

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**



TESIS DE GRADO

**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.**

Luis Ruddy Candia Pacheco

**La Paz – Bolivia
2018**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y
COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA**

**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 de Grado Presentado como
requisito parcial para obtener el Título de
Ingeniero en Producción y Comercialización
Agropecuaria.

Luis Ruddy Candia Pacheco

Asesores

Ing. M. Sc. Moisés Brígido Quiroga Sossa

.....

Ing. M. Sc. Juan José Vicente

.....

Tribunal Examinador:

Ing. Víctor Antonio Castañón Rivera

.....

Ing. M. Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

.....

Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela

.....

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

.....

2018

Dedicatoria

*Dedicado a mis queridos padres: Cristina
Pacheco Tuco y Valentín Candía Rojas,
por su gran amor y apoyo invaluable, para
mi logro profesional.*

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, a Dios, por el privilegio de la vida, por guiarme y darme razonamiento para concluir el presente trabajo.

A mis amores, mi madre y mi padre: Cristina y Valentín, la luz que me impulso a salir adelante.

A la Universidad Mayor de San Andrés.

A la Facultad de Agronomía, por ser parte de mi formación profesional.

A mis asesores: un agradecimiento muy especial Ing. Moisés Quiroga Sosa por ser guía, amigo, consejero, por su paciencia, su buen humor, comprensión y paciencia, en todo el proceso de esta investigación y al Ing. Juan José Vicente, por brindarme su apoyo en todo momento sin negarme nada de su tiempo.

A los docentes revisores: Ing. Paola Ximena Alave Valenzuela, Ing. Víctor Antonio Castañón Rivera e Ing. M. Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales quienes me apoyaron en el inicio, desarrollo y conclusión del presente trabajo de investigación.

A mis hermanos(as): Norah, Judith, Williams, Víctor, Jhimy y Lucy por estar siempre conmigo, aconsejarme, brindarme un apoyo moral, pero sobre todo por ser ejemplos y guías en mi camino, los quiero mucho hermanos.

A todos mis amigos, compañeros y estudiantes quienes me brindaron su apoyo durante nuestro ciclo universitario.

A todos muchas gracias...

Luis Ruddy Candia Pacheco

RESUMEN

La producción de hortalizas de hoja en ambientes protegidos es importante para garantizar los alimentos a las familias de área rural y urbana del departamento, por esa razón el presente trabajo de investigación en la producción de acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) en contenedores verticales a diferentes distancias en un ambiente protegido en la localidad de Chijini Alto, muestran los siguientes aportes en cuanto a la producción de acelga variedad Fordook Giant. Para la investigación se utilizó un diseño experimental completamente al azar, teniendo cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron T1(Testigo) a una distancia Horizontal de 30 cm entre plantas, el T2 a una distancia vertical de 10 cm, el T3 a una distancia vertical de 20 cm y fundamentalmente el T4 a una distancia vertical de 30 cm, siendo las unidades experimentales de 1 * 1.4 metros. Las evaluaciones de las variables de respuestas se realizaron una vez a la semana y por último se realizó el análisis económico. El rendimiento se obtuvo por el peso en Kg de hojas por tratamiento para tres cortes, los resultados arrojaron de 31.8 Kg para el testigo, 23.7 Kg para el T2, 58.2 Kg del T3 y 80.2 Kg del T4. El tratamiento que obtuvo mejores resultados en cuanto a rendimiento fue el T4. Realizando el Análisis económico, mediante la relación benéfico /costo, se obtuvo los siguientes resultados, 1.4 para T1, 0.93 para el T2, 2.3 para el T3, 3.2 para el T4. En conclusión, el tratamiento cuatro a una distancia vertical de 30 centímetros obtuvo un beneficio costo de 3.2 seguido por el tratamiento tres con un beneficio costo de 2.3.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. Objetivos	2
2.1. Generales	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
3.1. Importancia del cultivo de Acelga	2
3.2. Características del Cultivo	2
3.2.1. Origen del cultivo	2
3.2.2. Composición del cultivo de acelga	3
3.2.3. Ecología del cultivo de acelga	4
3.2.3.1. Clima	4
3.2.3.2. Temperatura	4
3.2.3.3. Humedad Relativa	5
3.2.3.4. Suelo	5
3.2.6. Descripción Botánica de la Acelga	5
3.2.6.1. Raíz	5
3.2.6.2. Tallo	5
3.2.6.3. Hoja	6
3.2.6.4. Inflorescencia	6
3.2.6.5. Fruto y Semilla	6
3.2.7. Manejo del cultivo de acelga	7
3.2.7.1. Época de siembra	7
3.2.7.2. Trasplante	7
3.2.7.3. Refalle	8
3.2.7.4. Riego	8
3.2.7.5. Plagas y enfermedades	8
3.2.7.6. Cosecha del cultivo de acelga	9
3.2.7.7. Rendimiento del cultivo de acelga	9
3.2.5. Contenedores verticales	10
3.2.5.1. Sustrato para contenedores verticales	11

3.2.5.2. Riego en contenedores verticales	11
3.2.5.3. Contenedor	11
3.2. Carpa solar.....	12
4. LOCALIZACIÓN	13
4.1. Ubicación Geográfica	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1. Materiales	15
5.1.1. Semilla.....	15
5.1.2. Sustrato	15
5.1.3. Material para el armado del sistema vertical.....	15
5.1.4. Material para armado de los contenedores verticales	16
5.1.5. Materiales y equipos de gabinete	16
5.2. Metodología	16
5.2.1. Procedimiento experimental	16
5.2.2. Características del área experimental.....	16
5.2.2.3. Preparado del terreno del invernadero experimental.....	16
5.2.2.5. Proceso de almacigo	17
5.2.2.6. Preparación del sustrato para los contenedores.....	18
5.2.2.7. Instalación de los contenedores en el área de experimentación.....	18
5.2.2.8. Trasplante del cultivo a los contenedores	19
5.2.2.10. Refalle	20
5.2.2.11. Toma de muestras	20
5.2.2.12. Poda del cultivo de acelga.....	21
5.2.2.13. Cosecha	21
5.2.3. Análisis estadístico	23
5.2.3.1. El modelo lineal.....	23
5.2.3.3. Superficie experimental	24
5.2.3.4. Croquis del experimento.....	24
5.3. Variables de respuesta.....	25
5.3.1. Descripción variable fenológicas	25
5.3.2. Variables agronómicas	25
5.3.2.1. Longitud de hoja de acelga.....	25

5.3.2.4. Número de hojas del cultivo de acelga	26
5.3.3. Variables económicas.....	26
5.3.3.1. Peso de Hojas Aprovechables por Planta.....	26
5.3.3.3. Costo total de producción del cultivo.....	27
5.3.3.4. Beneficio bruto del cultivo.....	27
5.3.3.5. Beneficio neto del cultivo	27
5.3.3.6. Relación beneficio / costo (B/C)	27
6. RESULTADOS Y DISCUSION	28
6.1. Altura de planta de acelga en tres cosechas	28
6.1.1. Altura de planta de acelga (cm) para las tres cosechas	28
6.1.2. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la primera cosecha ...	29
6.1.3. Análisis del crecimiento de la altura de planta (cm) para la segunda cosecha	30
6.1.4. Análisis del crecimiento de la altura de planta (cm) para la tercera cosecha	31
6.1.5. Coeficiente de variación y determinación para altura de planta de acelga en tres cosechas	32
6.1.6. Análisis de varianza para altura de planta de acelga en tres cosechas.....	32
6.1.7. Análisis de polinomios ortogonales para altura de planta (cm)para las tres cosechas.	33
6.2. Longitud de hoja de acelga para tres cosechas	34
6.2.1. Longitud de hojas de acelga para tres cosechas.....	34
6.2.2. Crecimiento de la longitud de hoja (cm) para la primera cosecha.....	35
6.2.3. Crecimiento de la longitud hoja (cm) para la segunda cosecha	36
6.2.5. Coeficiente de variación y determinación para la longitud de hoja de acelga en tres cosechas	38
6.2.6. Análisis de varianza para la Longitud de hoja de acelga en tres cosechas. ...	39
6.2.7. Análisis de polinomios ortogonales para la longitud de hoja (cm).....	39
6.3. Longitud de peciolo de acelga en tres cosechas	40
6.3.1. Longitud de peciolo de acelga (cm) para las tres cosechas.....	40
6.3.2. Análisis del crecimiento de la longitud de peciolo para la primera cosecha. ..	41
6.3.4. Análisis del crecimiento de la longitud de peciolo para la tercera cosecha.	43
6.3.5. Coeficiente de variación y determinación para la longitud de peciolo de acelga en tres cosechas	44

6.3.6. Análisis de varianza para la longitud de peciolo de acelga para las tres cosechas.	44
6.4. Número de hojas de acelga en tres cosechas.....	46
6.4.1. Número de hojas de acelga en tres cosechas	46
6.4.2. Análisis del crecimiento de número de hoja para la primera cosecha	47
6.4.4. Número de hojas para la tercera cosecha.	49
6.4.5. Coeficiente de variación y determinación para número de hoja para las tres cosechas.	50
6.4.6. Análisis de varianza para número de hojas de acelga en tres cosechas.....	50
6.4.7. Análisis de polinomios ortogonales para número de hoja (cm) para las tres cosechas.	51
6.5. Rendimiento en materia seca.....	52
6.6. Rendimiento en materia verde (kg/m ²) para cada cosecha.	53
6.6.1. Rendimiento en materia verde primera cosecha.	53
6.6.2. Coeficiente de variación y determinación para el rendimiento de materia verde kg/m ² de acelga en tres cosechas.....	53
6.6.3. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde kg/m ² de acelga en tres cosechas.	54
6.7. Análisis económico del cultivo de acelga.....	54
7. CONCLUSIONES.....	59
8. RECOMENDACIONES	60
9. BIBLIOGRAFIA.....	61
ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de acelga	3
Cuadro 2. Características de la acelga.....	15
Cuadro 3. Descripción de los tratamientos del experimento.....	23
Cuadro 4. Descripción del área experimental.....	24
Cuadro 5. Coeficiente de variación (%) y determinación (%) para la Longitud de hoja en tres cosechas.	32
Cuadro 6. Análisis de varianza para la Longitud de hoja (cm) en tres cosechas	32
Cuadro 7. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para la altura de la planta (cm) para las tres cosechas.....	33
Cuadro 8. Coeficiente de variación y determinación para la Longitud de peciolo para las tres cosechas	38
Cuadro 9. Análisis de varianza para la Longitud de peciolo (cm) para las tres cosechas.....	39
Cuadro 10. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para la longitud de hoja (cm).	40
Cuadro 11. Coeficiente de variación y determinación para altura de planta en tres cosechas.....	44
Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de planta (cm) para las tres cosechas.....	45
Cuadro 13. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para altura de planta (cm) para las tres cosechas.....	45
Cuadro 14. Coeficiente de variación (%) y determinación (%) para el número de hojas en tres cosechas.....	50
Cuadro 15. Análisis de varianza para número de hojas en tres cosechas.....	50
Cuadro 16. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para número de hoja de acelga en contenedores verticales en tres cosechas.....	51
Cuadro 17. Coeficiente de variación y determinación para el rendimiento de materia verde kg/m ² de acelga en tres cosechas	54
Cuadro 18. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en tres cosechas de acelga cultivada en contenedores verticales.	54
Cuadro 19. Número de hojas por tratamiento y por cosechas.....	55
Cuadro 20. Detalle del ingreso económico del cultivo de acelga.....	56
Cuadro 21. Detalle del costo total de inversión por tratamiento.....	57
Cuadro 22. Análisis económico con relación al Beneficio/Costo	58

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación geográfica de la zona de investigación	13
FIGURA 2. Imagen satelital del área de investigación	14
FIGURA 3. Delimitación de las unidades experimentales	17
FIGURA 4. Proceso de almacigo.....	17
FIGURA 5. Instalación de contenedores verticales	18
FIGURA 6. Trasplante de acelga en los contenedores	19
FIGURA 7. Muestreo de las plantas de estudio.....	20
FIGURA 8. Flujo grama del proceso experimental	22
FIGURA 9. Ubicación de los tratamientos en el área experimental.....	24
FIGURA 10. Longitud de hoja de acelga	25
FIGURA 11. Número de hojas del cultivo de acelga	26
FIGURA 12. Altura de planta de acelga (cm) para las tres cosechas.....	28
FIGURA 13. Crecimiento de la altura de planta de acelga en la primera cosecha.....	29
FIGURA 14. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la segunda cosecha.....	30
FIGURA 15. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la tercera cosecha.....	31
FIGURA 16. Longitud de hoja (cm) en tres cosechas cultivadas en contenedores verticales.....	34
FIGURA 17. Crecimiento de la longitud de hoja de acelga (cm) para la primera cosecha.....	35
FIGURA 18. Crecimiento de la longitud de hoja (cm) para la segunda cosecha.....	36
FIGURA 19. Crecimiento de la longitud de hojas (cm) cultivada en contenedores verticales para la tercera cosecha	37
FIGURA 20. Longitud de peciolo de acelga (cm) en tres cosechas cultivadas en contenedores verticales.....	40
FIGURA 21. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) para la primera cosecha.....	41
FIGURA 22. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) cultivada en contenedores verticales segunda cosecha.....	42
FIGURA 23. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) para la tercera cosecha.....	43
FIGURA 24. Número de hoja de la acelga en tres cosechas	46
FIGURA 25. Crecimiento de número de hojas de acelga (cm) cultivada en contenedores verticales primera cosecha	47
FIGURA 26. Números de hojas para la segunda cosecha	48
FIGURA 27. Número de hojas para la tercera cosecha	49
FIGURA 28. Rendimiento de materia seca del cultivo de acelga	52
FIGURA 29. Rendimiento en materia verde para la primera cosecha.....	53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Implementación de la infraestructura del invernadero	ii
Anexo 2. Desinfección del área de experimentación	ii
Anexo 3. Ubicación de los tratamientos en el área experimental	iii
Anexo 4. Delimitación de las unidades experimentales	iii
Anexo 5. Proceso de almacigo	iv
Anexo 6. Instalación de contenedores	iv
Anexo 7. Proceso de toma de datos	v
Anexo 8. Costo de construcción del invernadero para la investigación.....	v
Anexo 9. Costo de producción	vi
Anexo 10. Numero de hojas por tratamiento y cosecha.	vi
Anexo 11. Ingreso económico del cultivo de acelga	vii
Anexo 12. Costo de mano de obra del tratamiento testigo	vii
Anexo 13. Costo de mano de obra del tratamiento dos, tres y cuatro	vii
Anexo 14. Costo total de inversión por tratamiento.....	viii
Anexo 17. Análisis económico con relación al beneficio /costo.....	viii

1. INTRODUCCIÓN

La acelga (*Beta vulgaris* var. *Cicla*) tiene origen en las costas de Europa y norte de África. Existen documentos escritos que ya en el siglo V antes de Cristo los griegos utilizaban la acelga como un alimento en su dieta. Desde Europa se ha extendido a los distintos países del mundo, en la actualidad presenta una amplia difusión, y de manera especial en América y Asia.

