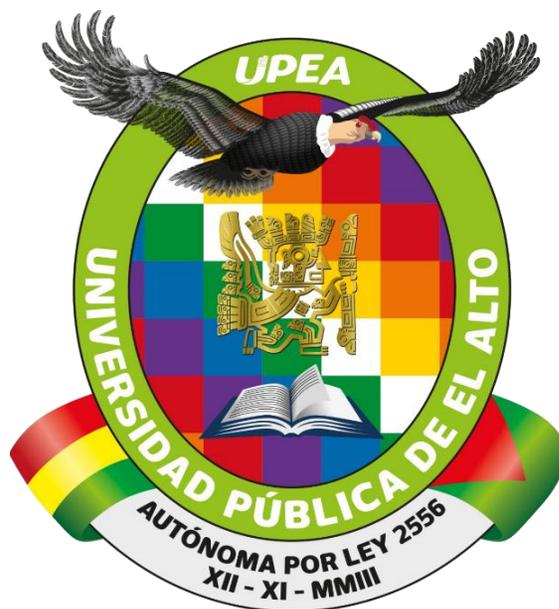


**UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO  
ÁREA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS  
Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE  
ACELGA (*Beta vulgaris* var. Cicla L.) CON DIFERENTES DOSIS  
DE HUMUS EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

**Por:**

**Daneiva Arenas Chura**

**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 VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris*  
var. Cicla L.) CON DIFERENTES DOSIS DE HUMUS EN LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL DE KALLUTACA**

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

**Daneiva Arenas Chura**

**Asesores:**

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

**Tribunal Revisor:**

Lic. Ing. Walter Fernandez Molina

Lic. Ing. Daniel Condori Guarachi

M. Sc. Lic. Ing. Pedro Mamani Mamani

**Aprobada**

Presidente Tribunal Examinador



**DEDICATORIA:**

*Esta tesis va dedicada con mucho cariño y gratitud a los seres que más amo en esta vida:*

*A mis padres: Richard Arenas, Yovana Chura, por la confianza y el apoyo incondicional que me brindaron, a mis abuelas (o) + Nora Sanez, + Susana Sirpa + Torivio Arenas por guiarme e iluminar mis pasos desde donde se encuentren*

*A mis hermanitas: Kenia Arenas, Jhenevit Arenas, Aymar Arenas, Aneth Averanga, por la comprensión y el aliento que me brindaron durante estos años.*

*A toda la familia Arenas y la familia Sanez por ser siempre mi apoyo fundamental para salir adelante.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo, doy gracias a Dios por que sin duda toda inteligencia y sabiduría vienen de él y la fortaleza y discernimiento que me dio ante toda adversidad.

A toda mi familia, en especial a mi papá y a mi mamá, por el apoyo que me brindaron en todo el proceso desde el inicio hasta la conclusión de mi carrera y a mis hermanitas, por ser siempre la razón de cada logro, a toda mi familia y a mis abuelos (+) que en todo momento siento su presencia para seguir adelante.

A la Estación Experimental de Kallutaca perteneciente a la facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública De El Alto, por haberme permitido realizar el trabajo de investigación en sus predios.

A todos los docentes Ing. que me impartieron la educación académica necesaria para afrontar un futuro profesional.

A mis queridos y estimados amigos (LOS CARNALITOS) por el afecto, compromiso, comprensión y solidaridad desmedida en alegres y afligidos momentos. Y a todos mis compañeros, amigos de la carrera que me acompañaron brindándome sus valiosas amistades durante todos los años de estudio.

## CONTENIDO

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

## 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	Importancia de la acelga.....	4
2.2	Descripción del cultivo de Acelga.....	5
2.2.1.	Origen .....	5
2.2.2.	Descripción Taxonómica .....	5
2.2.3.	Descripción Botánica .....	6
2.2.4.	Variedades de Acelga.....	7
2.3.	Requerimiento medioambiental del cultivo de acelga.....	9
2.3.1.	Temperatura .....	9

2.3.2.	Suelo .....	9
2.4.	Manejo agronómico del cultivo .....	10
2.4.1.	Preparación del suelo .....	10
2.4.2.	Almacigo .....	10
2.4.3.	Trasplante .....	11
2.5.	Labores culturales.....	11
2.5.1.	Aclareo .....	11
2.5.2.	Deshierbe.....	11
2.5.3.	Riego.....	12
2.5.4.	Cosecha.....	12
2.7.	Requerimientos nutricionales de la acelga .....	15
2.8.	Abonos orgánicos .....	16
2.8.1.	Uso y Efecto.....	16
2.8.2.	Propiedades físicas .....	17
2.8.3.	Propiedades químicas .....	18
2.8.4.	Propiedades biológicas.....	18
2.8.5.	Humus.....	18
2.8.6.	Características importantes del humus.....	18
2.8.7.	Características físico químicas del Humus .....	19
2.8.8.	Bondades del humus.....	20
2.9.	Efectos productivos de los abonos orgánicos en el cultivo de la acelga (Rendimiento).....	21
2.10.	Beneficios en el cultivo de acelga en sistemas de producción en ambiente protegido (B/C).....	21
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
3.1.	Localización .....	22
3.1.1.	Ubicación Geográfica .....	22

3.1.2.	Características Edafoclimáticas .....	22
3.1.2.1.	Clima .....	22
3.1.2.2.	Suelo .....	22
3.1.2.3.	Vegetación .....	23
3.2.	Materiales.....	23
3.2.1.	Material de insumo .....	23
3.2.2.	Material biológico .....	23
3.2.3.	Material de campo .....	23
3.2.4.	Material de gabinete .....	24
3.3.	Método de la investigación .....	24
3.3.1.	Labores antes del trasplante .....	26
3.3.2.	Labores culturales.....	30
3.3.3.	Diseño experimental .....	33
3.3.4.	Factores de estudio .....	34
3.3.4.1.	Formulación de tratamientos .....	34
3.3.5.	Variables de respuesta .....	35
3.3.5.1.	Altura de planta.....	35
3.3.5.2.	Numero de hojas.....	35
3.3.5.3.	Longitud de hoja .....	36
3.3.5.4.	Longitud de lámina .....	36
3.3.5.5.	Peso promedio de hojas de acelga .....	37
3.3.5.6.	Número de hojas cosechadas .....	37
3.3.5.7.	Rendimiento kg/m <sup>2</sup> .....	38
3.3.6.	Análisis económico .....	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1.	Microclima al interior de la carpa.....	40

4.1.1.	Comportamiento de la temperatura durante el experimento .....	40
4.2.	Humedad relativa.....	41
4.3.	Análisis físico químico del suelo.....	42
4.5.	Variables Agronómicas.....	43
4.5.1.	Altura de planta.....	43
4.5.2.	Número de hojas.....	46
4.5.3.	Longitud de hoja .....	49
4.5.4.	Longitud de lámina .....	51
4.5.5.	Peso promedio (g) .....	54
4.5.6.	Número de hojas cosechadas.....	56
4.5.7.	Rendimiento kg/m <sup>2</sup> .....	59
4.6.	Análisis económico .....	62
5.	CONCLUSIONES .....	63
6.	RECOMENDACIONES.....	65
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	66
8.	ANEXOS .....	71

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del humus.....	20
Cuadro 2. Análisis físico químico del suelo.....	42
Cuadro 3. Análisis físico químico del humus.....	43
Cuadro 4. Cuadrados medios y valor de probabilidad de la altura de la acelga en diferentes cosechas .....	44
Cuadro 5. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta con diferentes dosis de humus en distintas cosechas.....	44
Cuadro 6. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	45
Cuadro 7. Promedios de alturas de plantas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	45
Cuadro 8. Cuadrados medios y valor de probabilidad de numero de hojas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	47
Cuadro 9. Pruebas de medias de Duncan de numero de hojas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas.....	47
Cuadro 10. Pruebas de medias de Duncan de numero de hojas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	48
Cuadro 11. Promedios de numero de hojas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	48
Cuadro 12. Cuadrados medios y valor de probabilidad de longitud de hoja de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	49
Cuadro 13. Prueba de medias de Duncan de la longitud de hoja con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	50
Cuadro 14. Prueba de medias de Duncan de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	50
Cuadro 15. Prueba de medias de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	51

Cuadro 16.	Cuadrados medios y valor de probabilidad de longitud de lámina de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	52
Cuadro 17.	Prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas.....	52
Cuadro 18.	Prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	53
Cuadro 19.	Promedios de longitud de lámina de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	53
Cuadro 20.	Cuadrados medios y valor de probabilidad peso promedio (g) de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	54
Cuadro 21.	Prueba de medias de Duncan de peso promedio (g) con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas.....	55
Cuadro 22.	Prueba de medias de Duncan de peso promedio (g) de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	55
Cuadro 23.	Promedios del peso promedio de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	56
Cuadro 24.	Cuadrados medios y valor de numero de hojas cosechadas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	57
Cuadro 25.	Prueba de medias de Duncan de número de hojas cosechadas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	57
Cuadro 26.	Prueba de medias de Duncan de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	58
Cuadro 27.	Promedios de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	58
Cuadro 28.	Cuadrados medios y valor de probabilidad de rendimiento kg/m <sup>2</sup> de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	59
Cuadro 29.	Prueba de medias de Duncan del rendimiento kg/m <sup>2</sup> con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas.....	60
Cuadro 30.	Prueba de medias de Duncan del rendimiento kg/m <sup>2</sup> de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas .....	61

Cuadro 31. Promedios del rendimiento kg/m <sup>2</sup> de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas .....	61
Cuadro 32. Costos, Rendimiento, Beneficio Bruto, Beneficio Neto, B/C Bruto y B/C Neto de la producción de acelga .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Establecimiento del área experimental .....	25
Figura 2.	Preparación del sustrato para el almacigo .....	25
Figura 3.	Almacigo .....	26
Figura 4.	Muestreo de suelo .....	27
Figura 5.	Preparación del terreno experimental .....	27
Figura 6.	Instalación del sistema de riego .....	28
Figura 7.	Distribución de tratamientos .....	28
Figura 8.	Aplicación de humus por tratamiento .....	29
Figura 9.	Trasplante .....	30
Figura 10.	Cálculo de riego .....	31
Figura 11.	Control de malezas .....	31
Figura 12.	Toma de datos .....	32
Figura 13.	Cosecha .....	33
Figura 14.	Altura de planta .....	35
Figura 15.	Numero de hojas .....	36
Figura 16.	Longitud de planta .....	36
Figura 17.	Longitud de lámina .....	37
Figura 18.	Peso promedio de hojas de acelga .....	37
Figura 19.	Numero de hojas cosechadas .....	38
Figura 20.	Rendimientos kg/m <sup>2</sup> .....	38
Figura 21.	Temperatura registrada dentro del invernadero durante el ciclo de producción de acelga .....	40
Figura 22.	Humedad relativa al interior de la carpa solar .....	41

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1.	Análisis Físico-Químico del Humus.....	71
Anexo 2.	Análisis físico-Químico del suelo.....	72
Anexo 3.	Croquis del experimento.....	73
Anexo 4.	Cálculo de lámina de riego .....	74
Anexo 5.	Cálculo de nutrientes .....	75
Anexo 6.	Humedad relativa.....	79
Anexo 7.	Procedimiento de la preparación del terreno .....	80
Anexo 8.	Desarrollo de la germinación.....	80
Anexo 9.	Desarrollo del cultivo .....	81
Anexo 10.	Toma de datos antes de la primera cosecha.....	81
Anexo 11.	Preparando la acelga para la primera venta en el mercado.....	82
Anexo 12.	Toma de datos antes de la segunda cosecha .....	82
Anexo 13.	Preparando la acelga para su segunda venta en el mercado .....	83
Anexo 14.	Realizando cada labor con ayuda de un equipo de trabajo.....	83
Anexo 15.	Toma de datos antes de la tercera cosecha.....	84
Anexo 16.	Preparando la acelga para su tercera venta en el mercado.....	84
Anexo 17.	Costos de producción .....	85

**ABREVIATURAS**

cm	Centímetro
kg	kilogramos
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm	Milímetro
$\mu\text{m}$	Micrómetro
$\Sigma$	Sumatoria
Zn	Zinc

## RESUMEN

Todas las hortalizas de hoja verde son los componentes más importantes en la salud humana, ya que contienen vitaminas y minerales importantes que aportan a la alimentación, por esa razón es muy necesario promover el consumo de esta hortaliza para mejorar la nutrición de las personas. Por tal motivo en el presente trabajo de investigación se evaluó la producción de variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) con diferentes dosis de humus bajo ambiente protegido, dicha investigación se realizó mediante el tipo de investigación cuantitativo, el uso de este producto natural que es el Humus viene a ser un abono orgánico y de gran importancia para mejorar la producción y la productividad del cultivo aparte de obtener un alimento capaz de competir en los mercados. Esta investigación se realizó en el campo experimental de Kallutaca, está ubicada en la Provincia Los Andes, que se encuentra a 13.5 km, de la oficina central de UPEA carrera de Ingeniería Agronómica. Para la siembra se utilizaron semillas de la variedad Fordhook giant y la variedad Penca blanca, quienes fueron sometidas con las dosis de Humus a 0 kg/m<sup>2</sup>, 0,44 kg/m<sup>2</sup> y 0,88 kg/m<sup>2</sup>. Las variables de respuesta evaluadas fueron la altura de la planta, número de hojas, longitud de hoja, longitud de lámina, peso promedio, número de hojas aprovechadas y el rendimiento. Durante la presente investigación, la aplicación de humus con la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> resalto en todas las cosechas con rendimientos altos en ambas variedades teniendo buenos promedios en cada variable tomada en cuenta en dicha investigación. En base a los resultados obtenidos se pudo destacar a la variedad Penca Blanca que tuvo un rendimiento total de 52.3 t/ha durante las tres cosechas que se realizaron y en cuanto a la dosificación de diferentes dosis de humus la aplicación que resalto fue con 0,88 kg/m<sup>2</sup> que obtuvo un rendimiento total durante las tres cosechas con 57,3 t/ha siendo la más destacada durante las cosechas que se realizaron en esta investigación. El tratamiento que brindó mejores resultados en la relación beneficio/costo fue el T3 de la variedad Penca Blanca con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> ya que por cada boliviano invertido se observó una ganancia de 0,77 Bs.

## ABSTRACT

All green leafy vegetables are the most important components in human health, since they contain important vitamins and minerals that contribute to food, for this reason it is very necessary to promote the consumption of this vegetable to improve people's nutrition. For this reason, in this research work the production of chard varieties (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) was evaluated with different doses of humus under protected environment, this research was carried out through quantitative research, the use of this natural product that is the humus is an organic fertilizer and of great importance to improve the production and productivity of the crop apart from obtaining a food capable of competing in the markets. This research was carried out in the experimental field of Kallutaca, located in the Los Andes Province, 13.5 km from the central office of the UPEA Agronomy Engineering career. Seeds of the Fordhook giant variety and the white Penca variety were used for sowing, which were subjected to doses of humus at 0 kg/m<sup>2</sup>, 0.44 kg/m<sup>2</sup> and 0.88 kg/m<sup>2</sup>. The response variables evaluated were plant height, number of leaves, leaf length, lamina length, average weight, number of leaves harvested and yield. During the present investigation, the application of humus with a dose of 0.88 kg/m<sup>2</sup> stood out in all harvests with high yields in both varieties, with good averages in each variable taken into account in this investigation. Based on the results obtained, the Penca Blanca variety had a total yield of 52.3 t/ha during the three harvests that were carried out, and as for the dosage of different doses of humus, the application that stood out was with 0.88 kg/m<sup>2</sup>, which obtained a total yield during the three harvests of 57.3 t/ha, being the most outstanding during the harvests that were carried out in this research. The treatment that provided the best results in the benefit/cost ratio was T3 of the Penca Blanca variety with a dose of 0.88 kg/m<sup>2</sup>, since for each Boliviano invested, a gain of 0.77 Bs was observed.

## 1 INTRODUCCIÓN

En Bolivia una gran parte de la población vive en áreas urbanas, por lo cual, existe un crecimiento en la demanda de hortalizas en estos últimos años, por tal razón, se necesitan nuevas alternativas de producción para satisfacer las necesidades del mercado. Las hortalizas son de gran importancia en la dieta alimenticia humana, por su alto nivel nutritivo. Históricamente, el hombre ha desarrollado diferentes técnicas de cultivo para cumplir con las necesidades alimenticias que el incremento de la población va demandando.

La acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) tiene un importante valor nutricional y medicinal, contiene cantidades mínimas de carbohidratos, proteínas y grasas, es rico en nutrientes reguladores, minerales y fibra, sus hojas externas son las más ricas en vitaminas (Candia, 2018).

Existen referencias de este cultivo desde el siglo V a.C. en Grecia y a partir de allí ha venido siendo alimento básico en la nutrición humana durante mucho tiempo, actualmente es apreciada por su alto valor nutricional ya que cuenta con un alto contenido de calcio. También son ricas en hierro, prácticamente contienen el mismo contenido que las espinacas. En cuanto a las vitaminas, destaca la presencia de vitamina C, también contiene pro-vitamina A. Se puede consumir cruda, cocida al vapor o asadas a la parrilla, las hojas jóvenes se consumen en ensaladas, mientras que las más maduras son más duras por lo que se sirven mejor cocidas, gratinadas, salteadas, en sopas o en tortillas, las pencas pueden comerse rellenas o rebozadas (Coy, 2023).

En los últimos años, ha habido avances significativos en la producción de hortalizas en términos de rendimiento y calidad. En particular, la superficie cultivada de acelga ha aumentado debido a la introducción de nuevos tipos de cultivos y al incremento en su consumo. Es importante determinar la producción y rendimiento de estos nuevos cultivares en diferentes épocas de siembra y sistemas de producción como el cultivo orgánico que cada día cobra mayor importancia, porque representa una nueva tendencia que promueve el uso de insumos alternativos a fin de lograr el aprovechamiento adecuado de los recursos económicos para llegar a una producción ecológica, limpia y sostenible.

## 1.1 Planteamiento del problema

En el transcurso de los años la producción de acelga ha ido aumentando, considerando que el desarrollo es poco lento, por tal razón, se requiere encontrar alternativas para la obtención de una producción más alta y aumento socioeconómico para los agricultores.

Actualmente, el cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) trae inconvenientes en la menor productividad de hortalizas para los productores por el bajo nivel de fertilidad en los suelos del altiplano y el inadecuado control agronómico que genera pérdidas económicas para los productores, por el sector los agricultores aun requieren de mucha información sobre la importancia de la fertilización del cultivo de acelga para obtener una mejor calidad y mayores rendimientos de hortalizas.

## 1.2 Justificación

La acelga cosechada a pequeña escala y ocasionalmente, debe ser mejorada a través de la incorporación de abonos orgánicos, esto permitirá mejorar los rendimientos tanto en cantidad como en calidad. Esta investigación surge de los problemas que enfrentan los agricultores por falta del aprovechamiento de materia orgánica, tanto por desconocimiento de la conservación del suelo como del manejo de cultivos en términos de fertilización orgánica y manejo integrado.

De tal motivo, es muy necesario realizar investigaciones sobre el uso de fertilizantes orgánicos como el humus y su efecto en diferentes variedades de acelga, para mejorar la producción y la productividad del cultivo, aparte de obtener alimentos libres de contaminación y capaces de competir en un mercado cada vez más exigente en cuanto al rendimiento y calidad.

Por esa razón surge la presente investigación de la aplicación de diferentes dosis de humus en el cultivo de acelga, teniendo en cuenta que este abono orgánico tiene un elevado contenido de valor nutricional, que aporta y ayuda a las hortalizas de hoja, como es el cultivo de acelga para obtener un mayor rendimiento.

De esta manera, la investigación pretende incrementar la producción del cultivo de acelga mediante la aplicación de diferentes dosis de humus, siendo la agricultura orgánica una opción para coadyuvar al mejoramiento de la salud humana, que incidirá en rendimientos y

costos de producción y al mismo tiempo servirá de mucho como una guía para los agricultores que se dediquen a la producción de esta hortaliza.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

- Evaluar la producción de variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) con diferentes dosis de humus en la estación experimental de Kallutaca.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de la variedad Penca blanca y Fordhook giant
- Comparar el efecto de las diferentes dosis de humus en el rendimiento de las variedades de acelga
- Analizar la relación beneficio/costo de la producción del cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) con las diferentes dosis de humus.

