible en <https://www.lostiempos.com/actualidad/cochabamba/20220313/productores-apuestan-ecologico-traen-novedades-quillacollo>

Cervantes, M. 2006. Abonos organicos. (Consultado 6 de diciembre 2013) Disponible en www.infoagro.com.

Cuisitive. 2021. Pak Choi. (Consultado 13 de noviembre 2023) Disponible en <https://ingredientesar.com/pak-choi/>

Chinguel, J. 2022. Efecto de mezclas de fertilización con fuentes orgánicas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* WILLD), var. altiplano en las condiciones agroclimáticas del centro poblado la laguna en el distrito de Santa Catalina de Mossa Provincia de Morropón". Tesis Ing. Agr. Piura, Perú. Universidad Nacional de Piura. 97 p. (Consultado 25 de noviembre 2023) Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/humus%206.pdf>

Dixon, H. 2013. "Evaluación de tres materiales genéticos de Pak choi *Brassica chinensis* (*Brassicaceae brassica*), bajo dos abonos organicos, en dos localidades del departamento de Sololá". Tesis Ing. Agr. Sololá, Guatemala. Universidad Rafael Landívar. 84 p. (Consultado 20 de septiembre 2023) Disponible en <file:///C:/Users/USUARIO/Documents/Trabajos%20de%20Data/PAK%20CHOI/Dixon-Herber.pdf>

Eart, G. 2024. Google Eart. Consultado 3 de febrero 2024. Disponible en <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html>

Ecosiembra. 2016. Factores para la col china. (Consultado 3 de agosto 2023) Disponible en <http://ecosiembra.blogspot.com/2012/01/cultivo-de-col-china.html>

EcuRed. 2008. Enciclopedia. (Consultado 5 de agosto 2023) Disponible en <https://www.ecured.cu/EcuRed:Enciclopedia-cubana>

Escobar, C. 2013. Usos potenciales del humus (abono orgánico lixiviado y sólido) en la empresa fertilombriz. 37.

Figueroa, P. 1994. Informe Técnico y Práctico de la Lombricultura "Curso final de la Lombricultura. 45.

- Glenn, P. 2000. Análisis de Costo-Beneficio de las decisiones de inversión. Cañifornia, Los Angeles, (Consultado 6 de agosto 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/WL1718TQ/Lectura_1_Manual[1].pdf
- Gonzales, L. 2018. "Dosis de residuos de cosechas de hortalizas y su efecto en las características agronómicas y rendimiento de *Brassica sinensis* L. "Col china", hibrido White Sun, en Zungarococha San Juan Bautista - Loreto. 2016". Tesis Ing. Agr. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 85 p. (Consultado 8 de noviembre 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Documents/Trabajos%20de%20Royvin/MOIS.Data/PAK%20CHOI/DOC-20230412-WA0032.%20(2).pdf
- Guardiola, B. y Amparo, G. 2005. Fisiología Vegetal I: Nutrición y transporte. 440 p.
- Guarachi, G. 2013. Evaluación técnica de aspersores caseros de baja presión en la Estación Experimental de Kallutaca. Tesis Ing.Agr. El Alto, Bolivia. Universidad Pública de El Alto. 183 p. (Consultado 16 de octubre 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/PAK%20CHOI/2013%20UPEA%20T%20Guarachi %20-%20Evaluacion%20de%20aspersores%20caseros.pdf
- Infoagro. 2003. Agricultura e Industria Auxiliar. (Consultado 26 de noviembre 2023) Disponible en <https://www.infoagro.com/empresas.asp?np=1&ids=3>
- LAFASA. 2023. Universidad Mayor de San Andres Facultad de Agronomía Carrera de Ingeniería Agronómica (Laboratorio de la Facultad de Agronomía en Suelos y Aguas).
- LCA. 2023. Universidad Mayor de San Andres. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Instituto de Ecología (Laboratorio de Calidad Ambiental).