El cultivo de la acelga es un producto de mayor beneficio para la alimentación y seguridad. Por lo menos más de la mitad de la población de Bolivia vive en áreas urbanas, lo que significa que existe un crecimiento de la demanda de hortalizas. El cultivo de acelga tiene alto contenido de hierro, magnesio, potasio, fibras y nutrientes adicionales que ayudan a la nutrición del ser humano.

La problemática que presenta la producción de acelga en carpas solares de la región altiplánica, es el espacio al utilizar un sistema horizontal sin considerar los espacios aéreos que existen en la carpa solar, por tanto, se propone la producción de acelga en un sistema vertical para aumentar la productividad en carpas solares del departamento de La Paz.

La demanda de hortalizas es cada vez más, se necesita una alternativa de producción para satisfacer las necesidades del mercado, lo cual se puede garantizar por medio de implementación de carpas solares que maximicen la producción de hortalizas y también pueden constituirse como una alternativa que permita generar ingresos adicionales para sus familiares.

Para el presente trabajo se plantea cuatro tratamientos y tres repeticiones.

Tratamiento T1 (Testigo) a una distancia Horizontal de 30 cm entre plantas, T2 a una distancia vertical de 10 cm, T3 a una distancia vertical de 20 cm y T4 a una distancia vertical de 30 cm, siendo las unidades experimentales de 1 * 1.4 metros. Las evaluaciones de las variables de respuestas se realizaron una vez a la semana y por último se realizó el análisis económico.

2. Objetivos

2.1. Generales

- Evaluar el cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) en contenedores verticales a diferentes distancias entre plantas en un ambiente protegido.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo
- Determinar el rendimiento del cultivo de acelga
- Evaluar el beneficio costo de la producción de acelga

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Importancia del cultivo de Acelga

La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Se consume de varias formas, tiene propiedades laxantes, digestivas y un alto contenido de Vitaminas A y C (Océano, 2001).

3.2. Características del Cultivo

3.2.1. Origen del cultivo

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias, Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C. (Vavilov 1960, citado por Chambi, 2005). Específicamente su origen se ubica en las regiones de Grecia e Italia (Aitken, 1987). El suelo y clima de Europa sirvió para que esta hortaliza creciese en estado salvaje, especialmente en la faja Mediterránea, hasta que los griegos comenzaron a cultivarla. A partir de entonces, fue uno de los complementos de la dieta más empleados por los habitantes de estas tierras (De la Paz y Souza-Egipsy, 2003). Llegó a América con los españoles (Océano, 2001).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de acelga

Clasificación taxonómica	
Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotilenodae
Orden	Centrospermales
Familia	Chenopodiaceae
Genero	Beta
Especie	Vulgaris var. Cicla L.

Fuente: Rojas, 2006

3.2.2. Composición del cultivo de acelga.

García (2013), reporta el valor nutritivo y medicinal de la acelga que se describe a Continuación.

La acelga posee un importante valor nutricional y medicinal. Es una verdura con cantidades mínimas de hidratos de carbono, proteínas y grasas, dado que su mayor peso se lo debe a su elevado contenido en agua. Por ello resulta una poco energética, aunque es rica en nutrientes reguladores, como ciertas vitaminas, sales minerales y fibra. Sus hojas más externas son las más vitaminadas. En la acelga el mineral más abundante es el potasio. Sin embargo, se destaca por su mayor contenido en magnesio, sodio, yodo, hierro y calcio.

- a)** El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación de impulso nervioso para la actividad muscular normal. Interviene también en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.
- b)** El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.

- c) El yodo es un mineral indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroides, que produce las hormonas tiroideas. Éstas intervienen en numerosas funciones metabólicas, como el mantenimiento de la temperatura y metabolismo corporal. Asimismo, el yodo es esencial en el crecimiento del feto y en el desarrollo de su cerebro.
- d) Es rica en fibra presenta por ello posee propiedades laxantes, por lo tanto, previene o mejora el estreñimiento.
- e) La falta de hierro o de ácido se relaciona con distintos tipos de anemia. En la acelga sobresalen estos nutrientes, lo que hace que sea interesante para incluirla en caso de anemia. Si se toma cruda en ensalada, su contenido natural en vitamina C favorece la absorción de hierro.

3.2.3. Ecología del cultivo de acelga

3.2.3.1. Clima

La acelga es una de las hortalizas que más satisfactoriamente se adaptó en el altiplano, valle y trópico prosperando a toda altitud por su amplia tolerancia a climas variados (Ramírez, 2006).

3.2.3.2. Temperatura

La acelga es una planta de clima templado, que vegeta bien con temperaturas medias; le perjudica los cambios bruscos de temperatura. Las variaciones bruscas de temperatura, cuando las bajas siguen a las elevadas, pueden hacer que inicie el segundo periodo de desarrollo, subiéndose a flor la planta. La planta se congela cuando las temperaturas son menores de -5°C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan 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 . (Infoagro, 2015)

3.2.3.3. Humedad Relativa

No requiere mucha humedad. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero (Ramírez, 2006).

3.2.3.4. Suelo

Según la Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano (2001) la acelga requiere terrenos frescos, bien provistos de materia orgánica, con textura franca y que no sean ácidos. El suelo debe tener un buen contenido de humedad y pH de 5,8 a 6,8; aunque es tolerante a suelos salinos (Martínez et al, 2003).

3.2.6. Descripción Botánica de la Acelga

La acelga es una planta bienal y de ciclo largo que no forma raíz o de fruto comestible, este vegetal tiende a centrar toda su producción en el desarrollo de sus hojas mientras que la raíz se encuentra poco engrosada. En el segundo año la planta empieza su floración para la producción de semilla, y engrosar su raíz (Al respecto (Ramírez, 2006).

3.2.6.1. Raíz

La acelga aun siendo de la misma especie que la remolacha, difiere principalmente por tener una raíz no engrosada (Valadez, 1993). Por otra parte, la Fundación de Hogares Juveniles Campesinos (2007).

3.2.6.2. Tallo

Cuando deja madurar la planta produce un tallo central en cuya parte superior se desarrollan las flores, de entre 3 y 5 mm de diámetro reunidas en una espiga terminal (Ramírez, 2006).

La planta de acelga es muy poco desarrollada, pero cuando florece o empieza la semilla emite un tallo que crece hasta 1,50 metros de altura sobre las que formara las hojas, flores y semilla (Souza-Egipsy, 2003).

3.2.6.3. Hoja

Es una planta herbácea de peciolo largo y suculentos, hojas grandes y erectas, parecidas a las de la remolacha, pero mucho más succulentas (Martínez et al 2003)

Las hojas de acelga son grandes y de forma oval y/o acorazonada, van de un color verde claro a oscuro según la variedad, constituyen la parte comestible; tiene un peciolo o penca ancha y larga que se prolonga en el limbo, además pueden ser de color crema o blancos (Ramírez, 2006).

3.2.6.4. Inflorescencia

Posee una inflorescencia ramificada con flores no pedunculadas que se presentan en grupos de dos o tres flores en la axila de cada bráctea. Las flores poseen cinco sépalos verdes y cinco estambres, así como un único pistilo con un estilo rematado por tres brazos estigmáticos (Muñoz, 2005).

Al tratarse de un cultivo bienal, la floración tiene lugar en el segundo ciclo, esta comienza en la base de la inflorescencia y continua en forma ascendente. Generalmente la flor presenta protandria, liberándose el polen durante la mañana del primer día, perdiendo su viabilidad a los cuatro días de su liberación. Los estigmas comienzan a desplegarse por la tarde del primer día y no se extienden completamente hasta el segundo o tercero, manteniéndose receptivos durante más de dos semanas (Muñoz, 2005).

3.2.6.5. Fruto y Semilla

Las semillas son muy pequeñas y se encuentran encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla (realmente es un fruto), en realidad es un glomérulo que comprende de dos a seis semillas. Para la recolección de los

glomérulos que a medida vayan madurando, pueden ser de forma individual o también se pueden cortar las ramas casi maduras para luego ponerlas a secar en un lugar protegido, seco, y bien ventilado. También como referencia del autor la duración germinativa media de la acelga es de seis años. Sin embargo, pueden conservar, su capacidad germinativa hasta diez años o más (Ramírez, 2006).

3.2.7. Manejo del cultivo de acelga

3.2.7.1. Época de siembra

La acelga puede sembrarse durante todo el año, pero la época más adecuada es primavera y otoño. La acelga que se siembran en primavera o verano pueden sembrarse directamente sobre el terreno. Para ello se deben realizar surcos en el campo e introducir directamente la semilla en los mismos. El mismo autor menciona que si la siembra se ha realizado tardíamente, se deberán plantar las semillas en semillero caliente. Cuando las plantas sean lo suficiente grandes para manipularlas deberán aclararse dejando un solo ejemplar por punto, puesto que de cada semilla plantada por lo general se produce más de una planta, la falta de aclarado a tiempo, combinado con una falta de humedad, puede ser responsable de que las acelgas produzcan brotes floríferos en la primera temporada. Cuando las plantas hayan desarrollado cuatro o cinco hojas deberán trasplantarse a su lugar definitivo (Ramírez, 2006)

3.2.7.2. Trasplante

En general las plantas cultivadas en cualquier tipo de contenedor son llevadas al sistema definitivo de establecimiento cuando éstas poseen 5 hojas verdaderas, En este estado de desarrollo, las plantas cuentan con raíces lo suficientemente largas para estar en contacto con el sustrato (Carrasco, 1996).

3.2.7.3. Refalle

El re falle es volver a trasplantar en lugares donde algunas plantas no han prendido, para aprovechar mejor el terreno dentro de una carpa solar (Gutiérrez *et al*, 2009).

Esta actividad consiste en la reposición de plántulas en los lugares donde se han muerto las primeras plántulas trasplantadas, esta actividad se debe realizar apenas se observen bajas en la parcela de la huerta y reemplazarlos por otra (Huaylla, 2008).

3.2.7.4. Riego

El riego puede ser por aspersión o por surcos siendo este último el más usado y que en suelos con bastante materia orgánica es suficiente un riego por semana (Aticen, 1997).

Huaylla (2008) afirma que en el momento de la preparación del terreno es conveniente realizar la actividad de riego en la parcela a sembrarse sea estas para hortalizas u otro cultivo con la finalidad de que la materia orgánica entre en descomposición, estiércol y restos vegetales y posteriormente ser aprovechado por la planta los principales nutrientes del suelo, para obtener buenos resultados en la cosecha.

3.2.7.5. Plagas y enfermedades

Las plagas como insectos que afectan y disminuyen la producción de hortalizas, por eso es importante realizar el control (Gutiérrez, 2009).

Según Flórez (2009), los insectos que atacan a la acelga son:

- Gusano blanco (*Melontha melontha*), el ciclo evolutivo larvario completo es de tres años, siendo la primavera del segundo año cuando producen mayores daños.

- Gusano alambre (*Agrotis lineatum*), son coleópteros que producen galerías en las raíces de las plantas, provocando heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo, causando enfermedad.
- Gusano gris (*Agrotis segetum*), este lepidóptero produce daños en la vegetación, seccionando el cuello de las plántulas recién plantadas.
- Mosca de la remolacha (*Pegomia betae*) las larvas perforan la epidermis y penetran en el interior de los tejidos del limbo, haciendo galerías que pueden llegar a ocupar toda la superficie foliar.