### **1.4 Hipótesis**

- Ho: La producción de variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) con diferentes dosis de humus en la estación Experimental de Kallutaca no presenta diferencias significativas.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Importancia de la acelga

La acelga es una de las hortalizas más importantes de hoja debido a los valores nutricionales que posee, por lo cual Gamarra (2021), menciona que la acelga se destaca por ser una de las verduras más abundantes en folatos y betacaroteno. El betacaroteno es un pigmento natural que se convierte en vitamina A cuando se consume, siendo esta vitamina fundamental para fortalecer el sistema inmunológico y mantener la salud de la visión, la piel, el cabello y los huesos en óptimas condiciones. Su consumo regular no solo proporciona estos beneficios clave para la salud, sino que también es una excelente manera de incorporar nutrientes esenciales a través de una dieta equilibrada y variada.

La acelga es valorada por sus múltiples beneficios medicinales y culinarios. Se la reconoce por sus propiedades emolientes, refrescantes, digestivas, diuréticas, diaforéticas y nutritivas. La decocción de sus hojas es efectiva para tratar inflamaciones de la vejiga y aliviar el estreñimiento. Además, es útil en el tratamiento de hemorroides y diversas afecciones de la piel. Consumida en ensalada con jugo de limón, fortalece el estómago, vigoriza el cerebro y tiene efectos desinflamantes sobre los nervios. Para combatir los cálculos biliares, se recomienda tomar en ayunas un vaso de jugo de acelga mezclado con jugo de berro en partes iguales. En casos de estreñimiento, actúa como laxante cuando se consume medio vaso de su jugo con una cucharada de aceite de oliva. (Chumbipuma, 2019).

Kozel (2009), indica que la acelga es reconocida en todo lugar por sus destacados beneficios culinarios y medicinales. Es un alimento efectivo contra el estreñimiento y beneficia la salud del estómago, el intestino y especialmente el intestino grueso. Tiene propiedades curativas significativas para tratar inflamaciones internas y externas, hemorroides, y alivia dolores y diarreas con sangre, entre otros males. En casos de afecciones externas como granos, hinchazones, heridas, inflamaciones, hemorroides y problemas cutáneos, se aplican hojas frescas lavadas de acelga directamente sobre las áreas afectadas, proporcionando alivio y facilitando la recuperación.

Por lo tanto, es muy beneficioso incluir la acelga en nuestra dieta diaria, ya que podemos consumirla de diversas formas: en ensaladas, jugos o como parte de platos preparados. De esta manera, podemos aprovechar todos los beneficios que ofrece esta hortaliza.

## 2.2 Descripción del cultivo de Acelga

### 2.2.1. Origen

Costa (2015), menciona que existen pruebas que sugieren que fueron los árabes quienes iniciaron el cultivo de la acelga a partir de la Edad Media. Inicialmente, algunos la veían como una verdura destinada solo a familias de bajos recursos y como alimento para animales. Sin embargo, descubrieron sus verdaderas propiedades medicinales y terapéuticas. Desde Europa, su cultivo se extendió a diferentes países alrededor del mundo, especialmente en América y Asia, donde ha ganado una amplia difusión hasta hoy en día

El mismo autor menciona que existen documentos que prueban que ya en el Siglo V a.C. los griegos utilizaban la acelga como un alimento en su dieta. Una teoría sugiere que la acelga (variedad cicla) tuvo su origen por hibridación a partir de la especie *Beta maritima*, de la cual parte también la remolacha de mesa.

El centro de origen de la acelga se encuentra en Europa y el norte de África, con la región oriental del Mediterráneo destacándose como su principal centro de diversificación. Desde Europa, esta verdura se ha introducido en numerosos países alrededor del mundo, y en la actualidad se encuentra ampliamente difundida, especialmente en América y Asia. (Nuñez, 2016).

### 2.2.2. Descripción Taxonómica

Según Teves (2022), la acelga tiene las siguientes características taxonómicas.

- Reino: Vegetal
- Clase: Angiosperma
- Sub clase: Dicotelodoneae
- Orden: Caryophyllales
- Familia: Chenopodiaceae
- Género: *Beta* Especie: *Vulgaris*
- Nombre científico: (*Beta vulgaris var. Cicla* L.)
- Nombre común: Acelga

### 2.2.3. Descripción Botánica

Alegria (2021), indica que la acelga tiene un sistema radicular muy extendido y hojas anchas y largas con pecíolos subdesarrollados, ya que la planta consume las hojas y los tallos. Los tallos son sofisticados, carnosos y blancos, utilizados en lugar de los pecíolos. Las flores externas son similares a las de la remolacha, de forma ovalada y color verde oscuro. Aunque no es una fruta comestible, cuando madura forma un glomérulo. Las hojas son la parte comestible y tienen un tamaño grande y ovalado. Los pecíolos, que son largos y sobresalen hacia la hoja, pueden ser de color crema o blanco. La raíz tiene un cuello fibroso de color blanco amarillento, que alcanza una profundidad moderada de entre 90 y 120 cm.

La descripción de la planta según Melendez (2015) son las siguientes:

- **Planta:** La acelga es una planta bianual y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible.
- **Sistema radicular:** Presenta un sistema radicular muy ramificado y hojas anchas y largas, con el pecíolo poco desarrollado en la acelga de cortar que se consume por sus limbos, y muy desarrollado, carnosos y blanco en la acelga de pencas aprovechada por sus pecíolos. El aspecto de las flores resulta semejante al de la remolacha, pues estas son: de forma oval y de color verde oscuro. No presenta un fruto comestible, pero éste al madurar da lugar a un glomérulo.
- **Hojas:** Constituyen la parte comestible y son de forma oval, con tendencia hacia acorazonada; tiene un pecíolo succulento ancho y largo, que se prolonga en el limbo; el color es diferente, según las variedades, va de verde oscuro fuerte a verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos
- **Flores:** Para que se presente la floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia está compuesta por una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos.
- **Fruto:** Las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla realmente es un fruto, el que contiene de 3 a 4 semillas.

#### 2.2.4. Variedades de Acelga

INIA (2011), menciona que la acelga es una hortaliza que no ha recibido mucha atención por parte de los genetistas. Existen pocas variedades bien definidas; algunas son de verano y otras de invierno, con hojas lisas o crespas, y pueden ser blancas o verde, como ser:

- **Fordhook:** Planta alta, vigorosa; hojas anchas, encrespadas, de color verde oscura. Pecíolos blancos, muy anchos y gruesos. Preferida en la región comprendida entre La Serena y Arica.
- **Verde y Penca Blanca:** Más difundida entre La Serena y Puerto Montt, de pecíolos muy gruesos y carnosos.
- **Bresanne:** Hojas grandes, ovaladas, lisas, de color verde claro. Pecíolos blancos, muy gruesos y carnosos. Excelente variedad.
- **Lucullus:** Planta erecta; hojas levemente crespas de color verde muy claro; pecíolo verdoso, de poco diámetro.
- **Verde corriente:** No corresponde a un tipo bien definido, mostrando plantas con tallos verdosos y plantas con tallos blancos; tampoco exhibe uniformidad en sus hojas, pues las hay crespas y lisas. Resiste bien los rigores del invierno. Constituye buena base para iniciar una selección genética.

Nuñez (2016), señala que dentro de las variedades de acelga, se distinguen por el color de la penca (blanca o amarilla), el color de las hojas (verde oscuro, verde claro o amarillo), el grosor de la penca (tamaño y grosor de la hoja; abujado del limbo), su resistencia a la floración prematura, la capacidad de recuperación rápida después del corte de hojas y su precocidad en el ciclo de crecimiento.

#### - Variedad Fordhook giant

Es una planta de hojas arrugadas de color verde oscuro, con pecíolos blancos y gruesos, el tallo tiene un ancho de 5 a 6 centímetros. Es producto de abundantes hojas durante toda la temporada, incluso después de heladas ligeras, las hojas tienen un sabor suavemente agradable (Nuñez, 2016).

Se trata de una variedad de acelga que se destaca por tener una penca blanca de tamaño generoso, que es ancha y carnosa. Las hojas de la Variedad Fordhook Giant son grandes, altas y tienen una textura arrugada. Son de color verde oscuro, lo cual indica un alto contenido de clorofila y nutrientes esenciales. Esta característica la hace ideal tanto para el consumo fresco como para usos culinarios variados. Esta variedad madura entre 55 y 60 días después de la siembra y alcanza una altura promedio de 50 cm, dependiendo de las condiciones climáticas regionales. Es una variedad robusta y adaptable, que puede cultivarse en una amplia gama de condiciones climáticas y tipos de suelo. Se utiliza principalmente en la cocina fresca, en ensaladas y platos cocidos, así como en conservas debido a su calidad y sabor. (Acelga, 2017).

Por lo tanto, se puede decir que el comportamiento agronómico de la variedad Fordhook Giant es valorada por su tamaño robusto, buen rendimiento, y adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y de suelo, lo que la convierte en una opción recomendada para los agricultores que cultivan hortalizas en ambientes atemperados.

#### - **Variedad Penca Blanca**

Es originaria de Europa y se caracteriza por ser una planta vigorosa con hojas anchas y largas, onduladas y de color verde oscuro, tiene la penca especialmente notable por ser blanca. Prefiere climas templados y húmedos, especialmente entre 1200 y 2500 msnm. Requiere suelos profundos con una alta capacidad de absorción de nutrientes como nitrógeno y potasio. La acelga puede sembrarse directamente en el terreno, colocando 2 o 3 semillas por hoyo y luego realizando un aclareo posterior. También puede cultivarse en semilleros y trasplantarse a los 20 días. Necesita mantener una humedad elevada o recibir riegos abundantes. No requiere una exposición excesiva a la luz solar directa y se siembra a una profundidad de 1 cm, con un espacio recomendado entre semillas de 50 cm horizontalmente y 30 cm verticalmente, se adapta bien a temperaturas que oscilan entre los 15 y 25°C. Esta variedad en particular puede ser cultivada en una amplia gama de regiones, adaptándose bien a diferentes climas. (Semillas, 2021).

De tal motivo, la acelga Penca Blanca es apreciada por su vigoroso crecimiento, buena tolerancia al calor y rendimientos satisfactorios de hojas comestibles. Es una opción que se puede considerar para los productores que buscan una variedad de acelga adaptada a diferentes factores de clima ya que esta planta se adapta a los cambios, no requiere de mucha luz solar, ofrece una buena calidad de hojas para consumo.

## **2.3. Requerimiento medioambiental del cultivo de acelga**

### **2.3.1. Temperatura**

Para comenzar la producción de algún cultivo fue muy necesario la temperatura para garantizar la calidad de los productos en la que se ambientaron durante todo su proceso de producción por lo cual, la temperatura para la producción de acelga según Alegria (2021), indica que la acelga prospera con niveles elevados de humedad y se desarrolla mejor en temperaturas moderadas, ideales entre los 14°C y 18°C. Requiere una humedad relativa que oscile entre el 40% y el 80%.

Lazo (2019), indica que la acelga es sensible a las bajas temperaturas, ya que se huela cuando estas descienden por debajo de -5°C, y su desarrollo se detiene cuando bajan de 5°C. Para la germinación, la temperatura mínima es de 5°C y puede alcanzar hasta 30°C a 35°C, con un óptimo entre 15°C y 25°C. Durante el desarrollo vegetativo, las temperaturas oscilan entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27°C a 33°C, con un rango óptimo entre 15°C y 25°C. Estas condiciones térmicas son cruciales para el adecuado crecimiento y rendimiento de la acelga a lo largo de su ciclo de vida.

Lopez y Rodriguez (2023) indican que la acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica bastante los cambios bruscos de temperatura. Las variaciones bruscas de temperatura, cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que se inicie el segundo periodo de desarrollo, subiéndose a flor la planta. La planta se huela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5°C. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6°C y un máximo de 27 a 33°C, con un medio óptimo entre 15 y 25°C. Las temperaturas de germinación están entre 5°C de mínima y 30 a 35°C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22°C. De tal motivo es necesario mantener en esos rangos ya experimentados en otras investigaciones para no tener inconvenientes durante todo el tiempo de producción de la acelga.

### **2.3.2. Suelo**

La acelga es una hortaliza que se adapta en distintos tipos de suelo, sin embargo el rendimiento distingue de acuerdo a su requerimiento, según Rivera (2021), la acelga se desarrolla mejor en los suelos arcillosos debido a una mejor producción, mientras que los suelos arenosos la producción se mantiene. Por lo que la acelga necesita de suelos ricos

en materia orgánica, sueltos y que estos tengan una buena capacidad de retención de humedad.

Gamarra (2021), menciona que el cultivo de acelga ha sido estimado como alimento esencial; para su cultivo se requieren suelos de una textura promedio, se desarrolla de forma idónea cuando la consistencia es arcillosa. Necesita de suelos profundos, permeables, con una elevada cualidad de asimilación y abundantes en materia orgánica en condición de humificación.

ABCRural (2013), indica que los tipos de suelo a los que mejor se adapta son al franco-arenoso y el franco-arcilloso; deben evitarse los suelos bajos y encharcados. Se recomienda hacer un análisis de suelos para determinar el estado y las necesidades de elementos a agregar.

Lopez y Rodriguez (2023), mencionan que para producir acelga se necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación.

## **2.4. Manejo agronómico del cultivo**

### **2.4.1. Preparación del suelo**

Como todas las hortalizas, requiere una esmerada preparación del terreno. Los trabajos preparatorios consisten en una labor profunda con un pase de arado, en la que se aporta el abonado de fondo, y una o dos labores superficiales, con pasadas de rastras, finalmente pasar el rodillo desterrador, para conseguir un terreno mullido. Es recomendable hacer una buena nivelación del terreno, sobre todo si va regar por gravedad (Nuñez, 2016).

### **2.4.2. Almacigo**

Carrera (2015), señala que, no debe prescindirse del semillero en la explotación de acelga, es decir que se debe almacenar para luego llevar al sitio definitivo, aconseja el uso entre 10 a 12 g, por área de terreno, a diferencia de la siembra directa donde se emplea de 55 - 65 g en la misma superficie lo que demuestra el ahorro de semilla y lo importante de la almaciguera.

Para producir buen “almacigado”, es decir, buenos plantines, no debe sembrarse la semilla tupida; la primera entresaca en el semillero se hace dos a tres semanas después de germinada. Se requieren plantines fuertes con unas 3 a 4 hojas; al trasplantarlas no se debe podar las raíces ni las hojas, y se debe mojar la tierra antes o al momento de colocar los plantines. Una tarde fresca o un día nublado es preferible para esta operación (Perez, 2014).

### **2.4.3. Trasplante**

Belhi (2021), indica que, se debe hacer después de 15 días aprox., que la plántula tenga al menos un tamaño de 12cm y 4 pares de hojas verdaderas; deja 15cm entre cada plántula en suelo o maceta.

Según Flores (2007), el trasplante se debe realizar a los 30 días después de la siembra. El trasplante en hortalizas debe realizarse cuando la planta tiene de 4- 6 hojas lo cual ocurre entre los 30 y 40 días después de la siembra.

## **2.5. Labores culturales**

### **2.5.1. Aclareo**

es una práctica agrícola importante que consiste en eliminar plantas adicionales o débiles para permitir que las plantas restantes tengan suficiente espacio, luz, agua y nutrientes para un crecimiento óptimo.

Si la siembra se realiza directamente en el suelo del cultivo, cuando las plantas tienen 3 o 4 hojas verdaderas, se debe aclarar cada golpe de siembra, dejando una sola planta (Humberto, 2019).

Las plantas que se eliminan deben cortarse con una navaja o tijera en lugar de arrancarse. Esto se debe a que arrancarlas podría dañar las raíces de las plantas que deseamos mantener en el suelo de cultivo (Costa, 2015).

### **2.5.2. Deshierbe**

El deshierbe es una práctica fundamental en la agricultura ya que consiste en la eliminación de malas hierbas que compiten con los cultivos principales por recursos como agua, luz y nutrientes, que son de gran importancia para el desarrollo del cultivo.

Salas (2020), indica que Entre las tareas de mantenimiento del cultivo de acelga se encuentra la eliminación de hierbas, que se realizó el retirando manualmente de las malas hierbas. Este proceso no solo ayuda a mantener limpio el cultivo, sino que también permite la ventilación y oxigenación adecuada del suelo.

Según Carrera (2015), El deshierbe es una tarea ligera y se debe realizar solo cuando sea necesario. Consiste en aflojar el suelo y mantener un buen control de malezas. Después de completar esta labor, se recomienda dejar pasar al menos 2 a 3 días antes de realizar otras actividades en el cultivo.

### **2.5.3. Riego**

Salas (2020), menciona que el cultivo de acelga necesariamente requiere de riego frecuente, pero en pequeñas cantidades. Durante el verano, se recomienda una frecuencia de riego diaria y más espaciada durante el resto del año. La idea es que el suelo siempre se encuentre húmedo, pero nunca encharcado.

El riego es un factor importante para el huerto ya que su necesidad es alta sin embargo un exceso puede ocasionar daños como la pudrición de la planta y presencia de plagas, no se recomienda emplear el riego por chorro ya que puede dañar las plantas es preferible el uso de una regadera de forma frecuente y ligera. Es mejor realizar el riego en las primeras horas de la mañana o en la tarde ya que a las horas de más sol se puede dañar el follaje de las hortalizas por la alta transpiración y evaporación del agua del suelo (Vásquez, 2023).

Lazo (2019), En ambientes protegidos, se recomienda realizar el riego cada 2 o 3 días, con un consumo promedio de agua de 5 L/m<sup>2</sup>. En suelos que contienen materia orgánica, suele ser suficiente realizar un riego semanal.

### **2.5.4. Cosecha**

La cosecha es un proceso de recolección de las hojas maduras y comestibles de la planta de acelga que durante su proceso de desarrollo alcanza un tamaño adecuado y listo para ser seleccionadas y cosechadas. Mamani (2015), menciona que para realizar la cosecha hay que cortar únicamente las hojas exteriores que son las más grandes. La recolección se hará a mano utilizando un cuchillo bien afilado. Se debe tener mucha prudencia a la hora de cortarla para no dañar las hojas interiores.

Amachuy (2013), menciona que, la acelga es una hortaliza de brote, por lo general la longitud de las hojas es un indicador de la cosecha siendo el tiempo otro parámetro. El tiempo transcurrido de la siembra al primer corte es de 60 – 70 días. Después se puede cosechar en intervalos de 12 a 15 días, tomando el parámetro de longitud de las hojas para el corte, es cuando la planta alcanza una altura 45 – 50 cm.

Según Nuñez (2016), para la recolección de hoja por hoja, se cortan a partir de la base del peciolo (penca), sin dejar, que ninguna madure en exceso, eligiendo el momento en que estén más tiernas. Es recomendable cortar las hojas con cuchillos o navajas bien afilados, evitando dañar el cogollo o punto de crecimiento, ya que podría provocarse la muerte de la planta, de esta forma se puede obtener una producción media de 15 kilos por metro cuadrado.

## **2.6. Características agronómicas**

### **- Altura de planta**

Ube (2014), indica que, en la variable altura de planta a los 60 días después del trasplante presento mayor altura en el tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (49.63 cm) siendo estadísticamente igual a los tratamientos Fordhook Giant 5 cc + 2 cc (48.5 cm) y Fordhook Giant 4 cc + 2 cc (48.13 cm), y superiores a los demás. Las menores alturas se encontraron en los tratamientos Bali acelga 4 cc + 2 cc (32.63 cm) y Bali acelga 4 cc + 1 cc (35.50 cm), los cuales fueron estadísticamente iguales.

Nuñez (2016), menciona que la variedad Ruibarbo tendió a sobresalir durante todo el proceso de crecimiento manteniéndose en un rango de 32.2 a 35.5 cm de altura, mientras que la variedad Fordhook giant alcanzó su altura máxima con 38.4 cm.