- Mama, S. 2021. Conoce una de las verduras más antiguas de la gastronomía china: Pak choi. Shanghai Mama.(Consultado 27 de noviembre 2023) Disponible en <https://www.shanghaimama.es/noticias/conoce-una-de-las-verduras-mas-antiguas-de-la-gastronomia-china-pak-choi/#:~:text=Pak%20Choi%20es%20una%20de,cada%20vez%20en%20m%C3%A1s%20supermercados.>
- Mamani, S. 2013. Comportamiento agronómico de dos variedades de frutilla (*Fragaria ssp.*) con diferentes frecuencias de aplicación de humus de lombriz bajo invernadero en el Municipio de El Alto. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 108 p. (Consultado 17 de octubre 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/QFQVUNA3/T-1819[1].pdf
- Mamani, R. 2015. Evaluación del cultivo de rábano chino (*raphanus sativus* L.) con la aplicación de compost y humus de lombriz a dos densidades de siembra bajo condiciones atemperadas en la zona Achumani, municipio de La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 112 p. (Consultado 14 de noviembre 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/Npara%20mi%20tesisueva%20carpeta/T-2195.pdf
- Navarro, G. 2007. Química Agrícola. 2da Ed ed. Aedos, España, 479 p.
- Ochoa, R. 2013. Introduccion al manejo del SAS (Sistema de Analisis Estadistico). La Paz, Bolivia, 139 p.
- Quiñones, S. 2019. Evaluación del crecimiento de plantas de tomate solanum lycopersicum utilizando humus de lombriz roja californiana Eisenia foetida en Bogotá, Colombia. Tesis Ing. Agr. Bogota, Colombia. Universidad Mayor de Cundinamarca. 65 p. (Consultado 14 de octubre 2023) Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/humus%202.pdf
- Reynoso, V. 2016. Como cultivar bok Choi orgánico en casa. (Consultado 22 de noviembre 2023) Disponible en <http://viaorganica.org/15037-2/>

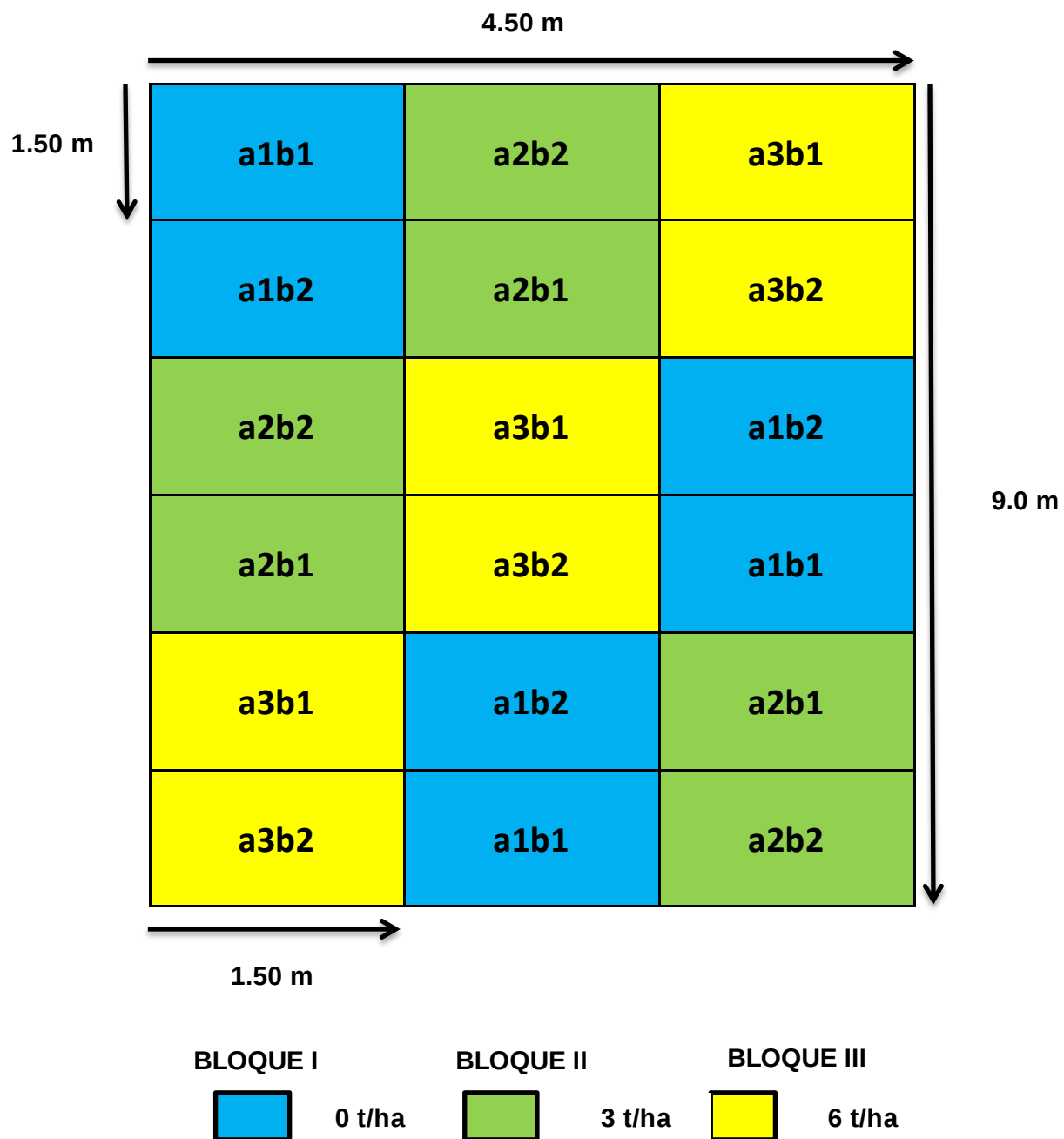
- Rodriguez, F. 2002. Fertilizantes. Nutrición vegetal. Primera edición ed. A S.A. (ed.). México,
- Toro, U. E. F. 2018. Importancia de cultivo Pak Choi (*Brassica Chinensis*) como alternativa alimentaria en el Estado de Monagas. Maturin, Unidad Educativa Fermin Toro. 19 p. (Consultado 29 de diciembre 2023) Disponible file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pdf-marco-teorico-pak-choi_compress.pdf
- USDA. 2008. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. (Consultado 24 de noviembre 2023) Disponible en <http://plantas.usda.gov/java/home>.
- VELSID. 2008. Gastronomía & Cía. (Consultado 12 de octubre 2023) Disponible en <https://gastronomiaycia.republica.com/2008/04/18/el-pak-choi/>
- Yampa, E. 2020. Evaluación del rendimiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. cycla*) con diferentes dosis de abono foliar (aola) en ambiente atemperado, en la Estación Experimental de Cota Cota. Tesis Ing. Agr. La Paz, Bolivia. Universidad Mayor de San Andres. 102 p. (Consultado 8 de octubre 2023) Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/24896/T-2764.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Yuste. 2007. Biblioteca de la agricultura. Editorial IDEA BOOKS S.A ed. Barcelona, España,
- Zaráuz, J. 2013. Comportamiento agronómico de cuatro hortalizas de hoja con tres abonos orgánicos en la hacienda Tecnilandia – Quevedo. Tesis Ing. Agr. Quevedo, Ecuador. Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. 106 p. Disponible en file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/T-UTEQ-0070.pdf