3.2.7.6. Cosecha del cultivo de acelga

La cosecha es cortar únicamente las hojas exteriores que son las más grandes. La recolección se realizara utilizando un cuchillo bien afilado. Se debe tener mucha prudencia a la hora de cortarla para no dañar las hojas interiores (Ramírez, 2006).

La cosecha de la acelga se la realiza a los 65 días. Si esta hortaliza no es cortada de raíz puede seguir produciendo cada 12 a 15 días. La cosecha de las hortalizas debe realizarse por la mañana o al atardecer del día. (Gutiérrez et al. 2009).

3.2.7.7. Rendimiento del cultivo de acelga

Por último, Avalos (2008) efectuó un estudio de comparación entre dos variedades de acelga, bajo diferentes dosis de abonamiento con biol porcino, encontró un rendimiento de promedio de 13,33 kg/m² para cuatro cosechas (lo que equivale a 3,33 kg/m² por cosecha individual) realizadas en el cultivar Fordook Giant.

Por otra parte, Von Boeck (2000) indica un rendimiento máximo de 18,15 kg/m² para cinco cortes (con un promedio de 3,63 kg/m² por una cosecha) bajo aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz, el periodo de evaluación fue de 143 días, el estudio fue realizado con la variedad Fordook Gian.

Por último, Avalos (2008) efectuó un estudio de comparación entre dos variedades de acelga, bajo diferentes dosis de abonamiento con biol porcino, encontró un rendimiento de promedio de $13,33 \text{ kg/m}^2$ para cuatro cosechas (lo que equivale a $3,33 \text{ kg/m}^2$ por cosecha individual) realizadas en el cultivar Fordook Giant.

3.2.5. Contenedores verticales

El cultivo en contenedores verticales completamente abonados permite producciones más intensivas de las que se producían tradicionalmente. La alternancia en el suelo de plantas con estructura de raíz, forma de crecimiento la altura complementaria permite ganar bastante espacio. Los contenedores verticales que permiten plantar en agujeros a diferentes niveles, constituyendo una torre muy productiva. En las mangas verticales no se siembran especies de siembra directa, sólo deben sembrarse especies de trasplante. Usando este sistema se han tenido muy buenos resultados con fresa o frutilla, perejil (rizado o liso), lechugas, achicorias y plantas ornamentales de flor de porte reducido. Para la preparación del sustrato de estas mangas, se debe disminuir un poco la cantidad del componente más pesado y aumentar el más liviano y que retenga más humedad. La nutrición se hace de la misma manera que en un contenedor de madera, regando todos los días con agua cuando es necesario con solución nutritiva (Marulanda, 2003).

3.2.5.1. Ventajas del cultivo vertical:

- Facilidad en el cuidado de las plantas en el sistema vertical.
- Menor proliferación de enfermedades.
- Son manipulables los contenedores.

Con una simple mirada podemos identificar cualquier otro vegetal que invada a nuestra planta y simplemente extraerlo. También detectar cualquier tipo de plaga, sea esta de origen bacteriológico o fúngico y aplicar tratamientos no agresivos, ni contaminantes, a la planta; uno de ellos es la utilización de productos naturales fabricados por nosotros mismos. Otra ventaja que nos ofrece este sistema de cultivo es cuando alguna planta llega a afectarse gravemente sólo la retiramos y la

cambiamos por otra. Diversificando los individuos vegetales impedimos las plagas naturales producto de la especialización de cultivos, al alternar las plantas evitamos transmitir enfermedades de un individuo a otro. Una gran oportunidad de expandir nuestro terreno es el cultivo vertical, Teniendo en cuenta que para que una planta se desarrolle saludablemente requiere de un espacio mínimo de 40 centímetros., entre cada especie, es fácil notar que este sistema las plantas no compiten entre sí, pues el alimento se les distribuye de acuerdo a sus necesidades (FAO, 2003).

3.2.5.1. Sustrato para contenedores verticales

El concepto básico radica en la utilización de contenedores con la mezcla de sustratos, este sustrato está encerrado en sacos de plástico sellados. El sustrato que se utiliza es la turba o mezcla de turba con otros materiales como arena o perlita, que aumentan su aireación y mejoran el drenaje (Navas, 2012).

En el sistema de sacos verticales es necesario usar sustratos de baja densidad, puesto que cuando se produce la irrigación el contenido del conjunto puede tener un peso considerable y alterar la estructura por lo que los materiales como la perlita, son muy eficaces y rentables (Navas, 2012).

3.2.5.2. Riego en contenedores verticales

Este sistema proporciona un aislamiento completo del terreno y una fácil renovación del material al final de la recolección, permitiendo además una rápida instalación del siguiente cultivo. El sistema de cultivo se completa con un sistema de riego que satisfaga las necesidades hídricas y nutritivas de las plantas. El riego y la nutrición se efectúan por un sistema de goteo o riego localizado (Calisaya, 2016).

3.2.5.3. Contenedor

El material empleado es plástico de dos capas, una blanca exterior con el fin de reflejar la luz y otra negra interior que impide la formación de algas, hongos, etc. (Torres de cultivo Vertical, 2005).

3.2. Carpa solar

La carpa solar es un ambiente que tiene como característica particular tener una cubierta plástica denominada agro film. Las carpas solares al igual que los invernaderos y huertos atemperados crean un ambiente apto para el desarrollo de hortalizas, flores y otros. Bajo condiciones favorables de temperatura, humedad, radiación solar, sustrato y agua entre otros (Torrez, 2001).

2.3.1 Importancia de la carpa solar e invernadero

De acuerdo con FAO, (2017) la producción en invernaderos mejora la calidad de vida en las familias, a través de la diversificación de los alimentos que consumen y el incremento de su economía generando ingresos por venta de hortalizas y plantas aromáticas. A continuación, presentamos algunas de sus ventajas:

- Permiten la producción de hortalizas durante todo el año en regiones que presentan condiciones extremas, facilitando la planificación de la producción.
- Al controlar la temperatura y humedad, aceleran el crecimiento de los cultivos permitiendo que la cosecha se realice en menos tiempo.
- Los rendimientos son mayores que a campo abierto. Se produce más en poco espacio de terreno.
- Facilitan el control de las plagas y enfermedades. Se puede controlar la temperatura y humedad.
- Conservan los suelos porque promueven el cultivo en el mismo suelo en varias oportunidades. Protege a las plantas de las heladas, granizadas, nevadas y bajas temperaturas en general.
- Se utiliza el agua eficientemente y de forma controlada.
- Las plantas y los productos están menos expuestos a la contaminación del aire.

4. LOCALIZACIÓN

4.1. Ubicación Geográfica

La localidad Alto Chijini se encuentra situado geográficamente en la ciudad de El Alto camino Viacha cerca de la zona de San Martín a los $16^{\circ} 34'$ y $16^{\circ} 53'$ de latitud sur y $68^{\circ} 9'$ y $68^{\circ} 22'$ de longitud oeste, a una altura de 3.850 m.s.n.m. (Plan de Desarrollo Municipal del Gobierno Autónomo Municipal El Alto).

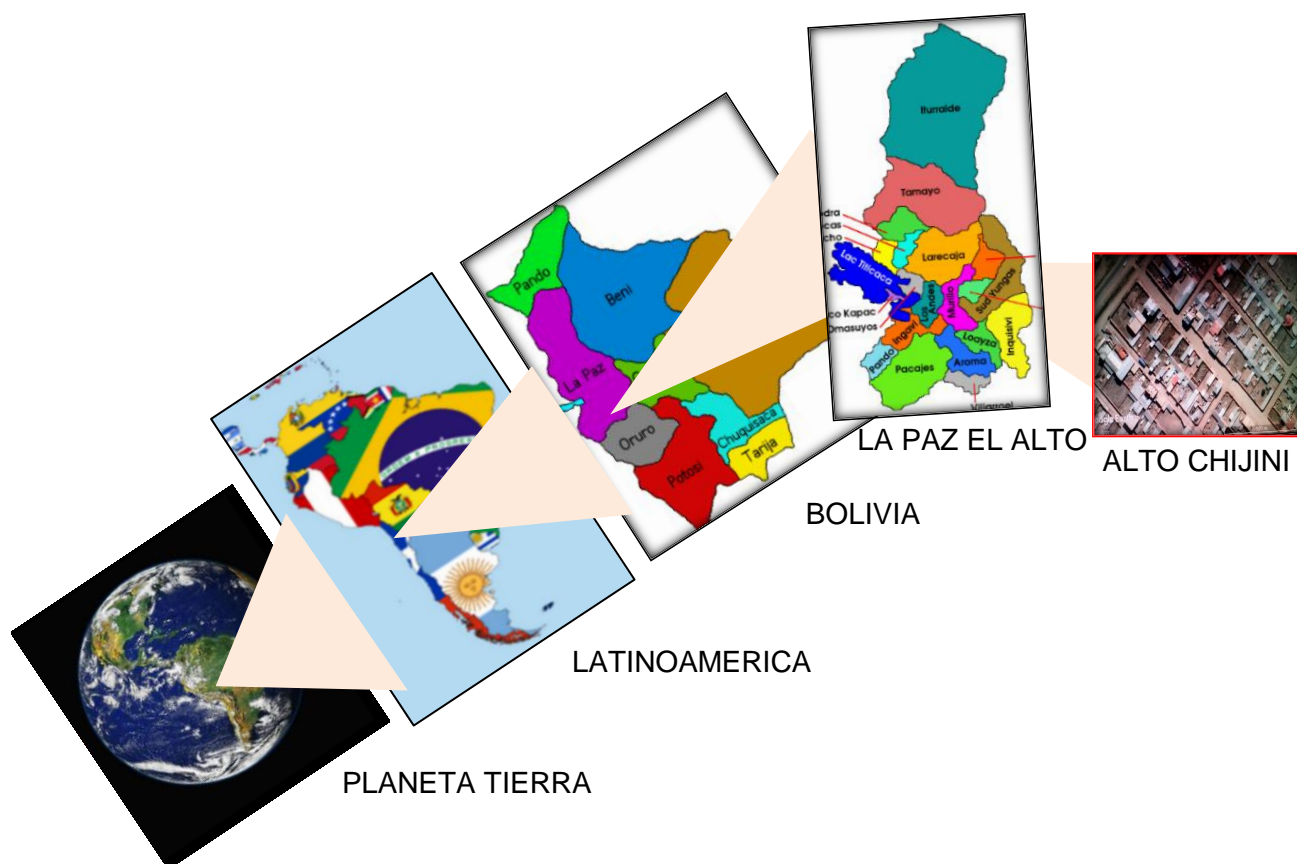


FIGURA 1 Ubicación geográfica de la zona de investigación

4.2. Características climáticas

La zona de estudio presenta una temperatura media anual de 12 °C, con heladas muy frecuentes a partir del mes de mayo a agosto. La precipitación media anual es de 447 mm, con una distribución de las lluvias de enero a marzo disminuyendo la intensidad en los meses de abril a diciembre, (Gobierno Autónomo Municipal El Alto, 2017)

4.3. Imagen satelital del invernadero de investigación.



Fuente: Google Earth, 2017

FIGURA 1 Imagen satelital del área de investigación.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron en la investigación se detallan a continuación:

5.1.1. Semilla

El material vegetal utilizado fue semilla de acelga de la variedad Fordhook Giant, de procedencia americana (PETOSEED) en una cantidad de 2 Onza, fundamentados en las características que posee de ser una acelga de hojas sueltas y crespas, de color verde oscuro, bastante rígidas y fuertes con peciolo muy desarrollados (Casseres, 1984).

Cuadro 2. Características de la acelga

INIAF - La Paz	
Análisis: 022/2017	Lote: 485621- 25
Semillero: Los Andes	Cultivo: Acelga
Origen: USA	Origen: USA
Variedad: Fordhook Giant	Fecha: 23/12/17
Humedad: 9,1 %	Pureza: 99,9 %
Germinación: 93 %	Análisis: 03/06/2017
Planta: Bianual	Hojas: Semi arrugadas
Peciolo: Color blanco	
Fuente: INIAF, 2017	

5.1.2. Sustrato

El material orgánico que se utilizó para la producción de acelga son: Estiércol de Bovino 25%, Tierra negra 25%, Turba 25% y Tierra del lugar 25%.

5.1.3. Material para el armado del sistema vertical

Los materiales y herramientas de campo utilizados para el armado del sistema vertical fueron: 5 Callapos de 2" de diámetro con 6 metros de longitud, 4 Callapos de 3" de diámetro de 6 metros de longitud, 1 Kg. de clavos de 3" y 1 Kg alambre galvanizado.

5.1.4. Material para armado de los contenedores verticales

Para llevar a cabo el armado de los contenedores verticales fue necesario utilizar los siguientes materiales y herramientas: tubos de PVC de 4", tapones de PVC de 4", hilo de cáñamo N° 7, malla semi sombra (75%), oxígeno para soldar, arco de soldar y sierra mecánica.

5.1.5. Materiales y equipos de gabinete

Para llevar adelante el trabajo de gabinete fue necesario utilizar cámara fotográfica, Libreta de registros, una Laptop, impresora, Bolígrafo, Lápiz y Tablero.

5.2. Metodología

5.2.1. Procedimiento experimental

El trabajo se inició el 25 de septiembre de 2017 y concluyó el 4 de febrero de 2018, en ese lapso se tomaron los datos respectivos a la investigación.