Amachuy (2013), menciona que se tuvo rendimientos de altura de planta en el tratamiento T0 sin la aplicación de humus de lombriz tuvo un promedio de 21.29 cm siendo menor rendimiento en altura, el tratamiento (T1) con 0,48kg/m<sup>2</sup> de humus de lombriz desarrollo 21.72 cm, el tratamiento (T2) con 0,60kg/m<sup>2</sup> de humus de lombriz es el que se desarrolló con mayor altura 23,20 cm y por último, el tratamiento (T3) con 0,72kg/m<sup>2</sup> de humus de lombriz tuvo 22.88 cm de altura de planta.

### - **Número de hojas**

Achupallas (2024), expresa que los tratamientos T7 (*Chlorella* sp. + *Pseudomonas* sp.) y T8 (testigo +) presentaron un mayor número de hojas en la última evaluación con 11 y 10 hojas, mientras que, el testigo sin inocular alcanzó sólo 7 hojas.

Coy (2023), indica que durante el estudio, la cantidad de hojas de la planta de acelga demostró un desarrollo notable a los 70 días después de la siembra. En este punto, las plantas presentaban entre 7 y 8 hojas completamente desarrolladas, lo cual sugiere un progreso satisfactorio en términos de crecimiento foliar

Ube (2014), menciona que a los 60 días después del trasplante en el tratamiento Bali acelga 4 cc + 2 cc (13.1 hojas), demostró el mayor registro. En el tratamiento Fordhook Giant 4 cc + 2 cc con (10.8 hojas) se observó menor número de hojas.

### - **Longitud de hoja**

Núñez (2016), Indica que la variedad Fordhook giant reportó mayores longitudes con 29.6 y 29.5 cm, mientras que la variedad Ruibarbo presentó longitudes menores con un promedio de 20.5, 19.6, 25.7, 28.1 y 28.5 cm durante las cosechas.

Ube (2014), menciona que a los 60 días después del trasplante la mayor longitud de hoja se observó en el tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 1 cc con 47.1 cm, siendo igual estadísticamente a los tratamientos Fordhook Giant 5 cc + 2 cc (46.2 cm), Fordhook Giant 4 cc + 2 cc (45.1 cm) y Fordhook Giant 4 cc + 1 cc (44.6 cm). El menor promedio se encontró en el tratamiento Bali acelga 4 cc + 2 cc (32.1 cm).

### - **Longitud de lámina**

Flores (2007), mostro que hubo diferencias en cuanto a la longitud de lámina en ambas variedades, teniendo promedios de 33,63 cm de longitud de lámina en la variedad Fordhook y teniendo menor promedio con 27,57 cm en la variedad Bressane.

Salas (2019b), Menciona que la diferencias entre la longitud de lámina fueron tan demostrativas ya que se tuvo promedios de 19,09 cm el valor más alto hasta 16, 24 cm de longitud de hoja durante el proceso de desarrollo.

### - **Peso promedio**

Achupallas (2024), menciona que de acuerdo a lo establecido durante la investigación, se aprecia que en el tratamiento T8 se tuvo un peso promedio de 380,26 g a comparación del tratamiento T9 que demostró un peso promedio de 175,53 g.

Yampa (2020), Indica que la variedad Fordhook giant con una dosis de 10% tuvo un peso promedio de 510 g siendo la más alta en la variedad, en cambio en la variedad verde penca blanca (lisa) la que obtuvo un mayor peso es de la dosis de 20% donde se registró un peso 480 g.

### - **Numero de hojas cosechadas**

Yampa (2020), menciona que la variedad que tuvo una mayor ventaja fue la variedad Fordhook giant que obtuvo un número de hojas de 6, mientras que la variedad Verde penca blanca obtuvo 5 hojas cosechadas que fueron aprovechadas.

## **2.7. Requerimientos nutricionales de la acelga**

Miranda (2018), menciona que la acelga requiere los siguientes nutrientes:

### - **Nitrógeno**

150-200 kg/ha de N; 80-100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Es el motor del crecimiento de la planta. Suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) o de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes.

### - **Fósforo**

Dosis total: 80-100 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Suple de 0.1 a 0.4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos

de crecimiento de la planta. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde la fijación limita su disponibilidad.

#### - **Potasio**

Dosis total: 60-100 kg/ha  $K_2O$  (si análisis de suelo indica menos de 200 ppm de K).  
Suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades.

### **2.8. Abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son productos naturales resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y por ende la producción y productividad de los cultivos (Torres, 2013).

Previamente al cultivo, y de acuerdo al estado del suelo, conviene la incorporación de materia orgánica, que puede ser estiércol vacuno hasta 80 t/ha, estiércol de ave 40 t/ha o bien humus de lombriz 5 t/ha. La fertilización básica es de 4-16-8- de 100 a 150 g/m<sup>2</sup>, seguido de aplicación nitrogenada de urea 200 kg/ha o nitrato de amonio 20 g/m<sup>2</sup> (ABCRural, 2013).

Así también, la acelga responde ampliamente a las aplicaciones de estiércol; el Salitre estimula el desarrollo de las hojas, que se dan de gran tamaño y buena presentación. Se aplica en fuertes dosis: 400 a 600 kilos por hectárea; un tercio durante el primer desarrollo, el resto fraccionado en pequeñas dosis proporcionadas a continuación de las recolecciones de hojas, a fin de mantener la planta en constante crecimiento (INIA, 2011).

#### **2.8.1. Uso y Efecto**

Sigcha (2022), indica que la principal importancia del uso de fertilizantes orgánicos es que son una fuente de vida para las bacterias del suelo y son esenciales para la nutrición de las plantas. Los abonos orgánicos permiten descomponer los nutrientes en el suelo y permite que las plantas los absorban mejor, promoviendo un crecimiento óptimo para las plantas. Los fertilizantes orgánicos no solo aumentan el estado nutricional del suelo, sino que

también mejoran la condición física (estructural), aumentando la absorción de agua y la capacidad del suelo para retener la humedad. El efecto es duradero y prolongado, que pueden usar regularmente sin dejar secuelas en el suelo y ahorra mucho. Estos productos no solo son beneficiosos para la tierra sino también desde el punto de vista económico: un saco de abono químico cuesta hasta 10 veces más que el precio que se adquiere un abono orgánico.

El mismo autor señala que los abonos de inicio son los abonos que se obtienen de la descomposición y mineralización el material orgánico (estiércol, desechos de cocina, pastos incorporados al suelo en estado verde, etc.) los cuales son usados para recuperar suelos agrícolas con el propósito de incrementar la presencia de microorganismos en el suelo, debido a la gran concentración de energía y microorganismo que contribuyen al desarrollo fisiológico, sin embargo, los contenidos de microelementos suelen ser bajos.

Así también, indica que el uso de fertilizantes orgánicos, para cualquier tipo de cultivo, es cada vez más frecuente en nuestro medio por dos motivos: los fertilizantes orgánicos que se producen son de mayor calidad y a menor precio, en comparación de los fertilizantes químicos que se adquieren en el mercado. El contenido de nutrientes de la materia orgánica es una función de la concentración en los residuos empleados. En realidad, estos productos afectan al suelo de tres formas: físicas, químicas y biológicas.

### **2.8.2. Propiedades físicas**

Según Carrera (2015), el abono orgánico por su color oscuro absorbe más las radiaciones solares, el suelo adquiere más temperatura lo que le permite absorber con mayor facilidad los nutrientes.

También indica que mejora la estructura y textura del suelo haciéndole más ligero a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. También permite mejorar la permeabilidad del suelo ya que influye en el drenaje y aireación de éste. Aumenta la retención de agua en el suelo cuando llueve y contribuye a menorar el uso de agua para riego por la mayor absorción del terreno; además, disminuye la erosión ya sea por efectos del agua o del viento.

### **2.8.3. Propiedades químicas**

Los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad, Carrera (2015).

### **2.8.4. Propiedades biológicas**

Carrera (2015), menciona que los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.

El mismo autor indica que también se producen sustancias inhibidoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo.

### **2.8.5. Humus**

Terán (2017), menciona que el humus de lombriz es uno de los mejores abonos orgánicos disponibles debido a su alto contenido de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, fundamentales para el crecimiento saludable de las plantas. Este producto natural es ampliamente utilizado en la agricultura por su capacidad para mejorar la estructura del suelo y promover su recuperación. Contiene altas concentraciones de ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales juegan un papel fundamental en mantener el suelo en condiciones fisiológicas óptimas para su uso en siembras.

Perez (2011), indica que el humus de lombriz como parte de los sustratos ha demostrado consistentemente mejorar la germinación, el crecimiento de plántulas y la floración de plantas ornamentales. Este efecto positivo se observa incluso con tasas de sustitución bajas y independientemente del suministro adicional de nutrientes externos. Además, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad, y gracias a su pH neutro es recomendado para su uso en especies sensibles.

### **2.8.6. Características importantes del humus**

Según Piza (2017), las características importantes del humus son las siguientes:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulado de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta 5 años.
- Aporta una amplia gama de elementos nutritivos y minerales, siendo una fuente rica y completa de nutrientes para las plantas.
- Es rico en oligoelementos.
- Los agregados del humus de lombriz son resistentes a la erosión hídrica.
- Alta carga microbiana (40000 millones/g) que restaura la actividad biológica del suelo
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y el aire, aumentando la retención de agua y la, capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bio-orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- tiene un pH neutro y puede ser aplicado en cualquier dosis sin riesgo de quemar las plantas. Su composición química equilibrada y armoniosa permite incluso sembrar semillas directamente en él sin ningún riesgo.

#### **2.8.7. Características físico químicas del Humus**

Según Vásquez (2023), El humus de lombriz es una sustancia de color negro oscuro, caracterizado por su alto contenido de carbono, que proviene de la descomposición de materia orgánica por las lombrices. Este proceso biológico natural da como resultado un producto altamente beneficioso para la agricultura y la jardinería. En términos de composición, el humus de lombriz es rico en elementos químicos esenciales para las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (cuadro 1). Estos nutrientes son fundamentales para el crecimiento saludable de las plantas, contribuyendo a su desarrollo y producción, además de su contenido nutricional, el humus de lombriz contiene ácidos húmicos y fúlvicos. Estos compuestos orgánicos son conocidos por mejorar la estructura del suelo y aumentar su fertilidad.

El humus de lombriz no solo aporta nutrientes esenciales para las plantas, sino que también mejora la estructura del suelo y promueve su salud general. Es una opción natural y sostenible para enriquecer los suelos y optimizar el rendimiento de los cultivos de manera respetuosa con el medio ambiente.

**Cuadro 1. Composición química del humus.**

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Humedad (%)	30-60
pH	6.8-7.2
Nitrogeno (%)	2.6 a 8
Fosforo (%)	2-8.
Potasio (%)	1-2.5
Calcio (%)	2´-8
Magnesio (%)	1-2.5
Materia organica (%)	30-70
Carbono organico (%)	14-30
Ácidos fúlvicos (%)	14-30
Ácidos húmicos	2.8-5.8
Sodio (%)	0.02
Cobre (%)	0.05
Hierro (%)	0.02
Manganes (%)	0.006
Relacion C/N (%)	10-11.

Fuente: Vásquez (2023).

### 2.8.8. Bondades del humus

Tenecela (2012), menciona que entre las cualidades positivas:

- Disminuye el impacto ambiental producido por los agroquímicos.
- Efectúa un eficiente control del "mal de los almácigos" o dumping off, enfermedad causada por un grupo de hongos que habitan el suelo.
- Interviene en favorecer varios procesos fisiológicos de las plantas como son la frotación, la floración, la madurez y el color de las hojas, las flores y los frutos.
- Aumenta entre un 5 y un 30 % la capacidad de retención hídrica.
- Produce un aumento de tamaño de las plantas, arbustos y árboles.
- Protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante todo el año

El humus de lombriz cómo materia prima proporciona una serie de beneficios, entre los que destacan: poseer un tamaño fino de partículas, una elevada porosidad y por ende una adecuada aireación y drenaje, alta capacidad de retención de agua, elevados niveles de actividad microbiana y un alto contenido de ácidos húmicos totales. Además, gracias a su bajo costo de producción surge como una alternativa al uso de turba y otros medios de cultivo (Perez, 2011).

## **2.9. Efectos productivos de los abonos orgánicos en el cultivo de la acelga (Rendimiento)**

Guerra *et al.* (2016), Indica que el efecto de compost con la aplicación de 300 g/m<sup>2</sup> el cultivo de acelga fue capaz de aprovechar el abono en función a su rendimiento agrícola en los tratamientos, siendo el de mayor rendimiento de 1,65 kg/m<sup>2</sup>.

Amachuy (2013), menciona que la incorporación de humus de lombriz con 0,077kg/m<sup>2</sup> en el T2 y 0,096 kg/m<sup>2</sup> en el T3 tuvo un efecto significativo en el aprovechamiento de humus en la acelga, obteniendo un rendimiento de 2,25 kg/m<sup>2</sup> con la primera aplicación de humus y seguidamente 2,85 kg/m<sup>2</sup> con la segunda aplicación.

Quispe (2009), menciona que el rendimiento de una plantación de acelga puede variar entre 25 y 50 t/ha. Las hojas de acelga, una vez cortadas, se lavan y se agrupan en manojos.

Según Candia (2018), realizó un estudio de comparación entre dos variedades de acelga durante su investigación, bajo diferentes dosis de abonamiento con biol porcino, encontró un rendimiento de promedio de 13,33 kg/m<sup>2</sup> para cuatro cosechas (lo que equivale a 3,33 kg/m<sup>2</sup> por cosecha individual) realizadas en el cultivar Fordook Giant.

Los rendimientos obtenidos del cultivo de la hortaliza de acelga en ambientes atemperados se sitúan típicamente en un rango de 30 a 50 t/ha Este rango puede variar dependiendo de varios factores como las prácticas agrícolas empleadas, las condiciones climáticas específicas y el manejo del cultivo (Nuñez, 2016).

## **2.10. Beneficios en el cultivo de acelga en sistemas de producción en ambiente protegido (B/C)**

Carrera (2015), indica que el análisis económico realizado a través del indicador beneficio/costo y tomando en consideración todos los gastos en el proceso de la investigación, se determinó que la mayor rentabilidad en la producción de acelga se consiguió cuando se utilizó el T<sub>3</sub>, con Bs 1,50 en total, estableciendo que por cada Bs invertido se obtuvo de ganancia Bs 0,50.

Humberto (2019), indica que se tubo rendimientos por cada boliviano invertido, el tratamiento con mayor rentabilidad es el T<sub>3</sub> que demuestra 1,37 Bs que por cada Bs invertido se ganara 0,37 Bs y seguidamente el T<sub>2</sub> que demuestra 1,26 bs lo que indica un

beneficio 0,26 Bs por cada boliviano invertido y con el tratamiento que se obtiene menores ingresos es el tratamiento T<sub>4</sub> que demuestra que por cada Bs se recupera lo invertido de 1,01 Bs.

Mamani (2015), menciona que el tratamiento con nitrato de amonio obtiene mejores resultados económicos, ya que por cada boliviano invertido se recupera y además se gana 0,69 Bs; con el tratamiento testigo que es el segundo con el que se obtiene un beneficio alto se recupera 0,44 bolivianos por cada boliviano invertido; por último el tratamiento con el que se obtiene menores ingresos es el tratamiento con humus de lombriz pero aun así se recupera lo invertido y se obtiene un retorno de 0,42 bolivianos.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización**

##### **3.1.1. Ubicación Geográfica**

El desarrollo de esta investigación se realizó en las dependencias de la Universidad Pública de El Alto UPEA. La estación forma parte de Kallutaca que es una de las 51 comunidades de la segunda sección del Municipio de Laja, provincia Los Andes. La comunidad Kallutaca limita al norte con la Provincia Murillo; al sur con las comunidades Ticuyo y Quentavi; al este con la provincia Murillo y al oeste con la comunidad Quella Quella (Yapu, 2020).

##### **3.1.2. Características Edafoclimáticas**

###### **3.1.2.1. Clima**

El clima en la Estación Experimental de Kallutaca se caracteriza por ser frío y seco. Existe una división entre época seca y época de lluvia que abarcan entre 8 y 4 meses, respectivamente. La temperatura promedio es de 14 °C, una humedad relativa promedio de 35 % con una precipitación pluvial de 600-650 mm/año (Layme, 2016).

###### **3.1.2.2. Suelo**

Los suelos de la estación de Kallutaca precinta acumulación de restos vegetales y se caracterizan por ser franco-arenosos muy superficiales, con grava dominante en el estrato inferior. Sin embargo, también se puede encontrar suelos que describen un paisaje de

mesetas que son moderadamente profundos y su textura va de franco-arcillosa a franco-limosa y son moderada a imperfectamente drenadas (Quispe, 2016).

### **3.1.2.3. Vegetación**

Las características de suelo y clima han determinado las condiciones para que se adapten al medio altiplánico semiárido varias especies cultivadas como papa (*Solanum tuberosum*), quinua (*Chenopodium quinoa*), oca (*Oxalis tuberosa*), ullucu (*Ullucus tuberosus*), cebada (*Hordeum vulgare*) y otras especies de gramíneas, compuestas y algunas leguminosas, Cyperáceas, Juncáceas y Chenopodiáceas. Se evidencia la predominancia de la paja brava o jichus (*Stipa ichu*), chillihua (*Festuca dolichophylla*) y cebadilla (*Bromus sp.*), asociadas con cola de ratón (*Hordeum muticum*), calamagrostis, yawara (*Nasella meyeniana*), layu layu (*Trifolium amabile*), kora (*Tarasa tenella*), kailla (*Tetraglochin cristatum*), y ñaka thola (*Baccaris incarum*) (Yapu, 2020).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de insumo**

- Humus

### **3.2.2. Material biológico**

- Semillas de acelga variedad Penca blanca
- Semillas de acelga variedad Fordhook giant

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

- Cuaderno de campo
- Marbetes
- Cámara fotográfica
- Flexómetro
- Atomizador manual
- Balanza
- Tijera podadora
- Picota
- Pala

- Chuntilla
- Rastrillo
- Estacas
- Motocultor
- Guantes
- Carretilla
- Baldes

#### **3.2.4. Material de gabinete**

- Libreta de campo
- Lápiz
- Material bibliográfico
- Equipo de computación
- Impresora

### **3.3. Método de la investigación**

La presente investigación fue de tipo experimental cuantitativo, por lo tanto, la población fue conformada por 270 plantas de acelga, 135 de la variedad Penca blanca y 135 de la variedad Fordhook giant, se tuvo 3 bloques y en cada bloque 6 tratamientos donde estuvieron destinadas ambas variedades, cada tratamiento se conformó de 15 plantas de acelga, la cual 10 plantas se tomó en cuenta para que sea más confiable los resultados, las 10 plantas fueron sorteadas completamente al azar para la toma de datos que se realizó cada 15 días hasta la cosecha, las técnicas de instrumento de investigación empleadas fueron las entrevistas, observaciones, toma de datos, documentos de archivos y fuentes de información, los datos fueron procesados utilizando el InfoStat, una vez procesado los datos fueron interpretados y discutidos de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación.

#### **- Establecimiento del área experimental**

Para dar inicio al procedimiento de investigación sobre la producción de variedades de acelga, se seleccionó como área experimental una de las carpas gemelas ubicadas en el Centro Experimental de Kallutaca, perteneciente a la carrera de Ingeniería Agronómica. Este centro proporciona condiciones controladas y adecuadas para llevar a cabo estudios precisos en el campo de la agricultura, asegurando así la consistencia y la fiabilidad de los

resultados obtenidos. La elección de esta instalación específica se basó en su infraestructura especializada, diseñada para facilitar el desarrollo y la evaluación de diferentes variedades de acelga bajo condiciones controladas y reproducibles. (Figura 1).



**Figura 1. Establecimiento del área experimental**

**- Preparación del sustrato para el almacigo**

El sustrato utilizado para la siembra de las semillas en ambas variedades consistió en una mezcla compuesta por 2 partes de arena, 2 partes de tierra local, 1 parte de turba y 1 parte de compost. Esta combinación proporcionó un ambiente de crecimiento equilibrado y nutritivo para las semillas, facilitando su germinación y el desarrollo inicial de las plántulas de acelga. (Figura 2).



**Figura 2. Preparación del sustrato para el almacigo**

### - Almacigo

Para este efecto se utilizó cajas almacigueras bajo ambiente protegido, preparando turba, arena y tierra de lugar, posteriormente se realizó la desinfección de la turba con agua hervida, una vez enfriado se procedió a la siembra de semilla al boleó para luego realizar el riego a capacidad de campo, esto para dar a la semilla las condiciones necesarias para su germinación (Figura 3).