8. ANEXOS

Anexo 1. Costo variables de producción carpa solar Kallutaca

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COST/UNIT Bs.	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1 INSUMOS				35,87	34,60	43,95	42,68	52,07	50,80
1. Semilla	Onza	0,02	120,00	2,54	1,27	2,54	1,27	2,54	1,27
2. Bolsas de celofan para enbolsado	Paquete	0,5	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
3. humus (abono organico)	kg	2,02	4,00	0,00	0,00	8,08	8,08	16,20	16,20
4. Turba	Sacos	1	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
6. Transporte de Insumos	global	1	20,00	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33	3,33
2 PREPARACIÓN DE ALMACIGUERAS				4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
1. Adecuación de almaciguera	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
2. Nivelado	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3. Abonado	Hr.	0,05	10,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
4. Siembra	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
5. Riego (cada 2 días/5 minutos)	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3 PREPARACIÓN DE SUELOS				9,80	9,80	9,80	9,80	9,80	9,80
1. Limpieza de la parcela	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
2. Chunteo del suelo manual	Hr.	0,25	10,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
3. Desterronado (manual)	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
4. Abonado (turba)	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
5. Nivelado (manual)	Hr.	0,25	10,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
4 RIEGO APERTURA DE CABEZALES				2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
1. Tendido de cintas de goteo	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
2. Mantenimiento de cintas de goteo	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3. Aplicación riego por goteo	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
5 SIEMBRA				8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
1. Siembra (Trasplante)	Hr.	0,83	10,00	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30
6 LABORES CULTURALES				7,40	7,40	7,40	7,40	7,40	7,40
1. Riego (cada 2 días/30 minutos)	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
3. Aplicación de abono por tratamientos)	Hr.	0,33	10,00	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
5. Deshierbe	Hr.	0,33	10,00	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
7 COSECHA				8,20	8,20	8,20	8,20	8,20	8,20
1. Corte	Hr.	0,33	10,00	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
2. Recolección	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
2. Toma de datos (cosecha)	Hr.	0,33	10,00	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30
8 POST COSECHA				6,60	6,60	6,60	6,60	6,60	6,60
2. Limpieza y embolsado	Hr.	0,5	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
4. Acomodo en canastas (Cajas)	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
5. Entrega y envió	Hr.	0,08	10,00	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO				17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40
1. Transporte (Invernadero - mercado)	global	1	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
2. Acomodo punto de venta	Hr.	0,06	10,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
3. Entrega a detallistas y consumidores	Hr.	0,06	10,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
4. Recojo y cargado de cajas	Hr.	0,06	10,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
4. Cobranzas	Hr.	0,06	10,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
TOTAL COSTO DIRECTO				100,47	99,20	108,55	107,28	116,67	115,40
1. Agua de riego (sistema de mantenimiento)	m3	10	2,50	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16	4,16
11. Alquiler terreno (45 m2)	global	1	50,00	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33	8,33
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				12,49	12,49	12,49	12,49	12,49	12,49
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN (C.D.+C.I.)				112,96	111,69	121,04	119,77	129,16	127,89