5.2.2. Características del área experimental

5.2.2.1. Sistema de ventilación

La ventilación del invernadero formado por dos ventanas uno en la parte frontal, con, largo 1.60 metros y de alto 1.60 metros y el otro en la parte lateral con las siguientes medidas; largo 1.50 metros y de alto 1.50 metros.

5.2.2.2. Desinfección del área de experimentación

Se procede a la desinfección total del invernadero, la desinfección se realizó con cal viva para evitar que pueda existir patógeno que perjudique al desarrollo de la planta.

5.2.2.3. Preparado del terreno del invernadero experimental

Para iniciar la preparación del suelo del invernadero se utilizaron herramientas y materiales como: nivel de mano, regla de madera de 4 metros, Lienzo, Picota, Pala,

Ladrillo, Cemento, Pato, etc. Con estas herramientas se empezó de la siguiente manera: en primera instancia se sacó puntos al nivel alrededor del invernadero luego se procedió a colocar lienza en los puntos nivelados y usando las herramientas se procedió a nivelar el terreno.

5.2.2.4. Delimitación de las unidades experimentales en el invernadero



Figura 3. Delimitación de las unidades experimentales

Nivelado el terreno se empezó a delimitar las unidades experimentales mediante camas, cada unidad experimental de $1.40 \times 1.00 \text{ m}^2$, con sus respectivas repeticiones teniendo un total de 12 camas donde se realizó la investigación correspondiente.

5.2.2.5. Proceso de almácigo

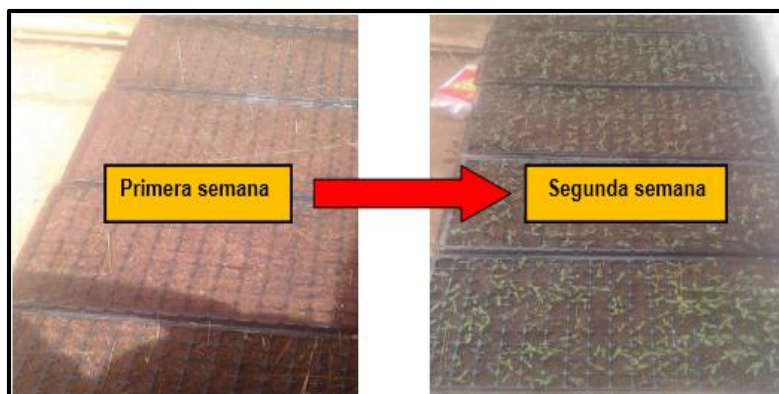


Figura 4. Proceso de almácigo

La semilla de acelga se puede propagar de dos formas por almacigo y por siembra directa, en el trabajo de investigación se realizó por almacigo para poder ganar tiempo en el proceso. Para el efecto se utilizó bandejas plásticas almacigueras bajo ambiente protegido, para el preparado del sustrato se usó tierra del lugar, tierra negra, estiércol bovino y arena los cuales son mezclados de manera uniforme, se desinfectó por un medio físico (exponiendo al sol) evitando así posibles patógenos en el suelo. La siembra del almacigo fue individual. Cada almaciguera contenía 200 platines y se almacigaron en dos bandejas.

5.2.2.6. Preparación del sustrato para los contenedores

En la preparación del sustrato se utilizaron los siguientes componentes:

Con un 25% de turba, 25% tierra negra, 25% de tierra del lugar, 25% de abono de bovino. Los cuales se procedieron a mezclar y llenar a los contenedores la mezcla que se obtuvo. La cantidad de la mezcla de sustrato utilizado fue 6.6 kg. /contenedor. Y para los 54 contenedores que se utilizaron en la investigación se incorporó 356.4 kg de sustrato mesclado en forma homogéneo.

5.2.2.7. Instalación de los contenedores en el área de experimentación

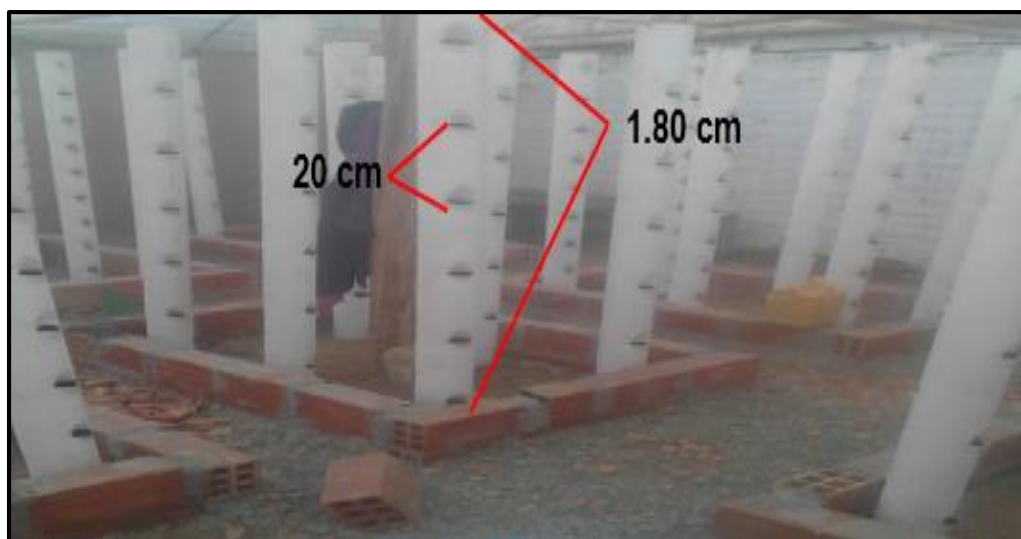


Figura 5. Instalación de contenedores verticales

Los contenedores son tubos PVC de 4" de diámetro con una altura de 1.80 metros y se realizaron orificios alrededor del PVC con diferentes distancias dependiendo de los tratamientos. T2: La distancia entre orificio 10 (cm), T3: La distancia entre orificio 20 (cm), T4: La distancia entre orificio 30 (cm). Posteriormente los contenedores se cuelgan sujetándolo con alambres galvanizado, las distancias entre contenedores son de 60 centímetros.

5.2.2.8. Trasplante del cultivo a los contenedores



Figura 6. Trasplante de acelga en los contenedores

Esta labor se efectuó a los 20 días después de la siembra, cuando las plántulas alcanzan entre 3 - 4 hojas verdaderas. El proceso se realizó en las horas de la tarde previa instalación de los contenedores, se realizó hoyos con el repicador y luego se trasplantó en los huecos ya existentes en los tubos PVC.

5.2.2.9. Instalación del sistema de riego en contenedores

Para la instalación del sistema de riego se cuenta con un tanque de una capacidad de 500 litros el cual se encuentra conectado a una bomba electrónica de agua de ½ HP de capacidad, luego conectado a un Taymer digital con 7 canales de riego donde es conducida el agua a los contenedores.

Dentro de los contenedores se encuentra tubo de goteo con un diámetro de ½ pulgada, el cual emite 124 ml por minuto. El tiempo de riego del cultivo es de 3 veces (mañana, medio día y tarde) por un lapso de 1 minuto. Lo que significa que el invernadero es totalmente automático en cuestión del riego.

Por otro lado, la cantidad de agua que se gasta por día, es aproximadamente de 20 litros por día, lo que significa 0.20 metros cúbicos. Como también se realiza un riego por nebulización para mantener la humedad dentro del invernadero.

5.2.2.10. Refalle

Esta labor se llevó a cabo una semana posterior al trasplante reponiendo aquellas plantas que murieron, presenten daños o no se hubiesen adaptado al proceso de trasplante.

5.2.2.11. Toma de muestras



Figura 7. Muestreo de las plantas de estudio

El muestreo se realizó cuando las plantas ya mostraban competencia completa entre ellas además de tener una altura de 5 a 10 cm; se tomó muestras al azar de las acelgas, de sus hojas centrales que serían evaluados respetando siempre el efecto borde y cabecera entre cada tratamiento. Se evaluaron tres plantas de cada

contenedor uno de la parte superior, el segundo de la parte central del contenedor y el ultimo del aparte inferior del contenedor.

5.2.2.12. Poda del cultivo de acelga

La poda de acelga se realizó inmediatamente después de cada cosecha cortando las hojas más pequeñas y mal desarrolladas para favorecer el crecimiento de las hojas de mayor tamaño y la aireación entre plantas.

5.2.2.13. Cosecha

Se cosechó las hojas con un cuchillo afilado empezando por las hojas externas que mostraban un buen desarrollo, esta práctica se realizó 3 veces en todo el proceso de investigación en horas de la mañana y el atardecer aprovechando la turgencia de las hojas. La primera cosecha se efectuó cuando las hojas más el peciolo alcanzaron una longitud de 35 a 55 centímetros a los 70 días después de trasplantar. La segunda y la tercera cosecha se realizaron con intervalos de 15 días. En el momento de cada cosecha se midió las variables agronómicas planteadas altura de planta, longitud de hoja, ancho de hoja y número de hojas cosechadas por tratamiento.

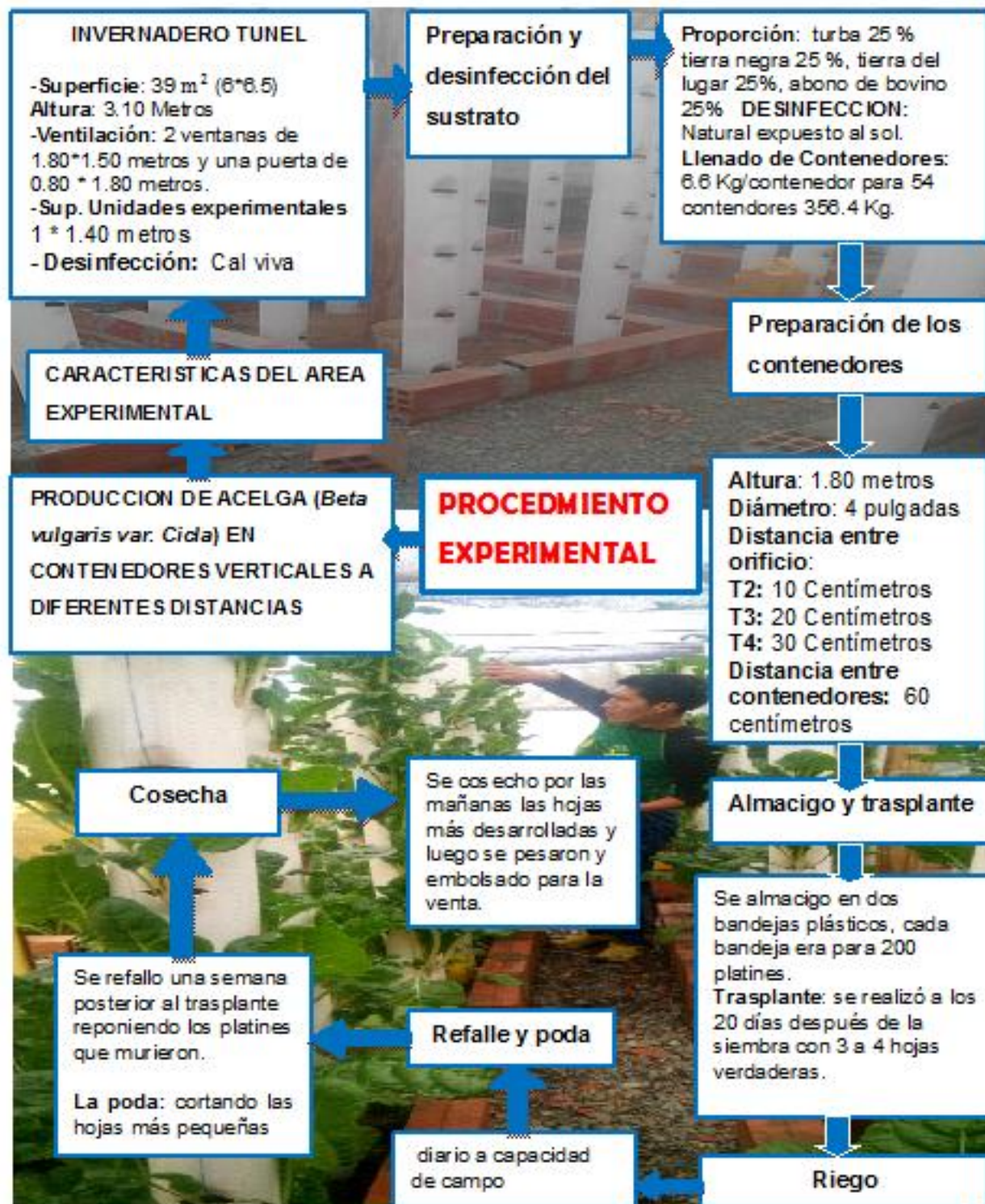


Figura 8. Flujo grama del proceso experimental

5.2.3. Análisis estadístico

Donde el efecto de estudio corresponde a diferentes distancias de plantas en los contenedores verticales de 4" y un testigo sistema horizontal (tradicional) en los cuales se tendrá 4 tratamientos con 3 repeticiones. Cada unidad experimental tendrá $1.40 m^2$, se empleará un diseño completamente al azar (DCA) y distribuidas al azar.

5.2.3.1. El modelo lineal

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Observación cualquiera.

μ = Media poblacional.