**Figura 3. Almacigo**

#### 3.3.1. Labores antes del trasplante

Las labores que se realizaron antes del trasplante fueron las siguiente:

##### - Muestreo de suelo

El muestreo del suelo que se realizó (figura 4) fue del área experimental donde fue llevado a cabo la investigación llegando a obtener muestras de cada lugar del área haciendo el tipo de muestreo zig zag teniendo muestras alternas entre uno y otro lado del área experimental, por lo tanto, fueron cuarteadas homogéneamente hasta tener la muestra compuesta la cual fue llevado al laboratorio LAFASA 1 kg de suelo que se obtuvo de la muestra.



**Figura 4. Muestreo de suelo**

**- Preparación del terreno experimental**

Para preparar el suelo adecuadamente, comenzamos con el desterronado y la roturación a una profundidad de 30 cm con la ayuda de un motocultor, picota y rastrillo. El objetivo principal fue asegurar que el suelo estuviera bien mullido y libre de terrones, lo cual es importante para facilitar el crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes por parte de las plantas, luego de esta fase inicial, procedimos con el nivelado del terreno para asegurar una superficie uniforme y adecuada para el trasplante de las plantas seleccionadas. (Figura 5).



**Figura 5. Preparación del terreno experimental**

**- Instalación del sistema de riego**

La instalación se llevó a cabo utilizando cintas de riego R x G con emisores distribuidos cada 30 cm entre puntos de goteo y a una distancia de 50 cm entre líneas. Cada unidad experimental fue equipada con un total de 3 cintas de goteo (Figura 6). Este sistema de

riego por goteo garantiza una aplicación eficiente del agua, optimizando su uso y proporcionando condiciones ideales durante el desarrollo del cultivo a lo largo de todo el ciclo de cultivo



**Figura 6. Instalación del sistema de riego**

**- Distribución de tratamientos**

Se realizó de acuerdo a las dimensiones establecidas en el croquis (anexo 3), se utilizó la respectiva wincha para medir el área de experimento, a medida de ir realizando las mediciones se iban colocando las respectivas estacas para ya al finalizar marcar con las cintas cada tratamiento y para finalizar se puso los respectivos marbetes por bloque y sus tratamientos que correspondían a cada bloque indicando la variedad de la acelga y la dosis del humus (Figura 7).



**Figura 7. Distribución de tratamientos**

### - Aplicación de Humus por tratamiento

La incorporación del humus durante el trasplante del cultivo de acelga es fundamental para fomentar un desarrollo saludable y productivo de las plantas. Al agregar humus al suelo antes del trasplante, también se aportó una fuente abundante de materia orgánica y nutrientes esenciales ya que el humus viene acompañado con esos nutrientes de gran importancia que requiere la planta. Esta práctica no solo mejora la estructura del suelo, si no que también facilita una mejor retención de agua y una adecuada aireación para las raíces de las plantas y promueve la actividad microbiológica beneficiosa, por esa razón se incorporó el humus de la siguiente manera:

En el tratamiento T0 (Penca blanca) y el tratamiento T4 (Fordhook giant), no se aplicó ningún tipo de materia orgánica, porque representan como el testigo del experimento en ambas variedades. T0 = 0 kg/m<sup>2</sup> y T4= 0 kg/m<sup>2</sup>.

En el tratamiento T2 (Penca blanca) y el tratamiento T5 (Fordhook giant), se incorporó 0.44 kg/m<sup>2</sup> en ambas variedades. T2 = 0.44 kg/m<sup>2</sup> y T5= 0,44 kg/m<sup>2</sup>.

En el tratamiento T3 (Penca blanca) y el tratamiento T6 (Fordhook giant), se incorporó 0.88 kg/m<sup>2</sup> en ambas variedades. T3 = 0.88 kg/m<sup>2</sup> y T6= 0.88 kg/m<sup>2</sup>

De esa manera fue distribuido las dosis de Humus en cada tratamiento de acuerdo a los bloques y tratamientos ya ubicados en el área de experimento (Figura 8) cálculo de dosificación de niveles de humus ver anexo 5.



**Figura 8. Aplicación de humus por tratamiento**

### - **Trasplante**

Esta labor se realizó a los 40 días después de la siembra, cuando las plántulas tuvieron entre 4 - 5 hojas han sido trasplantadas. El proceso se realizó en horas de la tarde, previa definición del área y distancia, mediante la apertura de hoyos con la ayuda de un repicador y luego se trasplanto a una distancia entre líneas de 30 cm. y entre plantas a 50 cm (Figura 9).



**Figura 9. Trasplante**

### **3.3.2. Labores culturales**

Entre las labores culturales que se realizaron durante el proceso de investigación para la producción de las variedades de acelga se incluyeron distintos pasos para ajustar las estrategias de cultivo según sea necesario, para eso se realizó lo siguiente:

#### **- Cálculo de riego**

Las primeras semanas el riego fue superficial hasta que las plantas se encuentren en un mejor estado después de haber sido trasplantadas, desde la primera semana el riego se programó 20 min cada 24 horas por día. La lámina de riego que se estableció fue de 0,4 mm y la lámina durante todo el proceso de investigación fue de 36 mm, por lo tanto, se aplicó una lámina de riego total de 1458 litros de agua, se puede decir que por cada planta se utilizó 5,4 litros de agua durante todo el proceso de investigación (Figura 10), cálculo de lámina de riego ver anexo 4.



**Figura 10. Cálculo de riego**

Lazo (2019), indica que, en ambientes protegidos el riego debe realizarse cada 2 o 3 días, y que el consumo de agua promedio es de 5 L/m<sup>2</sup>. En suelos con materia orgánica es suficiente un riego semanal.

#### - **Control de malezas**

Se llevó a cabo un control manual periódico para monitorear la presencia y emergencia de malezas que se presentaron como diente de león (*Taraxacum officinale*) y pasto de invierno (*Poa annua*). Estas labores fueron fundamentales para mantener el área alrededor de las plantas de acelga libre de malezas, reduciendo así la competencia por nutrientes y agua en el suelo. La eliminación regular de estas malezas no solo promovió un entorno más saludable para el crecimiento de las acelgas, sino que también contribuyó a optimizar la eficiencia de los recursos y el rendimiento del cultivo. (Figura 11).



**Figura 11. Control de malezas**

### - Toma de datos

La toma de datos se realizó por las mañanas. La primera fue a los 15 días después del trasplante, registrando la altura de la planta y el número de hojas. En la segunda toma, nuevamente después de 15 días, se incluyeron todas las variables agronómicas. Para registrar estos datos, se utilizó una cinta métrica, un cuaderno y un bolígrafo. Después de otros 15 días, se realizó la tercera toma de datos. Antes de la cosecha y durante cada cosecha, se tomaron datos adicionales de cada variable con la asistencia de un compañero que registraba la información correspondiente a cada muestra. (Figura 12).



**Figura 12. Toma de datos**

### - Cosecha

Para este fin el cultivo alcanzó la madurez y el tamaño adecuado de hoja, la cosecha se realizó manualmente tomando el pecíolo con el pulgar e índice de la mano para luego realizar un movimiento firme de 90 ° en dirección de las manecillas del reloj, esto a nivel de la inserción del pecíolo con el tallo, se cosecho toda la parcela, se utilizó la balanza para dicho peso de cada muestra que ha sido sorteada para la toma de datos, las mismas que fueron cosechadas, las cuales han sido medidas de acuerdo a cada variable de respuesta. Las cosechas se realizaron cada 15 días (Figura 13).



**Figura 13. Cosecha**

#### - Podas de brotes

Las podas han sido hechas posteriores a la cosecha, efectuando cortes verticales alrededor del tallo a la altura de la base de los pecíolos donde salieron los hijuelos, los cuales han sido cortados en su totalidad dejando sólo los brotes centrales teniendo el cuidado de no dañar el tallo de la planta.

#### 3.3.3. Diseño experimental

El diseño que se utilizó en el presente experimento para la evaluación de la producción de acelga fue el diseño completamente al azar (DBCA) con arreglo bifactorial (Alcarraz y Alcarraz, 2019).

Por lo que el modelo aditivo lineal fue lo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + Y_k + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = representa a la variable dependiente

$\mu$  = representa la media global de todos los tratamientos

$Y_k$  = representa el bloque

$\alpha_i$  = representa el factor A (variedades de acelga)

- $i$  = representa los niveles del factor A (variedades de acelga)
- $\beta_j$  = representa en factor B (dosis de humus)
- $j$  = representa los niveles del factor B (dosis de humus)
- $\alpha\beta_{ij}$  = representa la interacción de los niveles  $ij$  de los factores A (variedades de acelga) y B (dosis de humus)
- $\epsilon_{ijk}$  = representa el error experimental

### 3.3.4. Factores de estudio

Los factores de estudio fueron los siguientes:

Factor A: **Variedades de acelga**

$a_1$  = Variedad Penca Blanca

$a_2$  = variedad Fordhook giant

Factor B: **Dosis de humus**

$b_1$  = testigo

$b_2$  = 0.44 kg/m<sup>2</sup> de Humus

$b_3$  = 0.88 kg/m<sup>2</sup> de Humus

#### 3.3.4.1. Formulación de tratamientos

$T_1$  =  $a_1b_1$  (Penca Blanca \* testigo)

$T_2$  =  $a_1b_2$  (Penca Blanca \* 0.44 kg/m<sup>2</sup> de humus)

$T_3$  =  $a_1b_3$  (Penca Blanca \* 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus)

$T_4$  =  $a_2b_1$  (Fordhook giant \* testigo)

$T_5$  =  $a_2b_2$  (Fordhook giant \* 0.44 kg/m<sup>2</sup> de humus)

$T_6$  =  $a_2b_3$  (Fordhook giant \* 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus)

**Croquis experimental (anexo 3)**

### 3.3.5. Variables de respuesta

#### 3.3.5.1. Altura de planta

Para comenzar con la toma de datos del experimento, pasado los 15 días de trasplante se realizó la primera toma de datos con la variable de altura de planta y posteriormente cada 15 días hasta la cosecha y antes de realizar la cosecha, La altura de planta fue medida en cm, desde la base hasta la altura que se encontraba la planta (Figura 14), durante esta actividad se tuvo cuidado de no lastimar o romper las hojas para evitar pérdidas posteriores. Para determinar este parámetro se realizó la mensura de las plantas seleccionadas al azar por unidad experimental.



**Figura 14. Altura de planta**

#### 3.3.5.2. Numero de hojas

Esta variable fue la segunda variable que se tomó en cuenta a los 15 días de trasplante, en la primera toma de datos ya que en ese entonces se podía observar el número de hojas de la planta y posteriormente fueron tomadas cada 15 días hasta la primera cosecha y sucesivamente antes de cada cosecha, para esta variable se contabilizó el número total de hojas por planta al momento de cada toma de datos y antes de las cosechas (Figura 15) para todas las muestras. Se conto las hojas de las plantas previamente definidas para objeto de estudio y una vez contadas se iban registrando en el libro de campo.



**Figura 15. Numero de hojas**

#### **3.3.5.3. Longitud de hoja**

Este proceso consistió en medir la distancia desde la base del pecíolo, donde la hoja se une con el tallo, hasta el ápice de la hoja, que es el punto más distal o terminal. Este método garantizó que todas las mediciones fueran consistentes y comparables entre las diferentes variedades de acelga evaluadas, proporcionando datos precisos sobre la longitud de las hojas, un factor importante para evaluar la calidad y el potencial comercial del cultivo. (Figura 16).



**Figura 16. Longitud de planta**

#### **3.3.5.4. Longitud de lámina**

Esta medida se tomó de las plantas seleccionadas como muestra de cada tratamiento, la toma de datos se realizó antes cada cosecha, se midió la longitud de estas hojas desde la base de la lámina hasta el ápice para determinar su tamaño estándar y asegurar una cosecha consistente y de calidad (Figura 17).



**Figura 17. Longitud de lámina**

#### **3.3.5.5. Peso promedio de hojas de acelga**

En esta variable se procedió a pesar las hojas cosechadas de cada muestra según el número de muestras y el tratamiento correspondiente. Este proceso permitió registrar el peso específico de cada muestra recolectada, proporcionando datos precisos para el análisis y la evaluación comparativa entre los diferentes tratamientos. (Figura 18).



**Figura 18. Peso promedio de hojas de acelga**

#### **3.3.5.6. Número de hojas cosechadas**

Para realizar esta variable, se procedió a pesar las hojas cosechadas de cada muestra por tratamiento. Este proceso se llevó a cabo para obtener datos precisos sobre el rendimiento de cada tratamiento y garantizar una evaluación exhaustiva de los resultados obtenidos (Figura 19), los datos se registraron en gramos.



**Figura 19. Numero de hojas cosechadas**

#### **3.3.5.7. Rendimiento kg/m<sup>2</sup>**

Para determinar el rendimiento, se pesaron las hojas cosechadas de toda las muestras expresadas en kg, este proceso se hizo en cada tratamiento experimental. Para esto se utilizo una balanza electrónica, posteriormente, se calculó el promedio de estos datos para obtener el rendimiento en kg/m<sup>2</sup> (Figura 20).



**Figura 20. Rendimientos kg/m<sup>2</sup>**

#### **3.3.6. Análisis económico**

El análisis de un experimento agrícola es de importancia porque el agricultor estará interesado en el retorno monetario, ya sea que produzca mucho o poco, pensando en el beneficio que obtendrá principalmente por las justificaciones que pueda dar a la inversión realizada en la construcción del ambiente atemperado.

El análisis económico se realizó en función del rendimiento y el costo de cada tratamiento en estudio, luego se obtuvo la relación costo beneficio e indicó el mejor tratamiento en términos económicos.

Para el análisis económico se consideró la relación Beneficio/costo de la siguiente manera:

- **Ingreso bruto**

$$IB = R \times P$$

Dónde:

**IB** = Ingreso Bruto

**R** = Rendimiento

**P** = Precio en el Mercado.

- **Ingreso Neto**

$$IN = IB - CP$$

Dónde:

**IN** = Ingreso Neto

**IB** = Ingreso Bruto

**CP** = Costos de Producción

- **Relación Beneficio / Costo**

$$B/C = IB/CP$$

Dónde:

**B/C** = Relación Beneficio Costo

**IB** = Ingreso Bruto

**CP** = Costos de Producción

Salas (2019a), indica que la relación Beneficio Costo se determina de la siguiente forma:

**La relación  $B/C > a 1$ :** Los ingresos económicos son mayores a los gastos de producción, por lo tanto, el cultivo es rentable, el agricultor tiene ingresos.

**La relación  $B/C = a 1$ :** Los ingresos económicos son iguales a los gastos de producción, por lo tanto, el cultivo no es rentable, solo cubre los gastos de producción, por lo tanto, el agricultor no gana ni pierde.

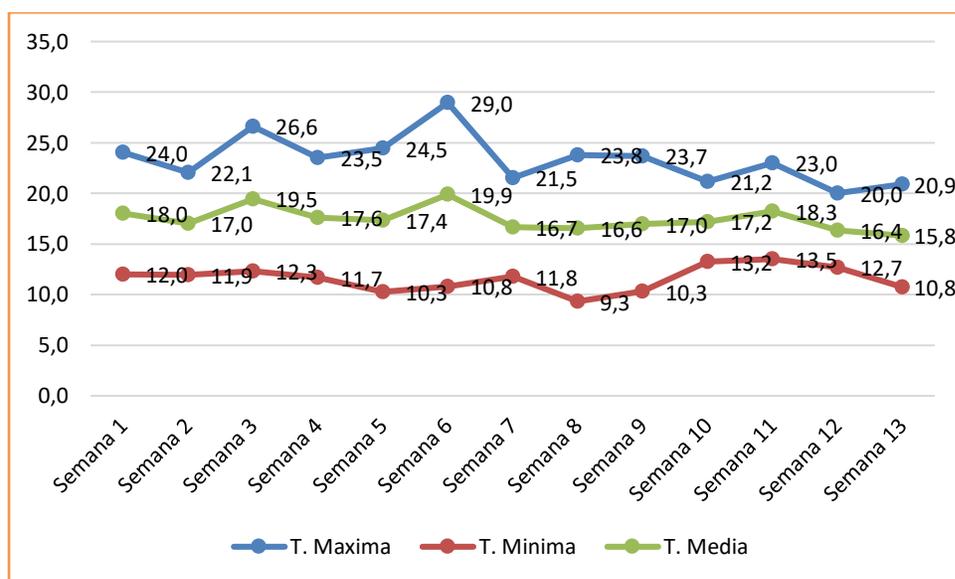
**La relación  $B/C < a 1$ :** No existe beneficio económico, por lo tanto, el cultivo no es rentable, el agricultor pierde.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Microclima al interior de la carpa

#### 4.1.1. Comportamiento de la temperatura durante el experimento

Las variaciones de la temperatura durante el experimento dentro el ambiente protegido, tanto máximas como mínimas para cada mes (Figura 21), donde muestra que la temperatura máxima fue de 29,0 °C. registrada en la semana 6 en el mes de noviembre, la temperatura media de 19,9 °C en la semana 6 del mismo mes de noviembre, siendo la temperatura mínima de 9,3 °C reportado en la semana 8 del mes de diciembre del mismo año 2023.



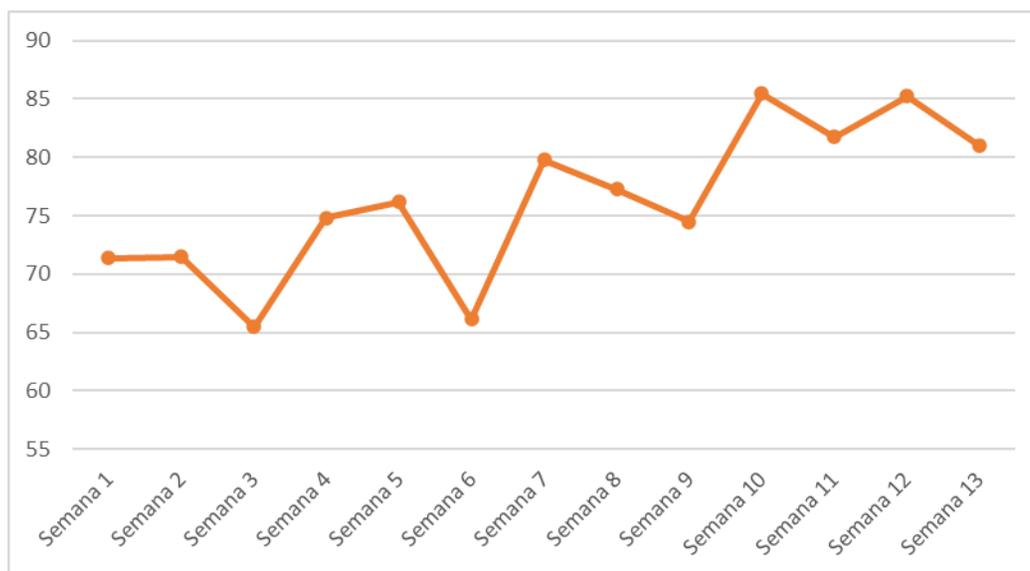
**Figura 21. Temperatura registrada dentro del invernadero durante el ciclo de producción de acelga**

Las temperaturas a encontrarse en el presente estudio fueron favorables para el cultivo de acelga, la mínima encontrada estuvo en el rango permitido, tuvo un desarrollo y un crecimiento adecuado que favoreció mucho al cultivo de acelga durante su ciclo de producción, la cual coincidió con Lopez y Rodriguez (2023) que indica que las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6 °C y un máximo de 27 a 33 °C con una media optima de 15 y 25 °C.

Por otro lado, según las temperaturas registradas durante el proceso de producción está por debajo de los datos mencionados por Humberto (2019), donde indica que la máxima fue de 41.12 °C, una mínima de 9,16 °C y una media de 24,60 °C. Sin embargo Salas (2019a), menciona que se trata de un cultivo rustico, que se adapta a varias condiciones de clima. Resiste bien los rigores del invierno y los calores del verano.