Anexo 2. Croquis del experimento



Anexo 3. Análisis físico-químico de suelo



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



RES: FAC.AGRO.LAB. N°162

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE SUELOS

INTERESADO:
ANALISTA DE LAB.:
SOLICITUD:
FECHA DE ENTREGA:
RESPONSABLE DE MUESTREO
PROCEDENCIA:

MOISES BRAYNER PALMA
 Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 LAF 162_23
 26/09/2023
MOISES BRAYNER PALMA
 Departamento La Paz
 Municipio LAJA-KALLUTACA
 Provincia Los Andes
 Coordenadas X: -16,5167; Y-683167

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
TEXTURA	Arcna	%	21
	Limo	%	45
	Arcilla	%	34
	Clase Textural		Francisco arenoso
Densidad Aparente	g/cm ³	1.053	Probeta
Porosidad	%	55	(Probeta; Picnómetro)
pH en H₂O relación 1:25	-	8.22	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:25	mmhos/cm	4.35	Potenciometría
Potasio intercambiable	meq/100g S.	2.774	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
Nitrógeno total	%	0.48	Kjendahl
Materia orgánica	%	7.70	Walkley y Black
Fósforo disponible	ppm	88.40	Espectrofotometría UV-Visible

- El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
- En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
- Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 ANALISTA FÍSICOQUÍMICO
 DE SUELOS AGUAS Y VEGETALES
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS (LAFASA)



Ing. Roberto Yujra Ticona C. Ph.D.
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850.
 Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • E-mail: lafasa.suelos@gmail.com
 Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 4. Análisis físico-químico de agua



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
LABORATORIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
EN SUELOS Y AGUAS (LAFASA)

LAFASA



RES: FAC.AGRO.LAB. 0145

ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRA DE AGUA

INTERESADO:
RESPONSABLE DE ANALISIS
SOLICITUD:
FECHA DE ENTREGA:
RESPONSABLE DE MUESTREO
PROCEDENCIA:

MOISES BRAYNER PALMA
 Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 LAF MO-06
 02/10/2023
 MOISES BRAYNER PALMA
 Departamento La Paz
 Municipio Laja
 Provincia Los Andes
 Comunidad Kallutaca

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH en H ₂ O relación 1:5	-	7.38	Potenciometría
Conductividad eléctrica en agua 1:5	mmhos/cm	0.02	Potenciometría

* El informe de laboratorio es válido si se prestan las firmas y sellos correspondientes
 * En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable para la representatividad, ni la preservación de la muestra
 * Está prohibido la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización escrita del laboratorio

Ing. Elizabeth Yujra Ticona
 ANALISTA FÍSICOQUÍMICO
 DE SUELOS AGUAS Y VEGETALES
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

Ing. Roberto Miranda C. Ph.D.
 RESPONSABLE
 LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS LAFASA

Dirección: Av. Landaeta esq. Héroes del Acre N.º 1850,
Telf. IIAREN: 2484647 - 74016356 - 73075326 • **E-mail:** lafasa.suelos@gmail.com
Página web: agro.umsa.bo • La Paz - Bolivia

Anexo 5. Análisis de humus de lombriz

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Ciencias Puras y Naturales
Instituto de Ecología
Laboratorio de Calidad Ambiental



Informe de Ensayo: MO 16/23

Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYO EN HUMUS DE LOMBRIZ MO 16/23