T_i = Efecto del tratamiento i

E_{ij} = Error experimental.

5.2.3.2. Formulación de los tratamientos del experimento

La formulación de los tratamientos se realizó de la siguiente manera: Tratamiento uno es el testigo en un sistema horizontal a una densidad de siembra de 30 centímetros entre planta, tratamiento dos a una distancia de 10 centímetros entre planta en el contenedor vertical, tratamiento tres a una distancia de 20 centímetros entre planta en contenedor vertical y el tratamiento cuatro a una distancia de 30 centímetros entre planta en el contenedor vertical.

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos del experimento

Detalle de los tratamientos realizados		
Tratamiento	(T1)	Tratamiento testigo (horizontal)
Tratamiento 2	(T2)	Distancia entre planta es de 10 cm vertical
Tratamiento 3	(T3)	Distancia entre planta es de 20 cm vertical
Tratamiento 4	(T4)	Distancia entre planta es de 30 cm vertical

5.2.3.3. Superficie experimental

La distribución de los espacios dentro del invernadero se va especificando en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Descripción del área experimental

Detalles de área experimental	
Superficie total (m ²)	39
Superficie total aprovechable(m ²)	16,8
Superficie total de pasillos(m ²)	19,6
Superficie de unidades experimentales (m ²)	1,4
Área de desinfección (m ²)	0,96
Total de unidades experimentales (m ²)	12
Total de plantas T1	21
Total de plantas T2	450
Total de plantas T3	324
Total de plantas T4	198

5.2.3.4. Croquis del experimento

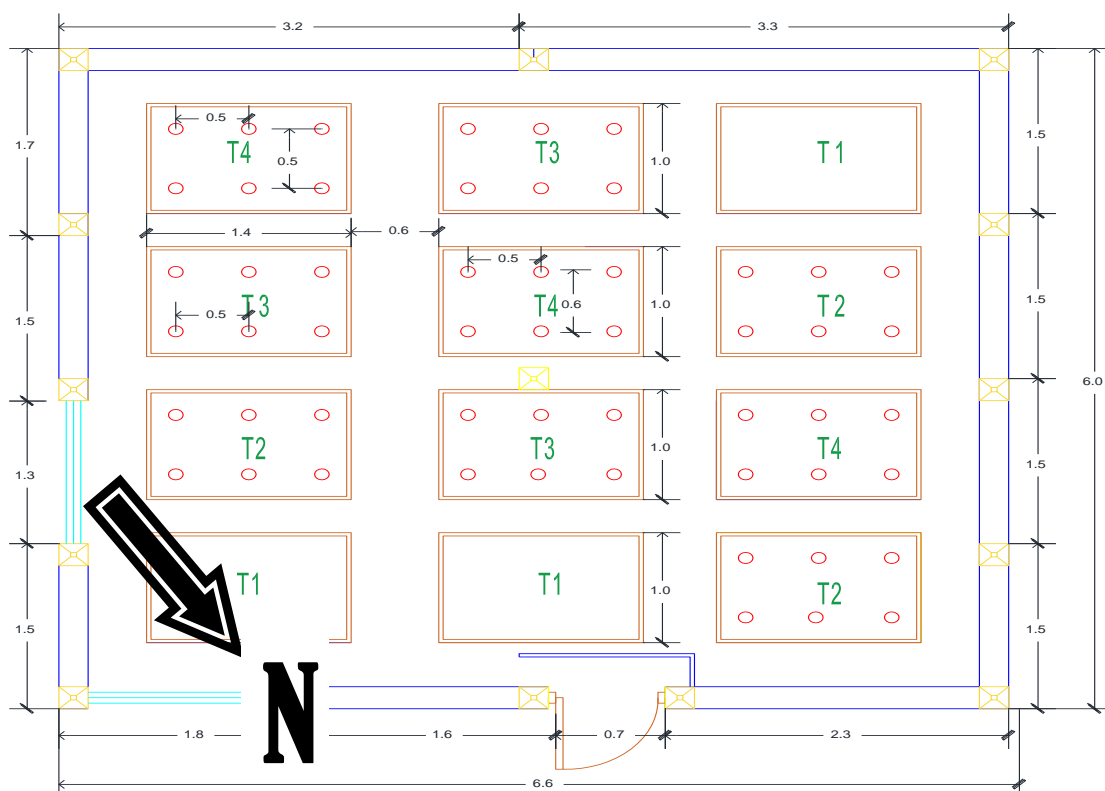


Figura 9. Ubicación de los tratamientos en el área experimental

5.3. Variables de respuesta

5.3.1. Descripción variable fenológicas

Para la descripción de las variables fenológicas se tomaron datos de la evolución del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha, tomando en cuenta los días a la emergencia, días a las primeras hojas verdaderas e intervalos de días para cada cosecha todo esto evaluado por cada tratamiento.

5.3.2. Variables agronómicas

5.3.2.1. Longitud de hoja de acelga

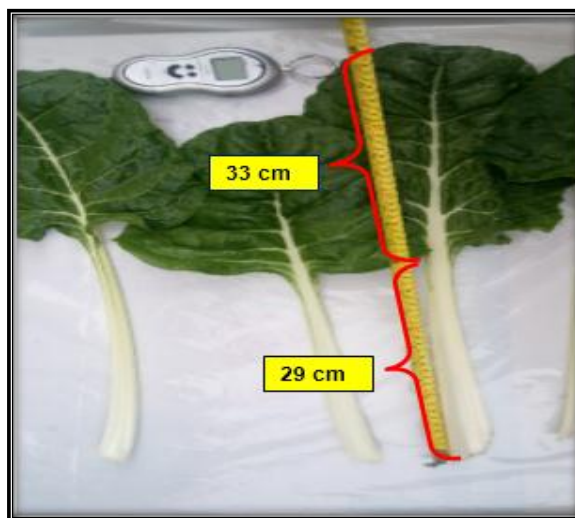


Figura 10. Longitud de hoja de acelga

Las hojas comercialmente aprovechables recolectadas durante las cosechas fueron medidas desde la base del pecíolo hasta el ápice del limbo. Este procedimiento se efectuó con una regla metálica graduada en centímetros.

5.3.2.2 Longitud de peciolo del cultivo de acelga

Se llegó a medir las hojas que fueron seleccionadas al azar de cada planta y cada tratamiento. Una vez cosechado se procedió a medir desde la base del suelo, hasta la base de la lámina de hoja.

5.3.2.3. Altura de la planta de acelga

Las mediciones se realizaron a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días después del trasplante a los contenedores, considerando la altura desde la parte basal hasta el ápice de la hoja de mayor longitud, para esto se muestreo seis plantas al azar del área útil de cada unidad experimental. La medición se realizó con una regla graduada en centímetros.

5.3.2.4. Número de hojas del cultivo de acelga



Figura 11. Número de hojas del cultivo de acelga

Para objeto de estudio, tomando en cuenta la longitud comercial mínima de 25 cm. Conteo numérico de hojas existentes en las plantas al defoliarlas y separarlas del tallo, mismas plantas señaladas para la anterior variable.

5.3.3. Variables económicas

5.3.3.1. Peso de Hojas Aprovechables por Planta

Se llegó a pesar todas las hojas comercialmente aprovechables, de cada planta muestreada, después de cada cosecha. El procedimiento se realizó con una balanza

electrónica, marca Jing Hua, modelo 40KG/10G, con una capacidad de cinco kilogramos.

5.3.3.2. Rendimiento de la materia verde

Para obtener los datos de rendimiento se pesó las hojas cosechadas de cada unidad experimental con una balanza electrónica, estos datos se promediaron y ponderaron para conseguir la producción en Kilogramos por metro cuadrado.

5.3.3.3. Costo total de producción del cultivo

5.3.3.4. Beneficio bruto del cultivo

CYMMYT (1998), el beneficio bruto se calcula multiplicando el precio de campo (Y) por el rendimiento ajustado (PP).

$$\mathbf{BB = Y * PP}$$

5.3.3.5. Beneficio neto del cultivo

El beneficio neto del cultivo (BN) o ingreso neto, según CYMMYT (1998), se calcula restando el total de los costos que varían (CT) del beneficio bruto de campo (BB).

$$\mathbf{BN = BB - CT \text{ tratamiento.}}$$

5.3.3.6. Relación beneficio / costo (B/C)

Según IBTA – PROIMPA (1995), la relación beneficio/costo, es la comparación sistemática entre el beneficio y resultados de una actividad y el costo de realizar una actividad. La regla básica de la relación B/C, una inversión será rentable, si los beneficios son mayores que la unidad (B/C mayor a 1), aceptable, si es igual a la unidad (B/C = 1), y no rentable si es menor a la unidad (B/C menor 1).

$$\mathbf{B/C = BB/CT}$$

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Altura de planta de acelga en tres cosechas

6.1.1. Altura de planta de acelga (cm) para las tres cosechas

La altura de planta de acelga (Fig. 15) varía en función a las distancias de siembra en contenedores verticales. Los promedios del T4 están por encima de los T3 Y T2 y por debajo del T1, todos los tratamientos no tienen un comportamiento similar en las tres cosechas.

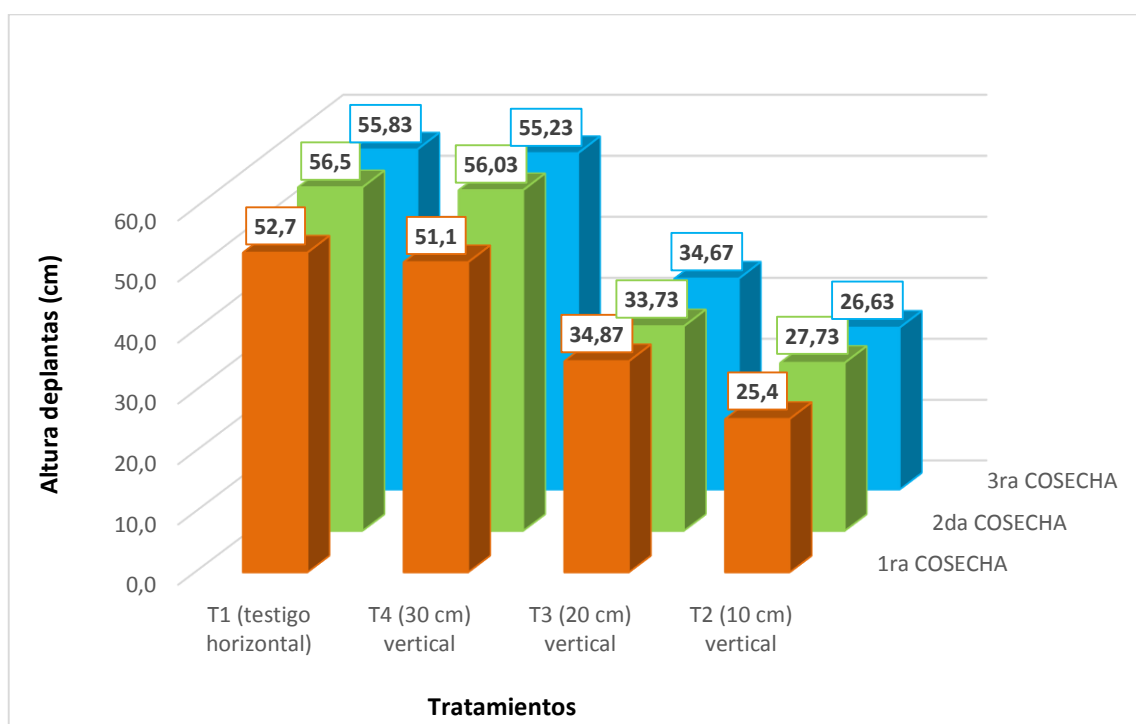


Figura 12. Altura de planta de acelga (cm) para las tres cosechas

La altura de planta de acelga (Fig. 12) en la primera cosecha obtuvo un promedio de: T1 con 52.7 cm, el T4 con 51.1 cm, el T3 con 34.87 cm y el T2 con 25.4 cm. En la segunda cosecha la altura de planta corresponde al T1 56.5 cm, el T4 con 56.03 cm, el T3 con 33.73 cm y el T2 con 27.73 cm, en esta cosecha los promedios presentan una ligera tendencia con mayores alturas frente a la primera y tercera cosecha. En la tercera cosecha la altura de planta corresponde al T1 con 58.83 cm, el T4 con 55.23 cm, el T3 con 34.26 cm y el T2 con 26.63 cm.

Según Muñoz (2005), haciendo un análisis entre el tratamiento testigo con el de humus de lombriz se logra ver que existe 7,5 centímetros de diferencia que representaría el 15% del crecimiento total, diferencia que favorece al tratamiento con humus de lombriz es un abono orgánico que por su contenido de nitrógeno, fosforo, 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 centímetros.