#### 4.2. Humedad relativa

Se puede observar los resultados medios de la humedad relativa (Figura 22) que se deslizo dentro de la carpa solar en el lugar de la investigación desde el principio de trasplante de las plantas de variedades de acelga hasta la cosecha realizada, humedad relativa ver anexo 6.



**Figura 22. Humedad relativa al interior de la carpa solar**

Se observa que la humedad relativa registro un promedio máximo de 85,44 % durante el proceso de producción de las variedades de acelga, al respecto Herrera y Ormaza (2023), menciona que la humedad relativa debe estar entre 60 – 80%ya que este nivel de humedad ayuda mucho a crear un ambiente adecuado para el crecimiento de la acelga.

Así también las plantas desarrollan en un medio ambiente de humedad relativa del aire que oscila entre los 30 – 70 %. Una baja humedad relativa en las plantas puede llegar a provocar marchitez , por lo tanto sería mejor que aumentara un poco más pero no un exceso ya que invita a la proliferación de plagas y enfermedades (Yampa, 2020).

### 4.3. Análisis físico químico del suelo

En el siguiente cuadro (2) se expresa los resultados tomados del análisis físico químico del suelo que favorecieron a la producción de acelga en la investigación realizada.

**Cuadro 2. Análisis físico químico del suelo**

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
Densidad Aparente	g/cm	1.053
Conductividad eléctrica	Mmhos/cm	4.35
pH	-	8,22
Potasio intercambiable	Meq/100Gs.	2.774
Nitrogeno total	%	0.48
Materia organica	%	7.70
Fosforo disponible	ppm	88.40
<b>Textura</b>		
Arena	%	21
Limo	%	45
Arcilla	%	34
Clase textural	-	Franco arcilloso

Fuente: LCA (2023)

Basándonos en los resultados obtenidos del análisis del suelo para la producción de variedades de acelga, se encontró una densidad aparente de 1,053 g/cm<sup>3</sup>, dentro de un rango normal y favorable que permite una buena estructura del suelo. La conductividad eléctrica registró 4,35 mS/cm, indicando un nivel alto que sugiere acumulación de sales, aunque la acelga mostró una excelente respuesta. El pH del suelo fue de 8,22, alto y alcalino, lo cual puede influir en la disponibilidad de nutrientes, aunque no pareció afectar significativamente el crecimiento del cultivo. El suelo mostró un contenido de potasio intercambiable y un nitrógeno total medio de 0,48 %, favorables para el desarrollo de la acelga. La materia orgánica fue alta, con un 7,70 %, beneficiando la concentración de nutrientes. Además, el fósforo disponible fue alto con 88,40 ppm. La textura del suelo fue franco arcilloso, con una proporción equilibrada de arena (21 %), limo (45 %) y arcilla (34 %), proporcionando buenas condiciones para retención de agua y nutrientes. Pese a los valores valores que no fueron tan ideales como ser la alta conductividad eléctrica que se presentó en el análisis y el pH alcalino, las variedades de acelga respondieron favorablemente durante todo su ciclo de producción.

#### 4.4. Análisis físico químico del humus

En relación a los análisis obtenidos (cuadro 3) se puede observar los siguientes resultados

**Cuadro 3. Análisis físico químico del humus**

PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
pH		7,6
Conductividad	$\mu\text{S}/\text{cm}$	3000
Fosforo total	%	0,49,
Materia	%	37
Nitrógeno total	%	1,3
Potasio total	%	0,57

Fuente: LA FASA (2023)

De acuerdo a los datos del análisis se puede observar que registraron un un pH del suelo de 7,6, nivel medio que benefició el desarrollo saludable de las plantas. La conductividad eléctrica fue moderada con 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indicando una cantidad adecuada de sales para el cultivo de acelga. Aunque el fósforo total fue bajo con 0,49 mg/kg que demostró en el análisis, su contribución fue fundamental para el crecimiento de raíces fuertes. La materia orgánica se observa alta con 37% en el suelo la cual proporcionó un excelente aporte de nutrientes y mejoró la estructura del suelo. Además, el alto contenido de nitrógeno total 1,3% fue importante la producción de hojas saludables en las variedades de acelga, mientras que el potasio total (0,57%) aunque bajo, también contribuyó a funciones esenciales en el metabolismo de la planta. Estos resultados del análisis del suelo jugaron un papel fundamental en el éxito obtenido durante la investigación de producción de las variedades de acelga.

#### 4.5. Variables Agronómicas

##### 4.5.1. Altura de planta

En cuadrados medios y valor de probabilidad de la altura de la planta de acelga en diferentes cosechas (cuadro 4), se puede observar que no se tuvieron diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), durante las tres cosechas, para el factor dosis de abono se tuvieron diferencias altamente significativas ( $p < ,01$ ) debido a las distintas dosis de abono utilizadas, esto sugiere que el tipo y la cantidad de abono tienen un impacto significativo en la altura de la planta, entre las variedades, las diferencias que presentaron

también fueron altamente significativas durante las tres cosechas ( $p < ,01$ ); para la interacción abono\*variedad no se tuvieron diferencias significativas durante las cosechas ( $p > ,05$ ) , así también, es importante destacar que el coeficiente de variación de 3,03% en la primera cosecha, 1,81% en la segunda cosecha y 1,66% en la tercera cosecha, teniendo en cuenta que durante las tres cosechas el coeficiente de variación se presentan debajo de 30%, por lo que podemos señalar que estos datos son confiables a lo largo del estudio.

**Cuadro 4. Cuadrados medios y valor de probabilidad de la altura de la acelga en diferentes cosechas**

F.V.	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	0,16	0,8337 NS	2,16	0,0584 NS	0,83	0,3032 NS
Abono	71,47	<0,0001 **	365,39	<0,0001 **	129,79	<0,0001 **
Variedad	15,49	0,0017 **	34,45	<0,0001 **	35,28	<0,0001 **
Abono*Variedad	0,94	0,3756 NS	0,04	0,9295 NS	0,98	0,2499 NS
Error	0,87		0,57		0,61	

\*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  NS  $p > 0,05$

Expresada la prueba de medias de Duncan de la altura de planta con diferentes dosis de humus en distintas cosechas (cuadro 5), se identifican tres grupos significativamente diferentes. El primer grupo caracterizado por una dosis de 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus, mostró los mayores promedios de altura de planta durante las tres cosechas que se realizaron (33.83 cm), (49,05 cm), (51,2 cm), estos valores fueron significativamente superiores a los del segundo grupo, compuestos por una dosis de 0,44 kg/m<sup>2</sup> con promedios de altura (31,37 cm), (42,43 cm), (48,47 cm) en las tres cosechas, y finalmente el tercer grupo, que presentó diferencias significativas en comparación con las primeras cosechas, consistió en la dosis más baja de humus 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), que presento promedios bajos durante las cosechas (27,02 cm), (33,5 cm), (42,13 cm). Este grupo mostró consistentemente los promedios más bajos de altura de planta de la acelga en esta investigación.

**Cuadro 5. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta con diferentes dosis de humus en distintas cosechas**

Humus (Abono)	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
0,88 kg/m <sup>2</sup>	33,83	A	49,05	A	51,2	A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	31,37	B	42,43	B	48,47	B
0 kg/m <sup>2</sup>	27,02	C	33,5	C	42,13	C

La prueba de medias de Duncan de la altura de planta de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas (cuadro 6) se identifica dos grupos significativamente diferentes, donde la variedad Penca Blanca exhibió consistentemente la mayor altura de planta durante las tres cosechas realizadas (31,67 cm), (43,04 cm), (48,67 cm), estos valores fueron significativamente superiores a los valores registrados por la variedad Fordhook Giant que mostraron rendimientos más bajos en todas las cosechas durante la investigación (29,81 cm), (40,28 cm), (45,87 cm).

**Cuadro 6. Pruebas de medias de Duncan de la altura de planta de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
Penca Blanca	31,67 A	43,04 A	48,67 A
Fordhook giant	29,81 B	40,28 B	45,87 B

En los promedios de altura de planta de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 7) se observa que la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus logro los mayores promedios de altura de planta en ambas variedades que son la variedad Penca Blanca y la variedad Fordhook Giant. Donde la Penca Blanca demostró los valores más altos de altura de planta durante las tres cosechas (34,43 cm), (33,23 cm), (52,37 cm), en tanto que en la aplicación de dosis 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) la variedad Fordhook Giant mostró promedios más bajos de altura de planta en las tres cosechas, (26,2 cm) (32,03 cm), (40,27 cm), esta variedad obtuvo consistentemente promedios más bajos de altura en comparación con la variedad Penca Blanca durante la investigación.

**Cuadro 7. Promedios de alturas de plantas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	34,43	50,43	52,37
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	33,23	47,67	50,03
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	32,73	43,73	49,63
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	30	41,13	47,3
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	27,83	34,97	44
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	26,2	32,03	40,27

La altura de planta es un indicador fundamental en el crecimiento de la planta, los resultados obtenidos en esta investigación, teniendo una máxima altura de 52,37 cm.

Candia (2018), indica que el humus de lombriz es un abono orgánico que por su contenido de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, micro elementos y auxinas es el producto ideal para cumplir con los objetivos buscados por el agricultor; rápido crecimiento, mayor producción y cultivo permanente, afirmación que se confirma con los tratamientos donde se le aplicó humus de lombriz porque se observa el efecto sobre la altura en las plantas de acelga con un altura de 51.4 cm.

Por otro lado, Carrera (2015), indica que a los 15 días tuvo un valor alto en el tratamiento T6 con 20,96 cm de altura de planta, mientras que a los 30 y 45 días se demostró que los tratamientos con mejores valores fueron T4 y T6 con valores representativos de 31,71 cm y 48,38 cm.

Sigcha (2022), menciona los resultados más destacados se observaron en el tratamiento T6, donde se obtuvo una altura promedio de las plantas de 27.19 cm siendo el valor más alto. Por otro lado, el tratamiento T4 también mostró resultados notablemente buenos sin quedar atrás, con una altura promedio de 25.27 cm. En comparación, el grupo de control o testigo demostró una altura significativamente menor, registrando únicamente 17.28 cm que fue uno de los valores más bajos. Estos promedios expresan la influencia positiva del tratamiento T6 y T4 en el crecimiento de las plantas de acelga.

#### **4.5.2. Número de hojas**

Los cuadrados medios y valor de probabilidad del ANVA de número de hojas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 8) nos muestra que no se encontraron diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), en las tres cosechas, a diferencia el factor dosis de abono mostro diferencias altamente significativas durante las cosechas realizadas ( $p > ,01$ ), entre variedades las diferencias que presentaron en la primera cosecha fueron altamente significativas ( $p > ,01$ ), tanto que en la segunda y tercera cosecha se tuvieron diferencias significativas ( $p < ,05$ ), para la interacción abono\*variedad no se tuvieron diferencias significativas en ninguna de las tres cosechas ( $p > ,05$ ). Se observaron coeficientes de variación de 4,22% en la primera cosecha, 7,22% en la segunda cosecha y 6,95% en la tercera cosecha, valores inferiores al 30% que indican que los datos son confiables en todas las cosechas.

**Cuadro 8. Cuadrados medios y valor de probabilidad de número de hojas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

F.V.	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	0,06	0,6472 NS	0	>0,9999 NS	0,22	0,6472 NS
Abono	13,72	<0,0001 **	12,17	<0,0001 **	15,39	<0,0001 **
Variedad	2,72	0,0008 **	2	0,0343*	4,5	0,0126 *
Abono*Variedad	0,06	0,6472 NS	0,17	0,6209 NS	0,17	0,7191 NS
Error	0,12		0,33		0,49	

\* p < 0,05 \*\* p < 0,01 NS p > 0,05

El siguiente cuadro de pruebas de medias de Duncan de número de hojas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 9), expone tres grupos significativamente diferentes, el primer grupo que recibió una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus, que fue el que presentó el mayor promedio de número de hojas durante las cosechas de 10 a 12 número de hojas, seguidamente por el segundo tratado con una dosis de 0,44 kg/m<sup>2</sup> presentó promedios de 8 a 10 número de hojas menores al primer grupo y el tercer grupo que muestra significativamente diferente a las primeras cosechas con los promedios más bajos conformado con 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), exhibió consistentemente los promedios más bajos de número de hojas en las tres cosechas, con valores de 7 a 8 hojas.

**Cuadro 9. Pruebas de medias de Duncan de número de hojas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas.**

Abono	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
0,88 kg/m <sup>2</sup>	10	A	9	A	12	A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	9	B	8	B	10	B
0 kg/m <sup>2</sup>	7	C	7	C	8	C

La prueba de medias de Duncan de número de hojas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas (cuadro 10) nos muestra dos grupos significativamente diferentes, donde la variedad penca blanca registro la mayor media de número de hojas en las tres cosechas con un promedio de 8 a 11 número de hojas, tanto que la variedad Fordhook giant registro una media baja durante las cosechas que han sido realizadas en esta investigación de 8 a 11 número de hojas.

**Cuadro 10. Pruebas de medias de Duncan de numero de hojas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
Penca Blanca	9 A	8 A	11 A
Fordhook giant	8 B	8 B	10 B

Los promedios de numero de hoja de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 11), nos muestra que la dosis con 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus obtuvo los promedios más altos de numero de hojas durante las tres cosechas en ambas variedades, siendo el mejor promedio la variedad Penca blanca de 10 a 12 número de hojas en las tres cosechas, así mismo, se puede observar que el promedio más bajo registrado durante estas cosechas fue la variedad Fordhook giant con 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), con un promedio de 6 a 8 número de hojas, llegando a registrar el valor medio más bajo de numero de hojas.

**Cuadro 11. Promedios de numero de hojas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	10	10	12
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	9	9	11
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	9	8	11
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	8	8	10
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	7	7	9
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	6	6	8

Los resultados obtenidos en este estudio con las diferentes dosis de humus muestran un promedio alto en la aplicación de humus con 0.88 kg/m<sup>2</sup> con 10 a 12 número de hojas.

Por otro lado Carrera (2015), indica El T5 (dunger 3kg) fue el tratamiento que estableció mejores resultados con valores de 4,63 hojas, mientras que el tratamiento con menor resultado fue el T3 (humus 5 kg) con un valor de 4,17 hojas a los 45 días. Mientras que para los 60 y 70 días los mejores resultados lo presentaron los tratamientos T2 (humus 3kg) con valores de 3,83 y 5,92 hojas, a diferencias de los menores resultados que fueron T1 (humus 1 kg) y T6 (dunger 5 kg) con valores de 3,21 y 5,00 hojas respectivamente.

Humberto (2019), menciona que en el trabajo de investigación que realizo, la dosis de aplicación a 4 kg/m<sup>2</sup> presentó mayor número de hojas en la primera recolección, mostrándose variable en la cuarta, segunda tercera y quinta recolección, siendo los

tratamientos que recibieron la dosis de 3 kg/m<sup>2</sup> las que contaron con un número mayor de hojas (10) en tres de los cinco cortes y se situaron en segundo lugar en los restantes dos cortes con 12 número hojas.

#### 4.5.3. Longitud de hoja

Los cuadrados medios y valor de probabilidad del análisis de varianza de número de hojas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 12), se aprecia que no se tuvieron diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), mientras que en la tercera cosecha se tuvo diferencias significativas ( $p < ,05$ ), para el factor dosis de humus (abono) se tuvieron diferencias altamente significativas en las tres cosechas ( $p < ,01$ ), entre variedades las diferencias que presentaron en las tres cosechas fueron altamente significativas ( $p < ,01$ ), en cuanto a la interacción abono\*variedad las diferencias que presentaron en la primera y la tercera cosecha fueron altamente significativas ( $p < ,01$ ), sin embargo, en la segunda cosecha no se tuvieron diferencias significativas ( $p > ,05$ ), también se pudo observar que se tuvo un coeficiente de variación de 1,9% en la primera cosecha, 2,37% en la segunda cosecha y 1,16% en la tercera cosecha, lo que indica que los datos son confiables en todas las cosechas al estar por debajo del 30%..

**Cuadro 12. Cuadrados medios y valor de probabilidad de longitud de hoja de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

F.V.	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	2,06	0,0553 NS	0,87	0,5075 NS	2	0,0213 *
Abono	144,89	<0,0001 **	193,02	<0,0001 **	95,26	<0,0001 **
Variedad	49,67	<0,0001 **	32,54	0,0004 **	18	<0,0001 **
Abono*Variedad	5,82	0,0029 **	3,49	0,1009 NS	2,48	0,0116 **
Error	0,53		1,2		0,35	

\*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  NS  $p > 0,05$

La pruebas de medias de Duncan de la longitud de hoja con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 13), presenta tres grupos significativamente diferentes durante las diferentes cosechas, el primer grupo conformado con 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus, que alcanzo un mayor promedio de longitud de hoja en las cosechas que se realizaron durante la investigación (43,25 cm), (50,85 cm), (54,45 cm), como también, se pudo apreciar un segundo grupo con la dosis de 0,44 kg/m<sup>2</sup> de humus (37,42 cm), (47,68 cm), (51,28 cm) durante las tres cosechas obteniendo promedios cercanos al primer grupo y ubo un tercer

grupo significativamente diferente a las primeras cosechas donde se aplicó una dosis de 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) durante las cosechas (33,48 cm), (39,83 cm), (46,53 cm), demostrando promedios de longitud bajos en comparación con la aplicación de dosis de humus en la acelga.

**Cuadro 13. Prueba de medias de Duncan de la longitud de hoja con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	43,25 A	50,85 A	54,45 A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	37,42 B	47,68 B	51,28 B
0 kg/m <sup>2</sup>	33,48 C	39,83 C	46,53 C

La siguiente prueba de medias de Duncan de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas (cuadro 14), expone dos grupos significativamente diferentes en esta investigación, donde las variedades de acelga que han sido evaluadas, la variedad penca blanca llego a registrar la mayor media de longitud de hoja durante las cosechas (39,71 cm), (47,47), (51,76 cm) mientras que la variedad Fordhook giant presento longitudes menores en las tres cosechas (36,39 cm), (44,78 cm), (49,76 cm) siendo la variedad baja en longitud de hoja durante las cosechas .

**Cuadro 14. Prueba de medias de Duncan de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
Penca Blanca	39,71 A	47,47 A	51,76 A
Fordhook giant	36,39 B	44,78 B	49,76 B

La prueba de medias de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 15), presenta diferencias entre los valores de la longitud de hoja, donde las variedades que han sido aplicadas con la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus obtuvieron mayores promedios de longitud resaltando la variedad Penca blanca que obtuvo el mayor valor de longitud de hoja por encima de las demás dosis de humus y la variedad Fordhook giant durante las cosechas que se realizaron (45,87 cm), (51,33 cm), (54,83 cm), en tanto que en la aplicación de dosis 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) en ambas variedades se tuvo bajos promedios donde la variedad variedad Fordhook giant fue la que presento la longitud de hoja más baja durante las cosechas (32,83 cm), (37,9 cm), (44,87 cm), la cual registra los valores más bajo de longitud de hoja.

**Cuadro 15. Prueba de medias de la longitud de hoja de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	45,87	51,33	54,83
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	40,63	50,37	54,07
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	39,13	49,3	52,23
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	35,7	46,07	50,33
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	34,13	41,77	48,2
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	32,83	37,9	44,87

La longitud de hoja es importante en los resultados obtenidos en esta investigación que muestran un promedio de longitud de hoja de 45,87 a 54,83 cm en la variedad penca blanca con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> y con un promedio de longitud de hoja de 40,63 a 54,07 cm en la variedad Fordhook giant con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup>.

Escorcía (2012) indica que en longitud e la hoja se mostró resultados de 39,5 cm con la aplicación de abono orgánico Bocashi más humus de lombriz líquido.

Humberto (2019) menciona que los resultados obtenidos para la longitud de hoja alcanzaron un promedio máximo de 30.5 cm, en la quinta cosecha por el T3 (variedad Fordhook giant y 3 kg/m<sup>2</sup>). Además, se puede notar que a excepción del primer corte el nivel que obtuvo los mejores resultados para la variable en estudio fue la de 3 kg/m<sup>2</sup> con un promedio máximo alcanzado al quinto corte de 30.5 cm, seguido del cuarto, tercer, segundo y primer corte con 30.64, 28.33, 26.07 y 24.14 cm., muy similar a la dosis proporcionada al T6 que obtuvo su mejor longitud también a la quinta recolección con 29.52 cm.