Solicitante:	Wilson Choque Condori- Royvin Arenas Apuri
Entidad:	UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
Dirección del cliente:	Z/Villa Ingenio, C/6 de Junio
Procedencia de la muestra:	Kalluitaca
	Departamento: La Paz
	Kalamarca
Punto de muestreo:	Wilson Choque Condori- Royvin Arenas Apuri
Responsable del muestreo:	13 de septiembre de 2023
Fecha de muestreo:	07:00
Hora de muestreo:	20 de septiembre, 2023
Fecha de recepción de la muestra:	Del 20 de septiembre 4 de octubre, 2023
Fecha de ejecución del ensayo:	Humus de Lombriz
Caracterización de la muestra:	Simple
Tipo de muestra:	Bolsa plástica
Envase:	16- 1
Código LCA:	H. Lombriz
Código original :	

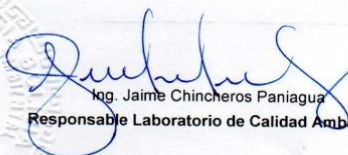
Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	H. Lombriz 16- 1
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	7,6
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	3000
Fósforo total	Metodo calcinación/ASPT 91	mg/kg	0,40	4951
Materia organica	Calcinacion	%	5,0	37
Nitrógeno total	ASPT-88	%	0,0030	1,3
Potasio total	Microwave Reaction System/EPA 258.1	mg/kg	8,0	5722

Los resultados de este informe no deben ser modificados sin la autorización del LCA.
La difusión de los resultados debe ser en su integridad.

La Paz, 10 de octubre de 2023




Ing. Jaime Chincheros Paniagua
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental



Campus Universitario: Calle 27 de Cota Cota, La Paz, Telf./Fax: 2772522
Casilla Correo Central 10077, La Paz - Bolivia

Anexo 6. Cálculo de nutrientes

CÁLCULO DE NUTRIENTES

Datos iniciales

Parámetros:

Profundidad del muestreo	0,3	m
Area	10000	m ²
Materia orgánica	1,4	%
Densidad aparente	1,053	g/cm ³
pH	8,22	
Conductividad eléctrica	4,35	mmhos/cm
Textura	Franco Arcilloso	
N total	0,3	%
P disponible	3,1	ppm
K intercambiable	0,083	meq/100g S
Porosidad	55	%

Cálculo de nutrientes del suelo

Peso del suelo

Peso del suelo	3159000	kg
----------------	---------	----

Cálculo del Nitrógeno disponible en el suelo

kg de MO en el suelo	44226	kg
N total en la MO (NT)	2211,3	kg
N disponible (ND)	22,11	kg

El nitrógeno total es el 5% de la MO
Mineralización: 0,01 - 0,05
Altiplano - Trópico

0,01

Cálculo del P2O5 disponible en el suelo

P2O5 asimilable	22,43	kg
-----------------	-------	----

Cálculo del K2O disponible en el suelo

K2O asimilable	66,64	kg
----------------	-------	----

Requerimientos del cultivo

Requerimientos del cultivo

Cultivo			
Nutrientes	Nitrógeno (N)	Fósforo (P)	Potasio (K)
Requerimientos del cultivo	70-100	65-85	150-200
Requerimiento mínimos	70	65	150
Resultados del Suelo	22,11	22,43	66,64
Deficiencia o excesos	Deficiencia	Deficiencia	Deficiencia
	-47,89	-42,57	-83,36

Colocar los requerimientos del cultivo

Análisis de abono

Datos del análisis del abono

Abono	Humus
	Nitrógeno
Materia orgánica (%)	37,00
Nitrógeno total (%)	1,30
Cantidad de N (kg/kg)	0,00481
	Fósforo
Fósforo total (mg/kg)	4951,00
Cantidad de P (kg/kg)	0,004951
	Potasio
Potasio total (mg/kg)	5722,00
Cantidad de K (kg/kg)	0,005722

Tratamientos aplicados

Dosis del abono aplicados

Dosis 1 (kg/ha)	0
Dosis 2 (kg/ha)	3000
Dosis 3 (kg/ha)	6000

Cantidad de nutrientes aplicados por dosis

Dosis 1 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	0	kg/ha de P aplicado	0	kg/ha de K aplicado	0
kg/ha de N Total	22,11	kg/ha de P Total	22,43		66,64

Dosis 2 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	14,43	kg/ha de P aplicado	14,853	kg/ha de K aplicado	17,166
kg/ha de N Total	36,54	kg/ha de P Total	37,28		83,80

Dosis 3 - Cantidad de nutrientes

kg/ha de N aplicado	28,86	kg/ha de P aplicado	29,706	kg/ha de K aplicado	34,332
kg/ha de N Total	50,97	kg/ha de P Total	52,13		100,97