6.1.2. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la primera cosecha

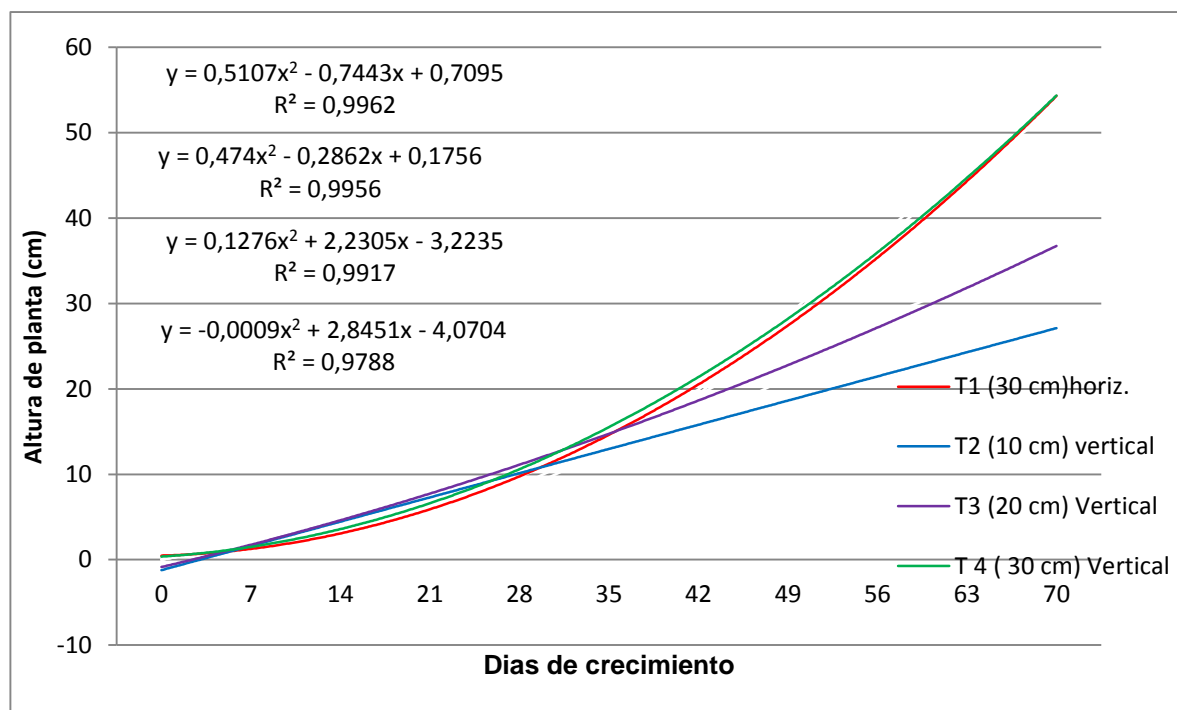


Figura 13. Crecimiento de la altura de planta de acelga en la primera cosecha

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 13) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste

cuadrático donde el T4 se ajusta en 99.62%, el T1 se ajusta en 99,56%, el T3 se ajusta en 99,17% y finalmente el T2 se ajusta en 97,88%.

Huaylla (2008), menciona que una buena cosecha de hortalizas depende de la realización de las prácticas que se menciona anteriormente, buena atención permanente permitirá obtener los resultados esperados para contar a disposición de verduras frescas, abundante y a bajos costos en relación al costo del mercado, la altura de acelga comercialmente aceptable en el mercado oscila entre 30 a 60 centímetros.

6.1.3. Análisis del crecimiento de la altura de planta (cm) para la segunda cosecha

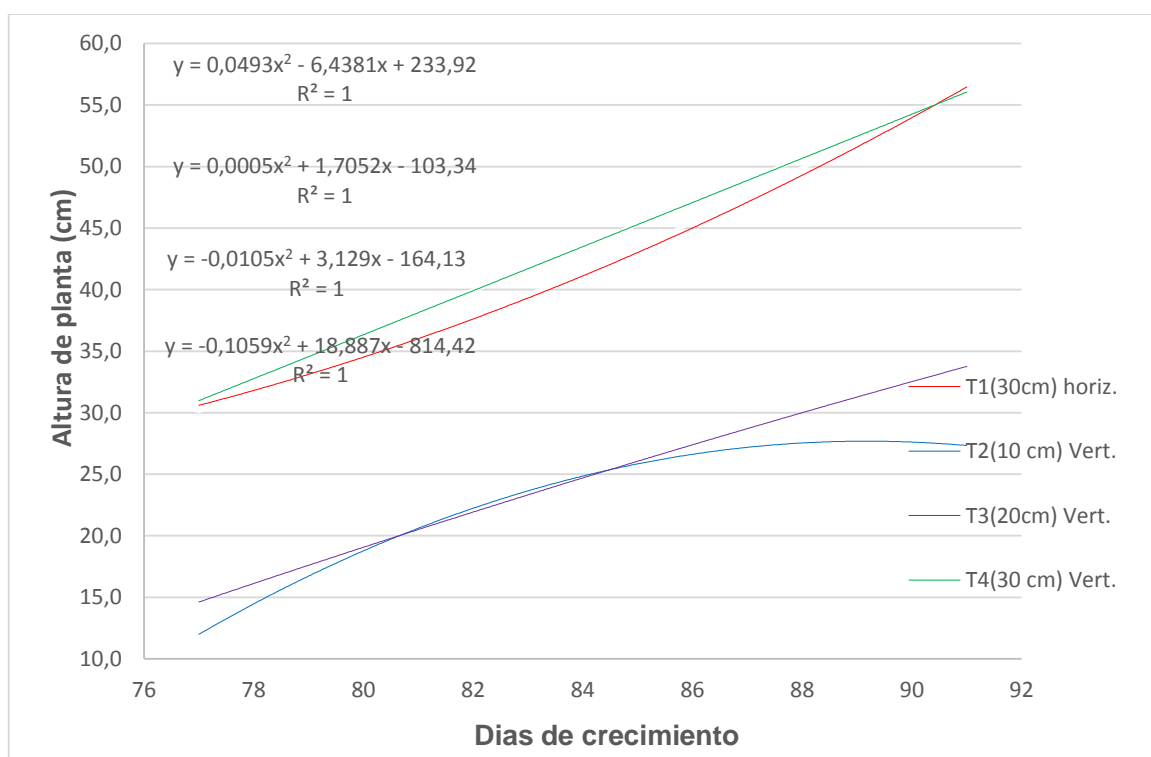


Figura 14. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la segunda cosecha

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), de acuerdo a la (Figura 14), los promedios de los tratamientos proyectan la tendencia de las funciones presenta un ajuste cuadrático donde los tratamientos cuatro, tres, dos, y uno presenta un coeficiente de determinación al 100%.

6.1.4. Análisis del crecimiento de la altura de planta (cm) para la tercera cosecha

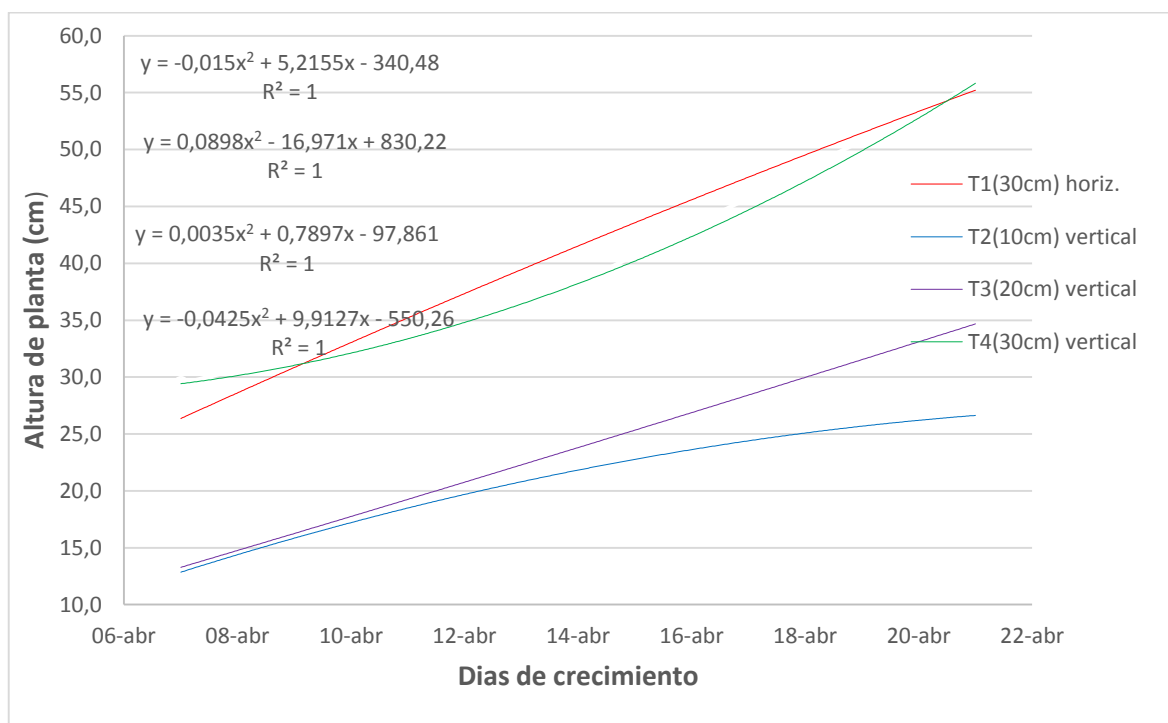


Figura 15. Crecimiento de la altura de planta de acelga (cm) para la tercera cosecha

El crecimiento de altura de planta de la acelga (Fig. 15) en la tercera cosecha, nos muestran que los tratamientos uno y cuatro alcanzan mayores alturas con 55,2 y 56,8 cm respectivamente en un tiempo de 15 días, en comparación a los tratamientos T2 y T3 con 26,6 cm y 34,7 cm respectivamente.

Comparando las tres cosechas, los promedios de altura de planta no presentan alta variación en los tratamientos T1 y T4, sin embargo, se diferencian de los tratamientos T2 y T3, la primera cosecha fue en 70 días, considerando desde el almacigo, la segunda se realizó en 15 días, y la tercera también fue en 15 días, la segunda y tercera cosecha se tomó en cuenta los platines con una altura de 10 centímetros, los que se dejaron en la primera cosecha para que complete su desarrollo.

Al respecto Pacheco (2007), menciona que un sustrato bien preparado, provoca el alargamiento de las células de los brotes lo que provoca el crecimiento de la altura de planta.

6.1.5. Coeficiente de variación y determinación para altura de planta de acelga en tres cosechas

La altura de planta de acelga (Cuadro 5) en la primera, segunda y tercera cosecha presenta coeficientes de variación de 3.57%, 1.84%, y 1.27%, y coeficientes de determinación de 0.99%, 1%, y 1% respectivamente, estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido según Calzada (1982).

Cuadro 5. Coeficiente de variación y determinación para altura de planta en tres cosechas

	N	R ²	CV
1° Cosecha	12	0,99	3,57
2° Cosecha	12	1	1,84
3° Cosecha	12	1	1,27

R² = Coeficiente de determinación, CV = Coeficiente de variación

6.1.6. Análisis de varianza para altura de planta de acelga en tres cosechas

El análisis de varianza para altura de planta de acelga (Cuadro 6) presenta significancia ($p < 0,05$) lo que expresa que la primera cosecha, segunda cosecha y tercera cosecha tienen un coeficiente de variación de 3.57, 1.84 y 1.27 % respectivamente.

Cuadro 6. Análisis de varianza para altura de planta (cm) para las tres cosechas

	F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
1° cosecha	Tratamientos	1557,3	3	519,1	241,53	0,0001 **
2° cosecha	Tratamientos	2010,18	3	670,06	1051,07	0,0001**
3° cosecha	Tratamientos	1954,88	3	651,63	2166,07	0,0001**

FV = Factor variación, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad CM = Cuadrado medio

6.1.7. Análisis de polinomios ortogonales para altura de planta (cm) para las tres cosechas.

El análisis de varianza (Cuadro 7) muestra que en la primera cosecha la función lineal y cúbica son significativas ($p < 0,05$) y la función cuadrática altamente significativa ($p < 0,01$), en la segunda cosecha se mantiene la tendencia de la función cuadrática, la función lineal el p-valor es el mismo y la función cúbica no es significativa, en la tercera cosecha las tres funciones son altamente significativas.

En cuanto al (Cuadro 7) de los contrastes ortogonales se aprecia que se tienen diferencias en cuanto a la altura de planta, esto nos indica que las diferentes distancias entre plantas en los contenedores influyen en el crecimiento de la planta. Por tanto, que en las comparaciones de tratamientos presentaron diferencias significativas en el crecimiento de altura de planta.

Cuadro 7. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para altura de planta (cm) para las tres cosechas.

	Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P- Valor
1° cosecha	Lineal	8,87	1,93	11,79	1	11,79	21,03	0,0001**
	Cuadrática	18,53	0,86	257,61	1	257,61	459,34	0,0001**
	Cúbica	-14,6	1,93	31,97	1	31,97	57,01	0,0001**
2° cosecha	Lineal	5,67	1,48	4,82	1	4,82	14,67	0,0001**
	Cuadrática	16,87	0,66	213,36	1	213,36	649,84	0,0001**
	Cúbica	1,000	1,48	0,15	1	0,15	0,46	0,5182 NS
3° cosecha	Lineal	6,17	0,73	5,70	1	5,70	71,3	0,0001**
	Cuadrática	22,77	0,33	388,74	1	388,74	4859,26	0,0001**
	Cúbica	-10,17	0,73	15,50	1	15,50	193,8	0,0001**

EE = Error experimental, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad, CM = Cuadrado medio

6.2. Longitud de hoja de acelga para tres cosechas

6.2.1. Longitud de hojas de acelga para tres cosechas.

La Longitud de hoja de acelga (Fig. 16) varía en función a las distancias de siembra en contenedores verticales. Los promedios de los T1 y T4 están por encima de los T3 y T2, todos los tratamientos tienen un comportamiento similar en las tres cosechas.