#### 4.5.4. Longitud de lámina

El ANVA cuadrados medios y valor de probabilidad de longitud de lámina de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 16), no se presentó diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), para el factor dosis de humus (abono) se tuvieron diferencias altamente significativas durante las cosechas ( $p < ,01$ ), así también, se pudo observar que entre variedades las diferencias que presentaron en las tres cosechas también fueron altamente significativas ( $p < ,01$ ), tanto que para la interacción abono\*variedad no se tuvieron diferencias significativas durante las cosechas ( $p > ,05$ ), cabe recalcar que se tuvo coeficientes de variación de 5,04% en la primera cosecha, 3,63%

en la segunda cosecha y 3,45% en la tercera cosecha, se presentaron debajo de 30%, por lo que se señala que los datos son confiables.

**Cuadro 16. Cuadrados medios y valor de probabilidad de longitud de lámina de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
F.V.	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	0,29	0,814 NS	0,11	0,8944 NS	0,54	0,6403 NS
Abono	96,26	<0,0001**	60,18	<0,0001**	71,47	<0,0001**
Variedad	26,4	0,0014**	23,12	0,0006**	9,53	0,0167**
Abono*Variedad	0,01	0,9901 NS	0,43	0,6515 NS	1,47	0,3221 NS
Error	1,39		0,96		1,16	

\* p < 0,05 \*\* p < 0,01 NS p > 0,05

La prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 17), demuestra la existencia de tres grupos significativamente distintos. El primer grupo, la cual se aplicó una dosis de 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus, mostró los mayores promedios de longitud de lámina con 27.55 cm, 30.38 cm y 34.33 cm en las tres cosechas respectivas. En tanto que el segundo grupo, con la aplicación de dosis con 0.44 kg/m<sup>2</sup> de humus, presentó promedios intermedios de longitud de lámina de 22.98 cm, 26.82 cm y 31.87 cm a lo largo de las cosechas. Finalmente, el tercer grupo, que fue el testigo con 0 kg/m<sup>2</sup> de humus, demostró promedios inferiores en longitud de lámina, registrando 19.57 cm, 24.07 cm y 27.52 cm durante las tres cosechas, llegando a ser los valores más bajos registrados de longitud de lámina.

Estos resultados destacaron la influencia positiva significativa de la dosis más alta de humus en el desarrollo de la longitud de la lámina de acelga en comparación con las dosis inferiores de humus.

**Cuadro 17. Prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
0,88 kg/m <sup>2</sup>	27,55	A	30,38	A	34,33	A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	22,98	B	26,82	B	31,87	B
0 kg/m <sup>2</sup>	19,57	C	24,07	C	27,52	C

En la prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas (cuadro 18), nos presenta dos grupos significativamente diferentes, donde la variedad penca blanca registro la mayor media de longitud de hoja (24,58 cm), (28,22 cm), (31,97 cm) en las tres cosechas, significativamente diferente a la media registrada por la variedad Fordhook giant (22,16 cm), (25,96 cm), (30,51 cm) que registro los valores bajos de longitud de lámina durante las cosechas realizadas.

**Cuadro 18. Prueba de medias de Duncan de la longitud de lámina de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
Penca Blanca	24,58 A	28,22 A	31,97 A
Fordhook giant	22,16 B	25,96 B	30,51 B

Realizada los promedios de longitud de hoja de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 19) nos muestra que la variedad Penca blanca con la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus obtuvo los mayores promedios de longitud de lámina (28,73 cm), (31,23 cm), (34,77 cm) durante las cosechas que se realizaron, así también, nos muestras que la variedad Fordhook giant fue la más baja registrada en la longitud de lámina con una dosis de 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), durante las tres cosechas (18,3 cm), (22,9 cm), (27,07 cm), registra los valores medio más bajo de longitud de lámina.

**Cuadro 19. Promedios de longitud de lámina de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	28,73	31,23	34,77
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	26,37	29,53	33,9
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	24,17	28,2	33,17
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	21,8	25,43	30,57
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	20,83	25,23	27,97
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	18,3	22,9	27,07

La longitud de lámina es importante en los resultados obtenidos en esta investigación que muestran un promedio de longitud de lámina de 28,73 a 34,77 cm en la variedad penca blanca con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> y con un promedio de longitud de lámina de 26,37 a 33,9 cm en la variedad Fordhook giant con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup>.

Por otro lado Flores (2007), menciona la longitud de lámina que presento fue de 33,63 cm en la variedad Fordhook a comparación de la variedad Bressane.

Salas (2019b), indica que se puede observar que su aumento del largo de hoja de la acelga fue dando una media de 19,09 cm, por lo tanto, al usar la misma formulación del mismo tipo vegetativo con una dosis menos que se obtuvo una media de 16,82 cm de largo de la hoja de acelga, se observó la disminución.

#### 4.5.5. Peso promedio (g)

Los cuadrados medios y valor de probabilidad del ANVA de peso promedio de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 20), se observaron que no se encontraron diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), en las tres cosechas, tanto que para el factor dosis de humus (abono) se mostró que tuvieron diferencias altamente significativas en toda las cosechas ( $p < ,01$ ), como también las diferencias entre variedades fueron altamente significativas ( $p < ,01$ ), en toda las cosechas, la interacción abono\*variedad no mostro diferencias significativas a lo largo de las tres cosechas ( $p > ,05$ ).

Es importante destacar que los coeficientes de variación fueron del 7.17% en la primera cosecha, 8.02% en la segunda cosecha y 2.65% en la tercera cosecha. Estos valores están por debajo del 30%, lo cual indica una buena consistencia y fiabilidad de los datos obtenidos en el estudio.

Por lo tanto, se puede expresar que estos resultados confirman la importancia del abono (dosis de humus) y la variedad en la variabilidad del peso promedio de las plantas de acelga, proporcionando una base importante para la interpretación de los resultados y la toma de decisiones en prácticas agrícolas futuras.

**Cuadro 20. Cuadrados medios y valor de probabilidad peso promedio (g) de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
F.V.	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	651,84	0,0945 NS	60,26	0,8556 NS	544,54	0,041 NS
Abono	30666,41	<0,0001 **	52756,71	<0,0001 **	55796,7	<0,0001 **
Variedad	5157,89	0,0006 **	5618	0,0032 **	12619,31	<0,0001 **
Abono*Variedad	516,27	0,1421 NS	1121,76	0,0985 NS	281,4	0,1498 NS
Error	216,27		380,41		121,84	

\*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  NS  $p > 0,05$

En el siguiente (cuadro 21) prueba de medias de Duncan de peso promedio con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas, presenta tres grupos significativamente diferentes, donde el primer grupo conformado con 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus presento el más alto de peso promedio durante las tres cosechas (276,63 g), (332,25 g), (512,03 g), en tanto que el segundo grupo conformado con una dosis de 0,44 kg/m<sup>2</sup> de humus alcanzo un peso promedio menos que el primer grupo en las tres cosechas (204,97 g), (251,83 g), (416,03 g) y un tercer grupo que registro los promedios de peso más bajos en las tres cosechas fue la dosis de 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), que registro el peso promedio por debajo de los primeros grupos (133,65), (145,32), (319,17), llegando a ser el peso promedio bajo de la producción de acelga.

**Cuadro 21. Prueba de medias de Duncan de peso promedio (g) con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	276,63 A	332,25 A	512,03 A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	204,97 B	251,83 B	416,03 B
0 kg/m <sup>2</sup>	133,65 C	145,32 C	319,17 C

De acuerdo a la prueba de medias de Duncan de peso promedio de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas (cuadro 22), se identifican dos grupos significativamente diferentes, tomando en cuenta que la variedad que más resalto fue la variedad penca blanca que registro el mayor peso promedio con valores distintos durante las cosechas (222,01), (260,8), (442,22), por otro lado, se muestra el segundo grupo que registro la variedad Fordhook giant con pesos promedios más bajos (188,16), (225,47), (389,27) durante las mismas tres cosechas.

Estos resultados resaltan las diferencias significativas en el peso promedio (g) entre las variedades de acelga, demostrando el mejor desempeño en términos de peso promedio para la variedad Penca Blanca en comparación a la variedad Fordhook Giant.

**Cuadro 22. Prueba de medias de Duncan de peso promedio (g) de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
Penca Blanca	222,01 A	260,8 A	442,22 A
Fordhook giant	188,16 B	225,47 B	389,27 B

Los siguientes valores del peso promedio de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 23) expresa que la dosis con 0,88 kg/m<sup>2</sup>

de humus en la variedad Penca blanca obtuvo el mayor peso promedio en las cosechas que se realizaron durante la investigación (286,50 g), (346,13 g), (536,27 g). El mismo cuadro expresa que la dosis 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) en la variedad Fordhook giant, presento el peso promedio más bajos en la investigación (120,17 g), (139,03 g), (27,07 g) en las tres cosechas.

**Cuadro 23. Promedios del peso promedio de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	286,50	346,13	536,27
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	266,77	318,37	487,80
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	232,40	284,67	437,07
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	177,53	219	395
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	147,13	151,60	353,33
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	120,17	139,03	27,07

El rendimiento de peso promedio que presento la más alta fue la variedad Penca Blanca con una dosis de 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus con un promedio de 977,9 g.

Sigcha (2022), menciona que en cuanto a sus variables cosechadas el tratamiento T6 presento datos superiores con 826,14 g. en una de sus variables de investigación.

Carrera (2015), indica que el mejor peso total que se obtuvo durante su investigación fue el tratamiento T6 con un valor de 2103,75 g. De acuerdo a la información establecida que tuvieron, se rechazó la hipótesis denominada “El abono humus de lombriz con 1 kg/m<sup>2</sup> tendrá mejor comportamiento agronómico” ya que la aplicación de Dunger 1 kg fue la que más destaco en su investigación debido a que la aplicación de humus solo logro un promedio de 1068 kg con la dosis de 3 kg.

#### 4.5.6. Número de hojas cosechadas

Los cuadrados medios del ANVA del valor de numero de hojas cosechadas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 24), demuestra que no se tuvieron diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), durante las cosechas, tanto que para el factor dosis de humus (abono) se tuvieron diferencias altamente significativas en las tres cosechas ( $p < ,01$ ), así también, entre variedades las diferencias que presentaron en la primera cosecha fueron altamente significativas ( $p < ,01$ ),

y en la segunda y tercera cosecha se presentaron diferencias significativas ( $p < ,05$ ), por otro lado, se puede observar que para la interacción abono\*variedad no se tuvieron diferencias significativas ( $p > ,05$ ) durante las cosechas, llegando a tener coeficiente de variación de 10,71% en la primera cosecha, 9,2% en la segunda cosecha y 9,68% en la tercera cosecha, tomando en cuenta que el coeficiente de variación se presentaron debajo de 30%, donde nos indica que los datos son confiables.

**Cuadro 24. Cuadrados medios y valor de número de hojas cosechadas de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
F.V.	0,06	0,8083 NS	0,39	0,1783 NS	0,06	0,8686 NS
BLOQUE						
Abono	5,06	0,0003 **	10,72	<0,0001 **	8,22	0,0003 **
Variedad	2,72	0,0085 **	1,39	0,0219 *	2	0,0467 *
Abono*Variedad	0,06	0,8083 NS	0,06	0,7514 NS	0	>0,9999 NS
Error	0,26		0,19		0,39	

\*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  NS  $p > 0,05$

La prueba de medias de Duncan de número de hojas cosechadas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 25), expresa tres grupos diferentes, la cual se registró como el primer grupo que obtuvo el mayor rendimiento la dosis con 0.88 kg/m<sup>2</sup> de humus, que presentó el mayor promedio de número de hojas cosechadas (6 hojas), (6 hojas), (8 hojas) en las tres cosechas, significativamente diferente al segundo grupo que corresponde a la dosis 0,44 kg/m<sup>2</sup> de humus que presentó los números de hojas cosechadas menor al primer grupo (5 hojas), (5 hojas), (6 hojas) y el tercer grupo que corresponde a la dosis con 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), que presentó los números de hojas más bajos (4 hojas), (3 hojas), (5 hojas), siendo los menores promedios de número de hojas cosechadas de la acelga.

**Cuadro 25. Prueba de medias de Duncan de número de hojas cosechadas con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
0,88 kg/m <sup>2</sup>	6	A	6	A	8	A
0,44 kg/m <sup>2</sup>	5	B	5	B	6	B
0 kg/m <sup>2</sup>	4	C	3	C	5	C

El siguiente cuadro 26 prueba de medias de Duncan de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas, demuestra dos grupos diferentes, siendo la variedad penca blanca que resalto más con sus valores altos de numero de hojas cosechadas durante las tres cosechas (5 hojas, 5 hojas y 7 hojas) y como segundo grupo que corresponde a la variedad Fordhook giant con los valores más bajos de numero de hojas cosechadas (4 hojas, 5 hojas y 6 hojas) durante las tres cosechas .

**Cuadro 26. Prueba de medias de Duncan de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
Penca Blanca	5	A	5	A	7	A
Fordhook giant	4	B	5	B	6	B

En cuanto a los promedios de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 27) se muestra como el valor más alto en número de hojas cosechadas a la dosis con 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus en la variedad Penca blanca (6 hojas), (6,33 hojas), (8 hojas) que registro el mayor número de hojas cosechadas durante las tres cosechas, por otro lado, la dosis 0 kg/m<sup>2</sup> de humus de la variedad Fordhook Giant presentó los promedios de numero de hojas cosechadas más bajos en las tres cosechas (3 hojas), (3 hojas), (5 hojas).

Estos resultados resaltan cómo las diferentes dosis de humus impactan en la cantidad de hojas cosechadas, mostrando claramente que la variedad Penca Blanca se recomienda mejor en términos de producción de número hojas cosechadas en comparación con la variedad Fordhook Giant.

**Cuadro 27. Promedios de numero de hojas cosechadas de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	6	6	8
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	5	6	7
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	5	5	6
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	4	5	6
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	4	4	5
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	3	3	5

En la variedad penca blanca con una dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> fue la que más resalto con su promedio de numero de hojas cosechadas durante las tres cosechas que se realizaron en

esta investigación destacando de 6 a 8 hojas cosechadas y la variedad Fordhook giant con la misma dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> que mostro un resultado menor de número de hojas cosechadas desde 5 a 7 hojas cosechadas.

Por otro lado Salas (2020), señala que en su dicha investigación realizada la variedad que más resalto fue la variedad Fordhook giant obtuvo un número de hojas de 6, mientras que la variedad Verde Penca Blanca obtuvo 5 hojas aprovechables.

Herrera y Ormaza (2023), menciona que la cantidad de número de hojas a la cosecha que mostro buen resultado fue el Tratamiento T6 en la variedad Fordhook giant con un promedio de 6,96 hojas y el T3 con 5,83 hojas durante el tiempo de investigación.

#### 4.5.7. Rendimiento kg/m<sup>2</sup>

El análisis de varianza de cuadrados medios y valor de probabilidad de rendimiento de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 28), no encontró diferencias significativas entre bloques ( $p > ,05$ ), en las cosechas, lo que indica que el experimento fue homogéneo, tanto que para el factor dosis de humus (abono) se tuvieron diferencias altamente significativas en las tres cosechas ( $p < ,01$ ), así mismo, el mismo cuadro nos muestra que entre variedades durante la primera cosecha la diferencia fue significativa ( $p < ,05$ ) a comparación de las dos últimas cosechas que mostro altamente significativa entre variedades ( $p < ,01$ ), tanto que para la interacción abono\*variedad no hubo diferencias significativas durante las tres cosechas. Se puede señalar que los coeficientes de variación (3,23%, 7,94% y 4,39%) en las tres cosechas estuvieron por debajo del 30%, de tal motivo se puede expresar que los datos son confiables.

**Cuadro 28. Cuadrados medios y valor de probabilidad de rendimiento kg/m<sup>2</sup> de las variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

	1RA COSECHA		2DA COSECHA		3RA COSECHA	
	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
BLOQUE	0,0022	0,2846 NS	0,01	0,5266 NS	0,0039	0,7153 NS
Abono	0,21	<0,0001 **	0,36	<0,0001 **	1,08	<0,0001 **
Variedad	0,04	0,0007 *	0,09	0,0138 **	0,57	<0,0001 **
Abono*Variedad	0,01	0,0375 NS	0,01	0,4019 NS	0,04	0,0659 NS
Error	0,0016		0,01		0,01	

\*  $p < 0,05$  \*\*  $p < 0,01$  NS  $p > 0,05$

La siguiente (cuadro 29) prueba de medias de Duncan del rendimiento con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas, muestra tres grupos significativamente diferentes en cuanto al rendimiento  $m^2$ , el primer grupo que se conformó con una dosis de  $0.88 \text{ kg}/m^2$  de humus, fue la que resalto con un rendimiento alto en las tres cosechas ( $1,38 \text{ kg}/m^2$ ), ( $1,52 \text{ kg}/m^2$ ), ( $2,83 \text{ kg}/m^2$ ), siguiendo por detrás el segundo grupo que se aplicó una dosis de  $0,44 \text{ kg}/m^2$  de humus con un rendimiento menos en las tres cosechas ( $1,27 \text{ kg}/m^2$ ), ( $1,33 \text{ kg}/m^2$ ), ( $2,42 \text{ kg}/m^2$ ) y el tercer grupo con la dosis de  $0 \text{ kg}/m^2$  (testigo), con un rendimiento más bajo en las cosechas realizadas ( $1,02 \text{ kg}/m^2$ ), ( $1,03 \text{ kg}/m^2$ ), ( $1,98 \text{ kg}/m^2$ ), la cual fue registrada como el promedios de rendimiento más bajo de la producción de acelga.

De acuerdo a los resultados obtenidos, al sumar los rendimientos de las tres cosechas, se observa que los niveles de humus tuvieron un impacto significativo. La dosis de  $0.88 \text{ kg}/m^2$  mostró el rendimiento más alto, con un total de  $57.3 \text{ t}/ha$ , destacándose como el valor más elevado registrado a lo largo del estudio. En tanto que el valor registrado más bajo fue la dosis de  $0 \text{ kg}/m^2$ , que representa el testigo, presentó el rendimiento más bajo durante las tres cosechas, con un total acumulado de  $40.3 \text{ t}/ha$ .

**Cuadro 29. Prueba de medias de Duncan del rendimiento  $kg/m^2$  con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA	TOTAL t/ha
$0,88 \text{ kg}/m^2$	1,38 A	1,52 A	2,83 A	57.3 t/ha
$0,44 \text{ kg}/m^2$	1,27 B	1,33 B	2,42 B	50.2 t/ha
$0 \text{ kg}/m^2$	1,02 C	1,03 C	1,98 C	40.3 t/ha

De acuerdo a la (cuadro 30) prueba de medias de Duncan del rendimiento  $m^2$  de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas, indica el rendimiento de las variedades de acelga, donde como primer grupo destaco la variedad penca blanca que registro el mayor rendimiento en las tres cosechas que se realizó en esta investigación ( $1,27 \text{ kg}/m^2$ ) ( $1,37 \text{ kg}/m^2$ ), ( $2,59 \text{ kg}/m^2$ ), significativamente diferente al rendimiento registrada por la variedad Fordhook giant ( $1,18 \text{ kg}/m^2$ ) ( $1,22 \text{ kg}/m^2$ ), ( $2,23 \text{ kg}/m^2$ ), teniendo los promedios de rendimiento más bajos en esta investigación.

Asimismo, los resultados muestran que durante las tres cosechas se obtuvo un rendimiento total de las variedades evaluadas. La variedad Penca Blanca destacó con un rendimiento total de  $57.3 \text{ t}/ha$  a lo largo del período de estudio. Por otro lado, la variedad Fordhook Giant registró un rendimiento total de  $50.2 \text{ t}/ha$  durante las cosechas evaluadas. Estos datos resaltan las diferencias en el rendimiento entre las variedades de acelga estudiadas,

evidenciando el potencial productivo de cada una en condiciones experimentales específicas.

**Cuadro 30. Prueba de medias de Duncan del rendimiento kg/m<sup>2</sup> de las dos variedades de acelga en diferentes cosechas**

Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA	TOTAL t/ha
Penca Blanca	1,27 A	1,37 A	2,59 A	52.3 t/ha
Fordhook giant	1,18 B	1,22 B	2,23 B	46.4 t/ha

Los promedios del rendimiento m<sup>2</sup> de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas (cuadro 31) demuestra que la dosis con 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus en variedad Penca blanca destaco como el rendimiento más alto durante las cosechas que han sido realizadas (1,47 kg/m<sup>2</sup>), (1,63 kg/m<sup>2</sup>), (3,07 kg/m<sup>2</sup>), en tanto que en la dosis 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo) de la variedad Fordhook giant, registro el promedio de rendimiento más bajo durante el experimento (1 kg/m<sup>2</sup>), (1 kg/m<sup>2</sup>), (1,77 kg/m<sup>2</sup>), se llegó a registrar como los valores medio más bajo de rendimiento de la producción de acelga en las diferentes cosechas.

**Cuadro 31. Promedios del rendimiento kg/m<sup>2</sup> de las dos variedades de acelga con diferentes dosis de humus en diferentes cosechas**

Abono	Variedad	1RA COSECHA	2DA COSECHA	3RA COSECHA
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	1,47	1,63	3,07
0,88 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	1,30	1,40	2,60
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	1,30	1,40	2,50
0,44 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	1,23	1,27	2,33
0 kg/m <sup>2</sup>	Penca Blanca	1,03	1,07	2,20
0 kg/m <sup>2</sup>	Fordhook giant	1	1	1,77

En cuanto a la variable de rendimiento m<sup>2</sup> indica que el mejor rendimiento fue obtenido por la variedad Penca blanca con la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus con un alto rendimiento durante las cosechas teniendo el valor más alto de 3,07 kg/m<sup>2</sup>, pero no fue así con la variedad Fordhook giant que también se aplicó la dosis de 0,88 kg/m<sup>2</sup> de humus ya que tuvo un menor rendimiento en las cosechas con 2,6 kg/m<sup>2</sup>, tanto que con la aplicación de 0,44 kg/m<sup>2</sup> de humus se tuvo rendimientos menores en ambas variedades y con la dosis 0 kg/m<sup>2</sup> se tuvo rendimientos por debajo de los rendimientos obtenidos por las otras aplicaciones de dosis de humus llegando a ser los rendimientos más bajos durante el proceso de investigación con 2,2 kg/m<sup>2</sup> en la variedad Penca Blanca y 1,77 kg/m<sup>2</sup> en la variedad Fordhook Giant.

Humberto (2019), menciona que el tratamiento T3 variedad Fordhook giant destaco con 3Kg/m<sup>2</sup> de compost dando mejores resultados en cuanto a los rendimientos con 15.2 t/ha en la quinta cosecha con respecto a los 15.3 t/ha alcanzado por el tratamiento T6 (variedad cicla L. con 3Kg/m<sup>2</sup>) en la misma cosecha.

Así también Mamani (2015) indica que el humus de lombriz orgánico, por su contenido de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, microelementos, giberelina, citoquinina y auxinas es el producto ideal para cumplir con los objetivos buscados por el agricultor; mayor producción y cultivo permanente, sin tradicional descanso.

#### 4.6. Análisis económico

Se presentan los valores del análisis económico (cuadro 32) de los tratamientos evacuados en la investigación.

**Cuadro 32. Costos, Rendimiento, Beneficio Bruto, Beneficio Neto, B/C Bruto y B/C Neto de la producción de acelga**

Tratamientos	Costos (Bs)	Rendimiento (kg)	Rendimiento ajustado (kg)	Precio (Bs/kg)	Beneficio Bruto	Beneficio Neto	B/C Bruto
T <sub>1</sub>	142,79	21,36	20,29	10	213,6	70,81	1,5
T <sub>2</sub>	154,67	26,08	24,77	10	260,8	106,13	1,69
T <sub>3</sub>	166,55	29,41	27,94	10	294,1	127,55	1,77
T <sub>4</sub>	142,79	19,82	18,83	10	198,2	55,41	1,39
T <sub>5</sub>	154,67	23,93	22,73	10	239,3	84,63	1,55
T <sub>6</sub>	166,55	26,46	25,14	10	264,6	98,05	1,59

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar (cuadro 32) que cada uno de los tratamientos son rentables, donde el T<sub>3</sub> con un nivel de 0,88 kg/m<sup>2</sup> en la variedad penca blanca obtuvo un mayor B/C de Bs 1,77 lo que indica que por cada Bs invertido se ganara Bs 0,77 y el más bajo que representa es el T<sub>4</sub> de la variedad Fordhook giant con Bs 1,39 que por cada Bs invertido se tendrá Bs 0,39.

## 5. CONCLUSIONES

Según los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente estudio, nos permite sustentar las siguientes conclusiones:

- Durante la investigación, se observaron diferencias significativas en el crecimiento y rendimiento entre las variedades de acelga Penca Blanca y Fordhook Giant. En cuanto a la altura de planta, la variedad Penca Blanca mostró un rango de crecimiento superior, alcanzando entre 31 a 48 cm, mientras que la variedad Fordhook Giant alcanzó alturas de 29.81 a 45.87 cm. Además, el número de hojas fue consistentemente mayor en la variedad Penca Blanca, con un promedio de 9 a 11 hojas, en comparación con las 8 a 10 hojas de la variedad Fordhook Giant. En términos de longitud de hoja, la variedad Penca Blanca también mostró un rango más amplio, con un promedio de 39.71 a 51.76 cm, mientras que la variedad Fordhook Giant registró longitudes de 36.39 a 49.76 cm. La longitud de lámina fue otro parámetro donde la variedad Penca Blanca destacó, con valores altos entre 24.58 cm y 31.97 cm, en comparación con los valores de 22.16 cm a 30.51 cm de la variedad Fordhook Giant. En cuanto al peso promedio de las hojas, la variedad Penca Blanca mostró un promedio más alto, variando entre 222.01 g y 442.22 g, frente a los valores de la variedad Fordhook Giant. En la variable de número de hojas cosechadas también favoreció a la variedad Penca Blanca, que obtuvo entre 5 y 7 hojas por planta, mientras que la variedad Fordhook Giant tuvo entre 4 y 6 hojas por planta. Finalmente, en términos de rendimiento  $\text{kg/m}^2$  la variedad Penca Blanca superó a la variedad Fordhook Giant, con un promedio de  $2.59 \text{ kg/m}^2$ , comparado con el rango de  $2.23 \text{ kg/m}^2$  de la variedad Fordhook Giant a lo largo de las cosechas.
- En relación al efecto de las diferentes dosis de humus en el rendimiento de las variedades de acelga, la dosificación que tuvo mejores rendimientos fue la dosis de humus con  $0,88 \text{ kg/m}^2$  en la variedad Penca blanca en las tres cosechas sumadas alcanzaron un rendimiento de  $52.3 \text{ t/ha}$ .
- En relación al beneficio/costo B/C el tratamiento que demostró un mejor comportamiento fue el  $T_3$  de la variedad Penca blanca con la aplicación de  $0.88 \text{ kg/m}^2$  de humus, presentando un mayor beneficio/costo de 1,77 Bs por cada boliviano invertido y el tratamiento que demostró beneficio/costo bajo en esta investigación fue el  $T_4$  de la

variedad Fordhook giant con la aplicación de 0 kg/m<sup>2</sup> (testigo), el cual presenta un retorno menor de 1,39 Bs por cada boliviano invertido.

- En base a los resultados obtenidos en el ANVA que mostro que hubo diferencias significativas en las variables de respuesta durante el proceso de investigación, se rechaza la hipótesis nula.

## 6. RECOMENDACIONES

En base a los objetivos, resultados y conclusiones del presente trabajo, se formuló las siguientes recomendaciones:

- Para incrementar la producción de acelga bajo ambiente protegido se recomienda utilizar la variedad Penca blanca por mostrar en esta investigación los mejores resultados en cuanto a la altura de hoja, número de hojas, longitud de hoja, lámina de hoja, número de hojas cosechadas y rendimiento.
- Se recomienda, realizar otras investigaciones con dosis de humus superiores a 0,88 kg/m<sup>2</sup> con la variedad Penca blanca y la variedad Fordhook giant, siendo resaltante los resultados con los datos obtenidos durante la investigación y así experimentar con otras densidades para dicho rendimiento.
- Aplicar densidades de humus distintas a la que se aplicó y continuar con la misma frecuencia de poda para poder experimentar y obtener mejores resultados de lo que se tuvo.
- Finalmente, se recomienda utilizar bioinsumos, para contribuir a la disminución del uso de agroquímicos para proteger la salud de los agricultores y consumidores y generar sistemas productivos ecológicos y sostenibles para el consumo de toda la población, porque es importante concientizar a la sociedad sobre la producción de hortalizas orgánicas para el consumo de alimentos naturales.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABCRural. 2013. Acelga. Place Published, 5. Disponible en <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/acelga-543737.html>
- Acelga. 2017. Acelga/Fordhook Giant. Place Published. Disponible en <https://kingseeds.com.mx/fichas-tecnicas/acelga-fordhook-giant.pdf>
- Achupallas, A. 2024. Respuesta agronómica de la acelga (*Beta vulgaris* L.) mediante la combinación de Chlorella y bacterias promotoras del crecimiento bajo condiciones de campo en la Argelia. Tesis Ing. agr. Loja – Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 40 p. Disponible en [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28725/1/AdrianAlexander\\_AchupallasArmijos.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/28725/1/AdrianAlexander_AchupallasArmijos.pdf)
- Alcarraz, M. y Alcarraz, N. 2019. “Rendimiento en dos variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con tres tipos de abono en la Provincia De Andahuaylas – Apurímac”. Tesis Ing. Agropecuario. Andahuaylas – Perú. Universidad Nacional De San Antonio Abad del Cusco.
- Alegria, J. 2021. Efecto de Abonos Orgánicos en el Rendimiento del Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L.) en Moyocorral - Abancay – 2019. Tesis Ing. Agr. Abancay – Apurímac – Perú. Universidad Tecnológica De Los Andes. 66 p.
- Amachuy, A. 2013. Efecto de tres dosis de humus de lombriz provenientes de residuos sólidos organicos urbanos en el cultivo de Acelga (*Beta Vulgaris*) en la zona de Mallasa. Tesis Ing. agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 92 p.
- Belhi. 2021. Cultivo de Acelga *Beta vulgaris* var. *cicla* Familia: Chenopodiaceae. Place Published, 4. Disponible en <https://www.uv.mx/hab/files/2021/10/Cultivo-de-Acelga.pdf>
- Candia, L. 2018. Evaluación Del Cultivo De Acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) En Contenedores Verticales A Diferentes Distancias En Ambiente Protegido En La Localidad De Alto Chijini En El Municipio De El Alto Del Departamento De La Paz. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 63 p.
- Carrera, H. 2015. Comportamiento Agronómico Del Cultivo De Acelga(*Beta vulgaris* L) Con Diferentes Abonos Orgánicos, Enel Colegio Pueblo Nuevo. Tesis Ing. agr. . Quevedo - Los Ríos - Ecuador. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 72 p. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/da6b4434-12ec-4bfe-aa58-cbf1b609a7f5/content>
- Chumbipuma, J. 2019. Densidad de siembra y abonos foliares en la producción orgánica de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *cicla*) en La Molina. Tesis Ing. Agr. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. 50 p. Disponible en

<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3961/chumbipuma-bustinza-joe-luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Costa, T. 2015. Uso de estiércol caprino y bocashi en el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* Pers). en el colegio de bachillerato puyango de La Parroquia Alamor. Tesis Ing. Agr. Zapotepamba - Paltas - Loja - Ecuador. Universidad Nacional De Loja. 40 p. Disponible en <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10819/1/TESINA%20FINAL.pdf>
- Coy, D. 2023. Requerimiento hidrico de la acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) bajo condiciones de bioespacio. Tesis Ing. agr. Montería – Córdoba. Universidad De Córdoba. 77 p. Disponible en <https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/ca653186-5f2f-48c9-b25a-dee5bfd54717/content>
- Escorcía, R. 2012. Evaluación del Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Fordhook giant*) Usando Diferentes Sustratos Organicos y Fertilizante Quimico, con Aplicaciones Periodicas de Humus Liquido de Lombris. Tesis Ing. Agr. Saltillo-Coahuila-Mexico. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro 46 p. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6442/T19327%20ESCORCIA%20CASAS,%20ROCIO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Flores, A. 2007. Efecto de frecuencias de poda en dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla* L.) en ambiente protegido. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andres. 72 p. Disponible en <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4248/T1194.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gamarra, L. 2021. Rendimiento de dos variedades de acelga bajo diferentes dosis de fertilización edáfica y densidad de siembra. Tesis Ing. Agr. . Milagro – Ecuador. Universidad Agraria Del Ecuador. 50 p.
- Guerra, Y.;Perez, R. y Brito, D. 2016. Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris* L. var. *cicla* bajo condiciones de invernadero. Puyo - Ecuador, 117 p. Disponible en <file:///C:/Users/DANEIVA/Downloads/Dialnet-EfectoDeDosAbonosOrganicosCompostYBiolSobreElDesar-5761080.pdf>
- Herrera, J. y Ormazá, N. 2023. Evaluación de Tres Bioestimulantes en la Producción de dos variedades de Acelga (*Beta vulgaris*). La Maná-Ecuador, 47 p. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/11468/1/UTC-PIM-000726.pdf>
- Humberto, L. 2019. Producción de dos variedades del cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.) bajo la aplicación de tres niveles de compost en ambiente atemperado en Centro Experimental Cota Cota. Tesis Ing. agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andres. 60 p.

- INIA. 2011. Manejo De Especies Hortícolas 100 p. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/39706/NR25052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Kozel, C. 2009. La Senda De La Salud. Mexico, 214 p.
- Layme, M. 2016. Evaluación agronómica de cuatro variedades de lechuga crespa (*Lactuca sativa* L.) bajo el sistema hidropónico de "NFT" en la estación experimental de kallutaca. Tesis Ing. agr. El Alto – Bolivia. Universidad Pública De El Alto. 81 p.
- Lazo, H. 2019. Producción de dos variedades del cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) Bajo la aplicación de tres niveles de compost en ambiente atemperado en centro experimental Cota Cota. Tesis Ing. agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andres. 61 p.
- Lopez, F. y Rodriguez, S. 2023. Sistemas De Producción Agrícola. Tecnológico Nacional De Mexico, Macías, L. 21 p.
- Mamani, M. 2015. Efecto de la fertilización química y orgánica en la productividad del cultivo de Acelga (*Beta vulgaris Var. Cicla*) en el Centro Experimental De Patacamaya. Tesis Ing. agr. . La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 93 p.
- Melendez, N. 2015. Comportamiento agronómico del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* L.) con diferentes abonos orgánicos en la finca experimental la maría. Tesis Ing. agr. Quevedo- Los Ríos- Ecuador. Universidad Técnica Estatal De Quevedo. 55 p. Disponible en <https://repositorio.uteg.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f58b545a-7772-4afe-bf0f-10ab7c2209f7/content>
- Miranda, G. 2018. Evaluación de productos nitrogenados en el cultivo de Acelga (*Beta vulgaris*). Tesis Ing. Agr. Jipijapa - Manabí - Ecuador. Universidad Estatal Del Sur De Manabí. 80 p. Disponible en <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1044/1/TESIS%202018%20FINAL.pdf>
- Núñez, C. 2016. Evaluación de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla* L.) con tres niveles de fertilizante foliar (Vigor Top) en ambiente protegido. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 78 p.
- Perez, A. 2011. Humus de lombriz como materia prima en la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas. Tesis Ing. Agr. Santiago, Chile. Universidad De Chile. 32 p. Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112321/MemoriaAlonsoPerez%202011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Perez, W. 2014. Metodos de almácigo en cultivos Hortícolas como alternativa para la reducción de periodos de producción. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 90 p.

- Piza, C. 2017. Determinación de la calidad de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) a partir de dos procesos en el tratamiento de alimento ofertado. Tesis Ing. Agr. La Paz – Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 86 p.
- Quispe, A. 2016. Comportamiento agronómico de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo el sistema hidropónico de “bandejas flotantes”, en carpa solar del centro experimental kallutaca. Tesis Ing. agr. El Alto – Bolivia. Universidad Pública De El Alto. 72 p.
- Quispe, J. 2009. Frecuencia de corte en el rendimiento de tres variedades de Acelga (*Beta vulgaris* Var. Cicla L), en camas altas. Tesis Ing. agr. Ayacucho - Peru. Universidad Nacional De San Cristobal De Huamanga 56 p. Disponible en [https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3955/1/TESIS%20AG850\\_QUI.pdf](https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/3955/1/TESIS%20AG850_QUI.pdf)
- Rivera, R. 2021. Comportamiento agronómico del cultivo de Acelga cultivar fordhook giant, bajo diferentes distancias de siembra en la granja santa inés. Tesis Ing. agr. Machala. Universidad Técnica de Machala 58 p. Disponible en <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/17490/1/TTUACA-2021-IA-DE00072.pdf>
- Salas, A. 2019a. Producción de dos variedades de Acelga (*Beta vulgaris*) bajo el efecto de tres dosis de ácido giberélico en el Centro Experimental Cota Cota. Tesis Ing. agr. La Paz - Bolivia. Universidad Mayor De San Andrés. 76 p.
- Salas, A. 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 Andrés. 57 p.
- Salas, J. 2019b. Manejo de Nutrición Considerando Capacidad de Extracción de Fertilizantes en la Producción de Acelga (*Beta vulgaris*). Tesis Ing. agr. Saltillo-Coahuila-México. Universidad Autonomas Agraria Antonio Narro. 56 p. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/46451/K%206045%20Salas%20Espinoza%20C%20Jorge%20Luis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Semillas. 2021. Somos Tierra. Place Published. Disponible en <https://somostierra.com.co/>
- Sigcha, G. 2022. Efecto de la incorporación de abonos orgánicos foliares y edáficos en diferentes dosis en el cultivo de Acelga (*Beta vulgaris*). Tesis Ing. Agr. La Maná-Ecuador. Universidad Técnica De Cotopaxi Extensión La Maná. 51 p.
- Tenecela, X. 2012. Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Tesis Ing. Agr. Ecuador, Cuenca. Universidad de Cuenca. 113 p.

- Terán, A. 2017. Producción de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Tesis Lic. Babahoyo- Los Ríos- Ecuador. Universidad Técnica De Babahoyo. 31 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3310/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Teves, A. 2022. Rendimiento de cuatro variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla L.*) en la Localidad de Ccanabamba-Abancay-2020. Tesis Ing. Agr. . Abancay – Apurímac – Perú Universidad Tecnológica De Los Andes. 101 p.
- Torres, L. 2013. Evaluación de 6 abonos orgánicos, como complemento a la fertilización tradicional en el cultivo de rosas (*Rosa sp*) Variedad Freedom en la Empresa Anniroses S.A. Tabacundo-Ecuador. Tesis Ing. Agropecuaria. Quito. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito 83 p.
- Ube, J. 2014. Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo. Tesis Ing. agr. Babahoyo – Los Ríos – Ecuador. Universidad Técnica De Babahoyo. 46 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/683/T-UTB-FACIAG-AGR-000119.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vásquez, P. 2023. Implementación de un proyecto escolar enfocado en la producción de abono orgánico, para el cultivo de huertos familiares, con los estudiantes de noveno año de la Unidad Educativa Chaltura, Cantón Antonio Ante. Tesis Ing. agr. . Ibarra – Ecuador. Universidad Técnica Del Norte 63 p. Disponible en <https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14011/2/PG%201436%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- 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 Andrés. 57 p.
- Yapu, J. 2020. Evaluación agromorfológica de variedades de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) bajo diferentes niveles de ali ch’amanchiri en la estación experimental de kallutaca. Tesis Ing. Agr. El Alto – Bolivia. Universidad Pública De El Alto. 115 p.

## 8. ANEXOS

## Anexo 1. Análisis Físico-Químico del Humus



**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	Arena	%	21	Bouyoucos
	Limo	%	45	
	Arcilla	%	34	
	Clase Textural	-	Franco arcilloso	
<b>Densidad Aparente</b>		g/cm <sup>3</sup>	1.053	Probeta
<b>Porosidad</b>		%	55	(Probeta; Picnómetro)
<b>pH en H<sub>2</sub>O relación 1:25</b>		-	8.22	Potenciometría
<b>Conductividad eléctrica en agua 1:25</b>		mmhos/cm	4.35	Potenciometría
<b>Potasio intercambiable</b>		meq/100g S.	2.774	Acetato de amonio 1N (Espectrofotómetro de emisión atómica)
<b>Nitrógeno total</b>		%	0.48	Kjendahl
<b>Materia orgánica</b>		%	7.70	Walkley y Black
<b>Fósforo disponible</b>		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)

## Anexo 2. Análisis físico-Químico del suelo



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

**LAFASA**



Laboratorio de la  
Facultad de Agronomía  
en Suelos y Aguas

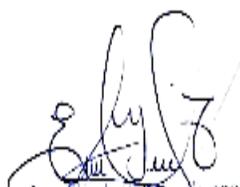
RES: FAC.AGRO.LAB. 0145

### ANÁLISIS QUÍMICO MUESTRA DE AGUA

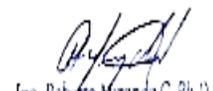
**INTERESADO:** MOISES BRAYNER PALMA  
**RESPONSABLE DE ANALISIS:** Ing. Elizabeth Yujra Ticona  
**SOLICITUD:** LAF MO-06  
**FECHA DE ENTREGA:** 02/10/2023  
**RESPONSABLE DE MUESTREO:** MOISES BRAYNER PALMA  
**PROCEDENCIA:** Departamento La Paz  
 Municipio Laja  
 Provincia Los Andes  
 Comunidad Kallutaca

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

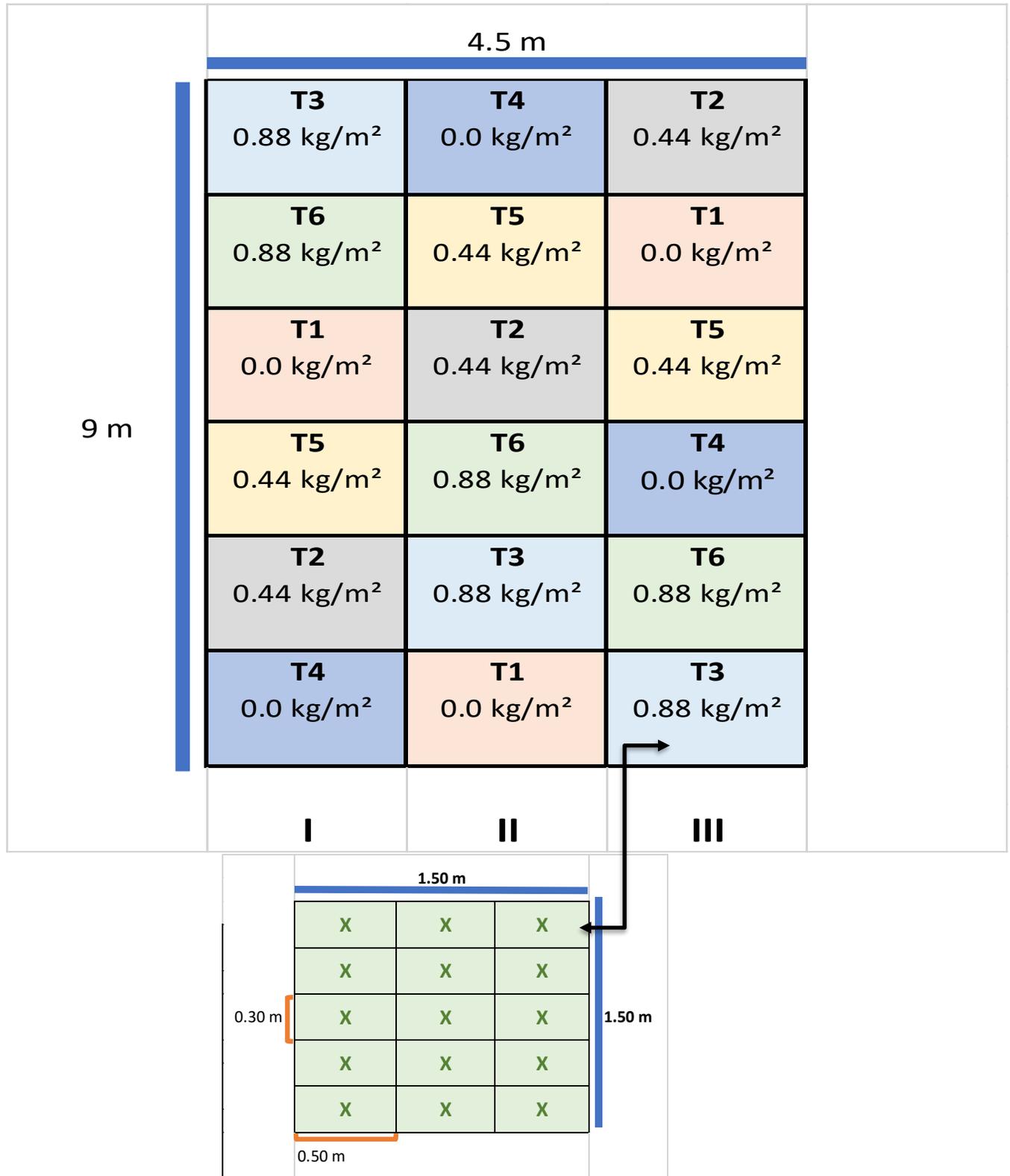
- \* El informe de laboratorio es válido si se presentan las firmas y sellos correspondientes.
- \* En caso de que el laboratorio no efectuó el muestreo, no es responsable por la representatividad, ni la preservación de la muestra.
- \* Esta prohibido la reproducción total o parcial de este documento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

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



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

## Anexo 3. Croquis del experimento



## Anexo 4. Cálculo de lámina de riego

### Cálculo de lámina de agua durante el ciclo del cultivo de acelga

#### Datos

1 min = 60 gotas

1 m<sup>2</sup> = 6.2 emisores (goteros)

1 gota = 0.05 ml

#### 1.- Cálculo del volumen de agua por minuto

$$60 \text{ gotas/min} * 0.05 \text{ ml/gota} = 3 \text{ ml/min}$$

#### 2.- Cálculo del volumen del agua por m<sup>2</sup> en 1 min

$$3 \text{ ml/min} * 6.2 \text{ goteros/m}^2 = 18.6 \text{ ml/min/m}^2$$

#### - Conversión de ml a lt

1 Lt = 1000 ml

$$L = 18.6 \text{ ml/min} * \frac{1 \text{ Lt}}{1000 \text{ ml}} = 0.0186 \text{ lt/min/m}^2$$

#### 3.- Cálculo del volumen de agua por m<sup>2</sup> en 1 hora

1 hr = 60 min

1 lt = 1000 ml

$$0.0186 \text{ lt/min} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}} = 1.116 \text{ lt/hr}$$

$$1.116 \text{ lt} * \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ lr}} = 1116 \text{ ml/hr}$$

#### 4.- Cálculo del volumen de agua por m<sup>2</sup> en 20 min

$$0.0186 \text{ lt/min} * 20 \text{ min} = 0.372 \text{ lt/m}^2 = 0.372 \text{ mm/m}^2 \text{ redondeado a } 0.4 \text{ mm/m}^2$$

En un tiempo de 20 min se aplicó una lámina de 0.4 mm cada 24 hrs.

$$0.4 \text{ mm/día} * 90 \text{ días} = 36 \text{ mm/m}^2$$

En el ciclo de 90 días se utilizó 36 mm/m<sup>2</sup> de agua lo que significa 36 lt/m<sup>2</sup>

$$36 \text{ mm/m}^2 * 40.5 \text{ m}^2 = 1458 \text{ lt}$$

Para el riego del cultivo de nabo en un tiempo de 90 días se utilizó 1458 lt de agua para el riego por un área de 40.5 m<sup>2</sup>

$$1458 \text{ lt} / 270 \text{ plantas} = 4.2 \text{ lt/planta}$$

En cada planta se utilizó 1.3 lt de agua durante todo el ciclo del cultivo de acelga.

## Anexo 5. Cálculo de nutrientes

### Cálculo de análisis físico químico del suelo

- **Textura:** Arena 21 % Limo 45% Arcilla 34 % (Franco arcilloso)
- **Densidad:** 1.053 g/cm<sup>3</sup>
- **pH:** 8.22
- **Materia orgánica:** 7.70 %
- **Nitrógeno Total:** 0.48%
- **Potasio Intercambiable:** 2.774 meq/ 100g Suelo
- **Fosforo disponible:** 88.40 ppm

**Peso del suelo = L \* L \* H**

$$100 * 100 * 0.3 = 3000 \text{ m}^3$$

$$kg/ha = \frac{\text{volumen en m}^3 * \text{densidad en kg/m}^3}{\text{Area en ha}}$$

$$kg/ha = \frac{3000 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/m}^3}{1 \text{ ha}} = 3000000 \text{ kg/ha}$$

- Transformación en términos de nutrientes disponibles del suelo.

#### Nitrógeno

$$100 \% \quad \longrightarrow \quad 3000000 \text{ kg/ha}$$

$$0.48\% \quad \longrightarrow \quad X$$

$$X = 14400 \text{ kg N/ha}$$

**Coefficiente de variación 1%**

$$\text{Decimal} = \frac{\text{Porcentaje}}{100} \quad D = \frac{1\%}{100} = 0.01 \text{ decimal}$$

$$\text{Peso de suelo} = 14400 \text{ kg N/ha} * 0.01 = 144 \text{ kg N/ha/año}$$

Cálculo de la mineralización para el ciclo de 3 meses del cultivo de acelga

$$\frac{144 \text{ kg}}{12 \text{ meses}} = 12 \text{ kg N/ha/mes}$$

$$12 \text{ kg N/ha/mes} * 3 \text{ meses} = 36 \text{ kg N/ha/ciclo de acelga}$$

#### Fosforo

Fosforo disponible = 88.40 ppm

$$88.40 \text{ ppm} \quad \longrightarrow \quad 10^6 = 1000000$$

$$X \quad \longrightarrow \quad 3000000 \text{ Kg/ha} \quad X = 265.2 \text{ Kg P/ha}$$

**Potasio**

2.774 meq/100 g Suelo: Considerando que es disponible entre 10 y 50 % de K

Coefficiente de mineralización = 1% = 0.01 decimal

K disponible  $2.774 \times 10\% \times 0.01 = 0.277$  meq/100g Suelo

$0.277 \times 0.0391g = 0.011$  gr de K/100gr de Suelo

Miliequivalentes de potasio =  
 $39.1/1000 = 0.0391$

0.011gr de K  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$  100 gr de Suelo  
 X  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$   $10^6$  peso de suelo 1000000  
 X = 110 ppm de K

Calculo en kg de K (Potasio)

110 K  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$   $10^6 = 1000000$  peso del suelo  
 X  $\xrightarrow{\hspace{2cm}}$  3000000 kg/ha X = 330 kg de K disponible/ ha

**Materia Orgánica**

100%  $\xleftarrow{\hspace{2cm}}$  3000000 kg/ha  
 7.70%  $\xleftarrow{\hspace{2cm}}$  X  
 X = 231000 kg/ha

$231000 \text{ kg/ha} \times \frac{1\text{ha}}{10000\text{m}^2} = 23.1 \text{ kg de M.O./m}^2$  a una prof. de 0.3m

**Nutrientes disponibles en el suelo**

N = 36 kg N/ha

P = 265.2 kg P/ha

K = 330 kg K/ha

**Clasificación del estatus de la fertilidad del suelo**

N = 0.48 %	36 kg	Medio
P = 88.40 ppm	265.2 kg	Alto
K = 110 ppm	330 kg	Bajo
M.O. = 7.70 %	23.1 kg/m <sup>2</sup> /0.3	Alto

Niveles	M.O. %	N%	P (ppm)	K (ppm)
Bajo	Menor a 2	0.1	0 - 8	0 - 124
Medio	2 - 4	0.1 - 0.2	7 - 14	124 - 248
Alto	Mayor a 4	0.2	14	248

**CALCULO DE LAS DOSIS DE HUMUS**

Tratamiento 3 (8,8 tn/ha de humus)

## a) Materia Seca

% de humedad 10% (100% - 10% = 90%)

8,8 tn/ha            100%

X                    90%

X= 7,92 tn/ha de humus seco

## b) Aporte de Nitrógeno

7,92 t/ha            100%

X                    1,3 %

X= 0,10296 tn N/ha    → 103 kg N/ha

## c) Aporte de Fosforo

7,92 tn/ha            100%

X                    0,49 %

X= 0,039 tn P/ha    → 39 kg P/ha

## d) Aporte de Potasio

7,92 tn/ha    → 100%

X                → 0,57

X= 0,045 tn K/ha    → 45 kg K/ ha

Tratamiento 3 (8,8 tn/ha de humus)

Análisis de dosis de fertilización de materia orgánica en el cultivo de las variedades de acelga

Componentes	M. O. kg	N kg	P kg	K kg
Análisis de suelo en 1 m <sup>3</sup> x 0,3 m de Prof.	23,1	36	265,2	330
Análisis de Humus		103	39	45
Extracción o necesidad del cultivo		200	100	100

Tratamiento 2 (4,4 tn/ha de humus)

## a) Materia Seca

% de humedad 10% (100% - 10% = 90%)

4,4 tn/ha    → 100%

X             → 90%

X= 3,96 tn/ha de humus seco

## b) Aporte de Nitrógeno

3,96 tn/ha → 100%

X → 1,3 %

X= 0,05 tn N/ha → 50 kg N / ha

## c) Aporte de Fosforo

3,96 tn/ha → 100%

X → 0,49 %

X= 0,019 tn P/ha → 19 kg P/ ha

## d) Aporte de Potasio

3,96 tn/ha → 100%

X → 0,57 %

X= 0,023 tn K/ha → 23 kg K/ ha

## Tratamiento 2 (4,4 tn/ha)

Componentes	M. O. kg	N kg	P kg	K kg
Análisis de suelo en 1 m <sup>2</sup> x 0,3 m de Prof.	23,1	36	265,2	330
Análisis de Humus		50	19	23
Extracción o necesidad del cultivo		200	100	100

## Tratamiento 1 (0 tn/ha)

Componentes	M. O. kg	N kg	P kg	K kg
Análisis de suelo en 1 m <sup>2</sup> x 0,3 m de Prof.	23,1	36	265,2	330
Extracción o necesidad del cultivo		200	100	100

### Anexo 6. Humedad relativa

Tabla psicrometrica											
Temperatura de un Themometro seco	Diferencia de temperatura entre los Themometros seco y humedo (en °C)										
°C	(El valor de la lectura medida especifica la humedad relativa en%)										
	0	1	2	3	4	5	5	6	7	8	9
15,6	100	82	64	47	31	14	14				
15,8	100	83	66	60	34	18	18				
16,4	100	84	68	52	37	22	22				
18,3	100	84	69	54	40	25	25	12			
17,2	100	85	70	56	42	28	28	18			
17,0	100	86	72	58	45	32	32	19	7		
16,6	100	86	73	60	47	35	35	23	11		
16,7	100	87	75	61	49	37	37	26	14		
19,9	100	87	75	62	51	40	40	29	18	7	
17,4	100	88	76	64	53	42	42	31	21	11	
17,6	100	88	77	65	55	44	44	34	24	14	5
19,5	100	88	77	66	56	46	46	36	26	17	8
17,0	100	89	78	68	57	48	48	38	29	20	11
18,0	100	89	79	69	59	49	49	40	31	23	14

### Anexo 7. Procedimiento de la preparación del terreno



### Anexo 8. Desarrollo de la germinación



**Anexo 9. Desarrollo del cultivo**



**Anexo 10. Toma de datos antes de la primera cosecha**



**Anexo 11. Preparando la acelga para la primera venta en el mercado**



**Anexo 12. Toma de datos antes de la segunda cosecha**



**Anexo 13. Preparando la acelga para su segunda venta en el mercado**



**Anexo 14. Realizando cada labor con ayuda de un equipo de trabajo**



**Anexo 15. Toma de datos antes de la tercera cosecha**



**Anexo 16. Preparando la acelga para su tercera venta en el mercado**



## Anexo 17. Costos de producción

COMUNIDAD:	CALAMARCA	TESISTA:	DANEIVA ARENAS CHURA								
PERIODO DE PRODUCCIÓN:	ABRIL - MAYO	CULTIVO:	ACELGA								
VARIEDAD:	CRESPA MORADA	ORIGEN DE AGUA:	RESERBORIO								
RENDIMIENTO:	2,43 Kg/m2	PROVISIÓN DE AGUA:	AGUA DE RIEGO								
PRECIO VENTA:	UNIDAD 4,5 Bs.	PREPARACIÓN TERRENO:	MANUAL								
Nº DE LOTES EN PRODUCCION:	1	AREA NETA DE PRODUCCIÓN	30 m2								
<b>COSTO VARIABLES DE PRODUCCIÓN CARPA SOLAR CALAMARCA</b>											
<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COST/UNIT Bs.</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>		
<b>1 INSUMOS</b>			<b>105,00</b>	<b>41,60</b>	<b>53,48</b>	<b>65,36</b>	<b>41,60</b>	<b>53,48</b>	<b>65,36</b>		
1. Semilla	Onza	0,08	20,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60		
2. Bolsas de celofán para embolsado	Paquete	0,5	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		
3. Humus (abono orgánico)	Kg	4,46	4,00	0,00	11,88	23,76	0,00	11,88	23,76		
4. Turba	Sacos	6	1,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00		
6. Transporte de Insumos	Global	1	60,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		
<b>2 PREPARACIÓN DE ALMACIGUERAS</b>			<b>50,00</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>	<b>4,50</b>		
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		
<b>3 PREPARACIÓN DE SUELOS</b>			<b>50,00</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>	<b>9,80</b>		
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 (humus)	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		
<b>4 RIEGO APERTURA DE CABEZALES</b>			<b>30,00</b>	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>	<b>2,40</b>		
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		
<b>5 SIEMBRA</b>			<b>10,00</b>	<b>8,30</b>	<b>8,30</b>	<b>8,30</b>	<b>8,30</b>	<b>8,30</b>	<b>8,30</b>		
1. Siembra (Trasplante)	Hr.	0,83	10,00	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30	8,30		
<b>6 LABORES CULTURALES</b>			<b>30,00</b>	<b>7,40</b>	<b>7,40</b>	<b>7,40</b>	<b>7,40</b>	<b>7,40</b>	<b>7,40</b>		
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 tipos de abono en 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		
<b>7 COSECHA</b>			<b>30,00</b>	<b>21,60</b>	<b>21,60</b>	<b>21,60</b>	<b>21,60</b>	<b>21,60</b>	<b>21,60</b>		
1. Deshoje	Hr.	1	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		
2. Recolectión	Hr.	0,16	10,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60		
2. Toma de datos al momento de la cosecha	Hr.	1	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		
<b>8 POST COSECHA</b>			<b>30,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>		
2. Limpieza y embolsado	Hr.	1,5	10,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00		
4. Acomodo en canastas (Cajas)	Hr.	0,25	10,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50		
5. Entrega y envió	Hr.	0,25	10,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50		
<b>9 COMERCIALIZACION MERCADO DE ABASTO</b>			<b>85,00</b>	<b>14,70</b>	<b>14,70</b>	<b>14,70</b>	<b>14,70</b>	<b>14,70</b>	<b>14,70</b>		
1. Transporte (Invernadero - mercado)	Global	1	45,00	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50		
2. Acomodo punto de venta	Hr.	0,18	10,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80		
3. Entrega a detallistas y consumidores	Hr.	0,18	10,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80		
4. Recojo y cargado de cajas	Hr.	0,18	10,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80		
4. Cobranzas	Hr.	0,18	10,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80		
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>130,30</b>	<b>142,18</b>	<b>154,06</b>	<b>130,30</b>	<b>142,18</b>	<b>154,06</b>		
1. Agua de riego (sistema de mantenimientos)	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		
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>12,49</b>	<b>12,49</b>	<b>12,49</b>	<b>12,49</b>	<b>12,49</b>	<b>12,49</b>		
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCION C.D.+C.I.</b>				<b>142,79</b>	<b>154,67</b>	<b>166,55</b>	<b>142,79</b>	<b>154,67</b>	<b>166,55</b>		