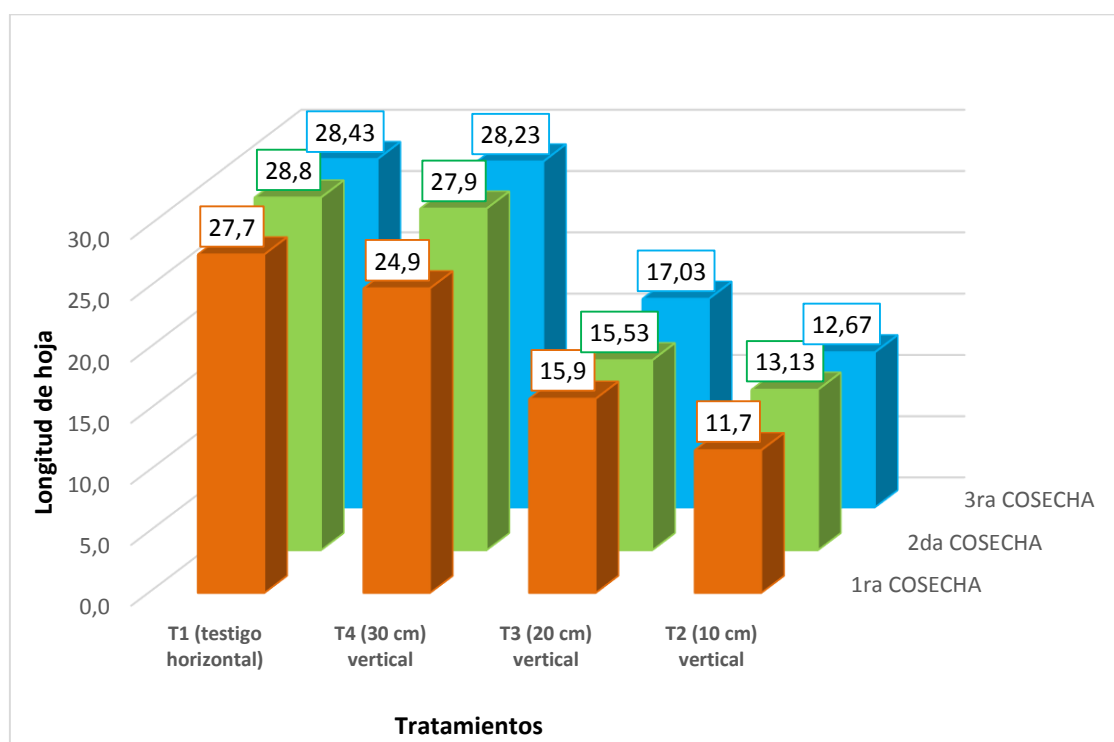


Figura 16. Longitud de hoja (cm) en tres cosechas cultivadas en contenedores verticales

Longitud de hoja de acelga (Fig. 16) en la primera cosecha obtuvo un promedio en el (T1) 27.7 cm, el (T4) 24.9 cm, el (T3) 15.9 cm y el (T2) 11.7 cm. En la segunda cosecha la altura de planta corresponde al (T1) 28.8 cm, al (T4) 27.9 cm, al (T3) 15.53 cm y el (T2) 13.13 cm, en esta cosecha los promedios presentan una tendencia con mayores alturas frente a la primera y tercera cosecha. En la tercera cosecha la altura de planta corresponde al tratamiento uno 28.43 cm, el tratamiento cuatro 28.23 cm, tratamiento tres 17.03 cm y el tratamiento dos 12.67 cm.

6.2.2. Crecimiento de la longitud de hoja (cm) para la primera cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 17) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde el T4 se ajusta en 98.21%, el (T1) se ajusta en 97.25%, el (T3) se ajusta en 96.74% y finalmente el (T2) se ajusta en 96.1%.

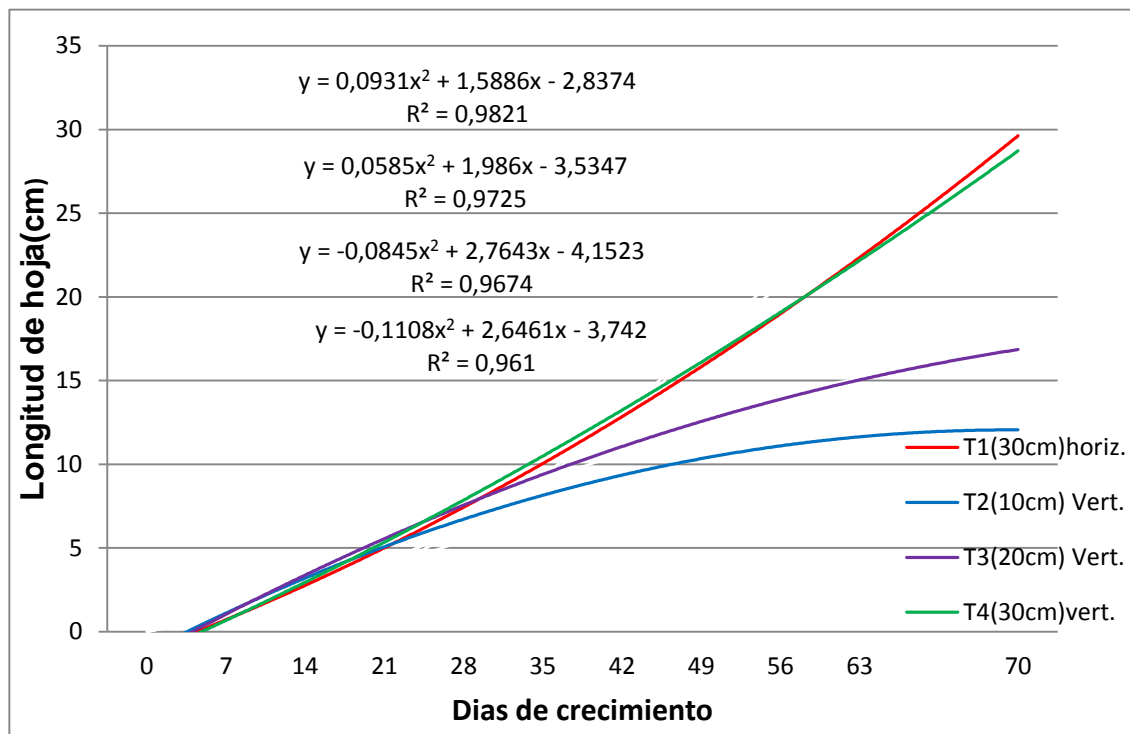


Figura 17. Crecimiento de la longitud de hoja de acelga (cm) para la primera cosecha.

La longitud de hoja de acelga (Fig.17) presenta diferencias entre tratamientos, se destacan los T1 Y T4 alcanzando mayores alturas de 27.6 cm y 26.2 cm respectivamente, en comparación a los T2 y T3 con 11.7 y 15.9 cm respectivamente.

Mamani (2015), el incremento de longitud de hoja en las cosechas puede deberse a la variación climática de la época que favorecería positivamente en la fisiología de la planta, dichas variaciones se deberían por el cambio de estación (invierno - primavera) que se expresarían en más horas sol y aumento de la temperatura. Para su investigación en el cultivo de acelga en el Municipio de El Alto en los meses de

Enero a Julio, obtuvo longitudes de hoja para la primera cosecha de 40.99 y 40.03 centímetros, el primero es tratado con humus de lombriz y el otro nitrato de amonio, estas longitudes son bastante altas a comparación con la presente investigación, se deduce que esta diferencia se debe a las variaciones térmicas de cada época de siembra ya que se sembraron en distintas estaciones del año y esto afectaría a la fisiología de la planta.

6.2.3. Crecimiento de la longitud hoja (cm) para la segunda cosecha

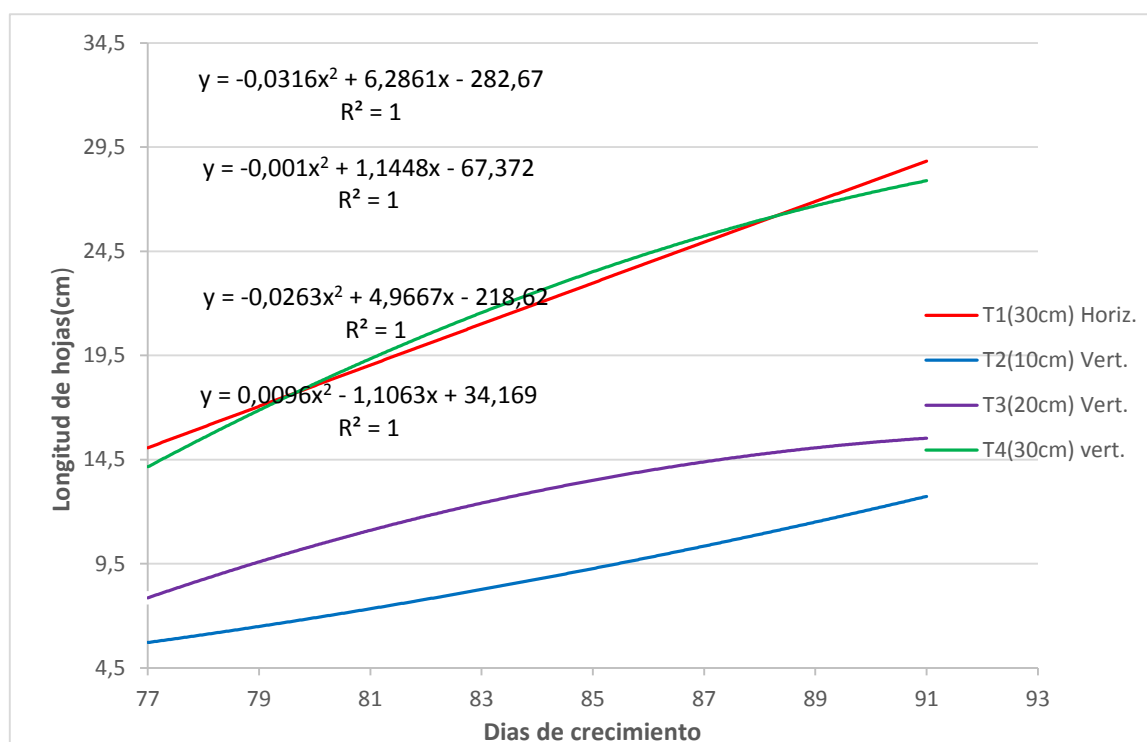


Figura 18. Crecimiento de la longitud de hoja (cm) para la segunda cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 18) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde los tratamientos T1, T2, T3 y T4 se ajusta en 100%.

Mamani (2015), para su investigación en el cultivo de acelga en el Municipio de El Alto en los meses de enero a Julio, obtuvo longitudes de hoja para la segunda

cosecha de 52,5 y 42,8 centímetros, el primer tratamiento fue con humus de lombriz y el segundo tratamiento con Nitrato amoniac. Se deduce que esta diferencia se debe a las variaciones térmicas de cada época de siembra ya que se sembraron en distintas estaciones del año y esto afectaría a la fisiología de la planta, además se tomó promedios de hoja solo de las hojas más grandes que además de encontrarse hojas de 52 centímetros también se encontró hojas de 30 centímetros las cuales se promediaron para mejores resultados.

6.2.4. Crecimiento de la longitud de hoja (cm) para la tercera cosecha

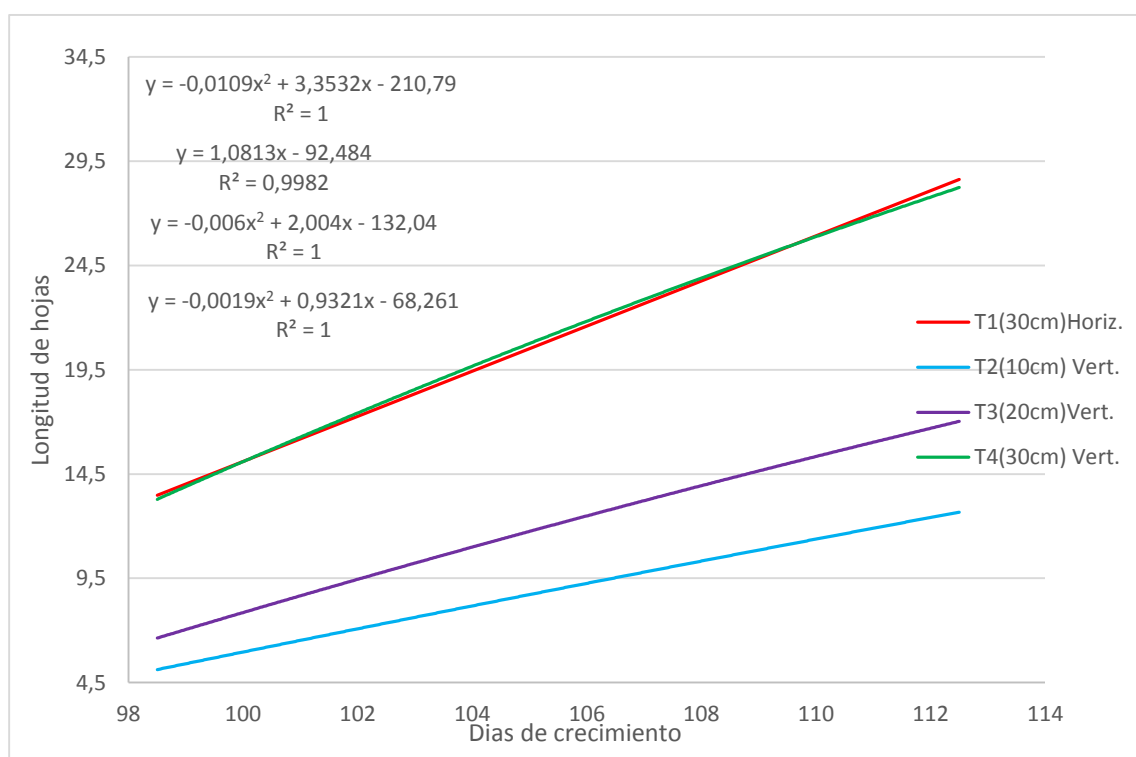


Figura 19. Crecimiento de la longitud de hojas (cm) cultivada en contenedores verticales para la tercera cosecha.

El análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 19) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde todos los tratamientos se ajustan al 100%

Según, Huacani (2013), para su investigación en el cultivo de acelga en el Municipio de El Alto en los meses de Enero a Julio, obtuvo longitudes de hoja para la primera cosecha de 52,1 y 43,0 centímetros; para la segunda cosecha longitudes de 52,5 y 42,8 centímetros; para la tercera longitudes de 50,00 y 42,6 centímetros, estas longitudes son bastante altas, se deduce que esta diferencia se debe a las variaciones térmicas de cada época de siembra ya que se sembraron en distintas estaciones del año y esto afectaría a la fisiología de la planta, además se tomó promedios de hoja solo de las hojas más grandes.

Según, Callisaya, (2016) con sola una cosecha del cultivo de acelga, al cabo 62 días después de la siembra en almácigo de sustrato Los niveles de fertilización foliar N1, N2 y N3 (20%, 40% y 60% de té de humus de lombriz respectivamente), obtuvieron resultados promedio de largo de hoja de 20,69 cm, 20,33 cm y 20,96 cm lo que indica que estos niveles de fertilización foliar son estadísticamente iguales.

6.2.5. Coeficiente de variación y determinación para la longitud de hoja de acelga en tres cosechas

Longitud de hoja de acelga (Cuadro 8) en la primera, segunda y tercera cosecha presenta coeficientes de variación de 6.74%, 3.39%, y 2.48%, y coeficientes de determinación de 0.97%, 0.99%, y 1% respectivamente, estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido según Calzada (1982).

Cuadro 8. Coeficiente de variación (%) y determinación (%) para la Longitud de hoja en tres cosechas de acelga.

	N	R²	CV
1° Cosecha	12	0,97	6,74
2° Cosecha	12	0,99	3,39
3° Cosecha	12	1	2,48

R² = Coeficiente de determinación, CV = Coeficiente de variación

6.2.6. Análisis de varianza para la Longitud de hoja de acelga en tres cosechas.

El análisis de varianza para la Longitud de hoja de acelga (Cuadro 9) presenta significancia ($p < 0,05$) en los tratamientos en las tres cosechas, lo que expresa que el T1 que corresponde al testigo, T2 a distancia de 10 cm, T3 distancia de 20 cm, y el T4 trasplantado a distancia de 30 cm presentan diferencias en cada una de las tres cosechas, debido a la competencia de luz

Cuadro 9. Análisis de varianza para la Longitud de hoja (cm) en tres cosechas de acelga.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
1º cosecha	Tratamientos	505,44	3	168,48	92,4	0,0001**
2º cosecha	Tratamientos	599,26	3	199,75	381,08	0,0001**
3º cosecha	Tratamientos	574,06	3	191,35	669,46	0,0001**

FV = Factor variación, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad CM = Cuadrado medio, (Si p-valor $> 0,05$ -----acepto H_0) =NS, (Si p- valor $< 0,05$ -----rechazo H_0) = *, (Si p- valor $< 0,01$ -----rechazo H_0) = **

6.2.7. Análisis de polinomios ortogonales para la longitud de hoja (cm).

El análisis de varianza (Cuadro 10) muestra que en la primera cosecha la función lineal y cúbica son significativas ($p < 0,05$) y la función cuadrática altamente significativa ($p < 0,01$), en la segunda cosecha se mantiene la tendencia de la función cuadrática, la función lineal el p-valor es el mismo y la función cúbica no es significativa, en la tercera cosecha las tres funciones son altamente significativas.

Cuadro 10. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para la longitud de hoja (cm)

	Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P- Valor
1° cosecha	Lineal	8,87	1,93	11,79	1	11,79	21,03	0,00018**
	Cuadrática	18,53	0,86	257,61	1	257,61	459,34	<0,0001**
	Cubica	-14,6	1,93	31,97	1	31,97	57,01	0,0001**
2° cosecha	Lineal	5,67	1,48	4,82	1	4,82	14,67	0,005**
	Cuadrática	16,87	0,66	213,36	1	213,36	649,84	<0,0001**
	Cubica	1,000	1,48	0,15	1	0,15	0,46	0,5182**
3° cosecha	Lineal	6,17	0,73	5,70	1	5,70	71,3	<0,0001**
	Cuadrática	22,77	0,33	388,74	1	388,74	4859,26	<0,0001**
	Cubica	-10,17	0,73	15,50	1	15,50	193,8	<0,0001**

EE = Error experimental, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad, CM = Cuadrado medio

6.3. Longitud de peciolo de acelga en tres cosechas

6.3.1. Longitud de peciolo de acelga (cm) para las tres cosechas.

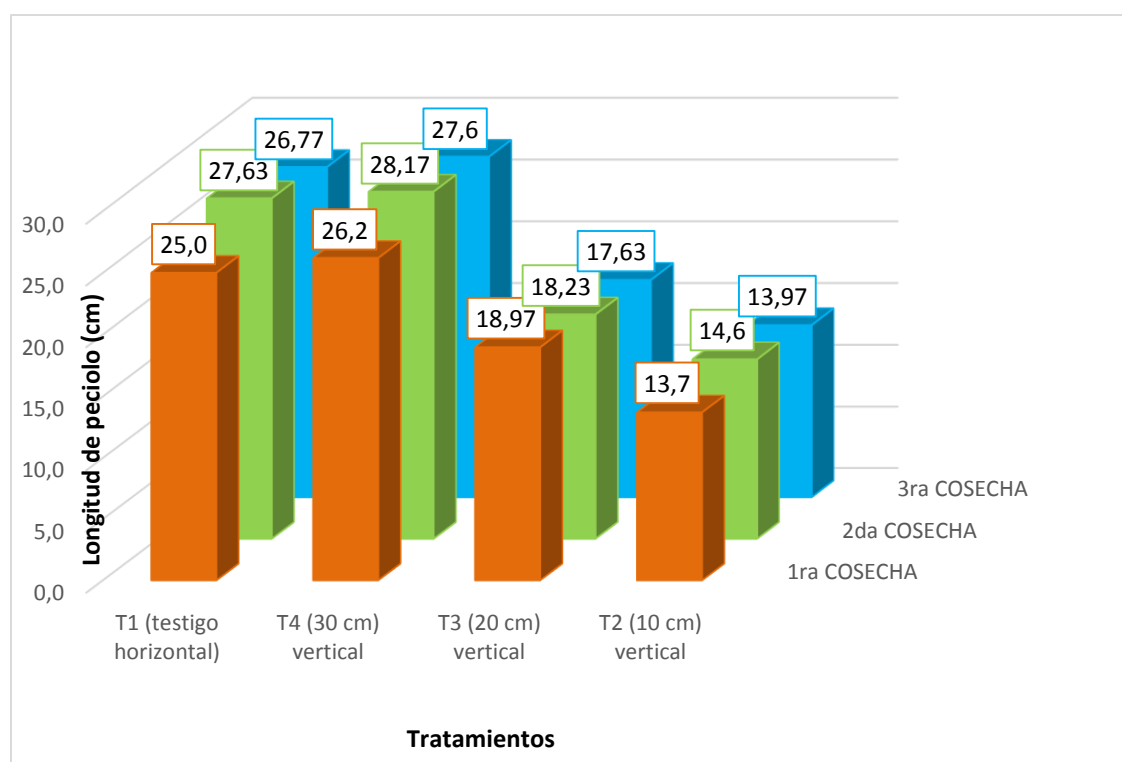


Figura 20. Longitud de peciolo de acelga (cm) en tres cosechas cultivadas en contenedores verticales.

La longitud de peciolo de acelga (Figura. 20) en la primera cosecha obtuvo un promedio en el tratamiento uno de 25 cm, el T4 de 26.2 cm, el T3 con 18.97 cm y el T2 con 13.7 cm. En la segunda cosecha el T1 de 27.63 cm, el T4 de 28.17 cm, el T3 18.23 cm y el T2 con 14.6 cm. la tercera cosecha obtuvo un promedio del T1 26.77 cm, T4 con 27.6 cm, T3 con 17.63 cm y T2 con 13.97 cm. donde se puede observar que los tratamientos uno y cuatro son los que obtuvieron mayores longitudes respecto a los demás tratamientos. Por otro lado, los tratamientos uno y cuatro no tienen diferencias, significativas estadísticamente son similares.

Al respecto Pacheco (2007), menciona que el humus de lombriz es un proveedor de fitohormonas tales como las auxinas, giberelinas y citoquinas cada una de las cuales tiene una función diferente, la auxina, provocan el alargamiento de las células de los brotes lo que provoca, presentando el lixiviado de humus de lombriz estas fitohormonas a lo que se debería el crecimiento en largo de hoja.

6.3.2. Análisis del crecimiento de la longitud de peciolo para la primera cosecha.

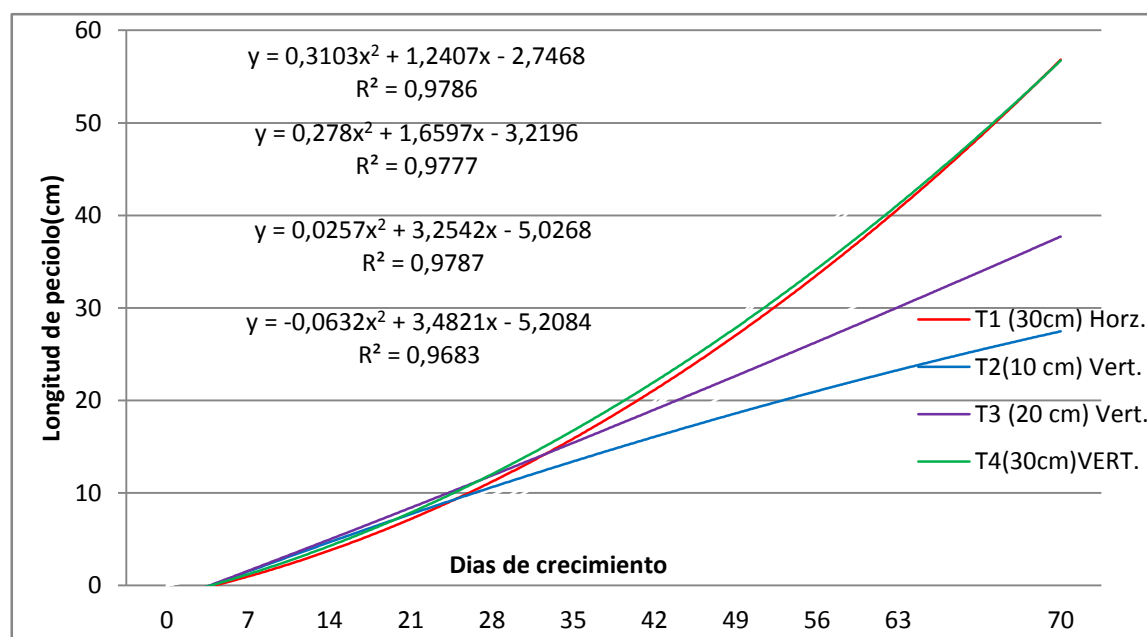


Figura 21. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) para la primera cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 21) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde el T4 se ajusta en 97.86%, el T1 se ajusta en 97,77%, el T3 se ajusta en 97,87% y finalmente el T2 se ajusta en 96,83%.

Según Callisaya (2016), durante el ciclo del presente experimento se realizó una única cosecha del cultivo de acelga, siendo esta llevada a cabo 62 días después de la siembra en almácigo de sustrato inerte. Para tal caso el análisis de coeficiente de varianza de 5.5 %, para la variable largo de peciolo en relación al dato obtenido el día de la cosecha. En la interacción entre los factores variedades y niveles de fertilización foliar se obtuvo un resultado no significativo, esto indica que las diferentes combinaciones de variedades y niveles de fertilización foliar no represento tener un efecto directo con respecto a la variable longitud de peciolo, en el cultivo de acelga. El C.V. de 5,5% expresa un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables (Arteaga, 2010).

6.3.3. Análisis del crecimiento de la longitud peciolo para la segunda cosecha.

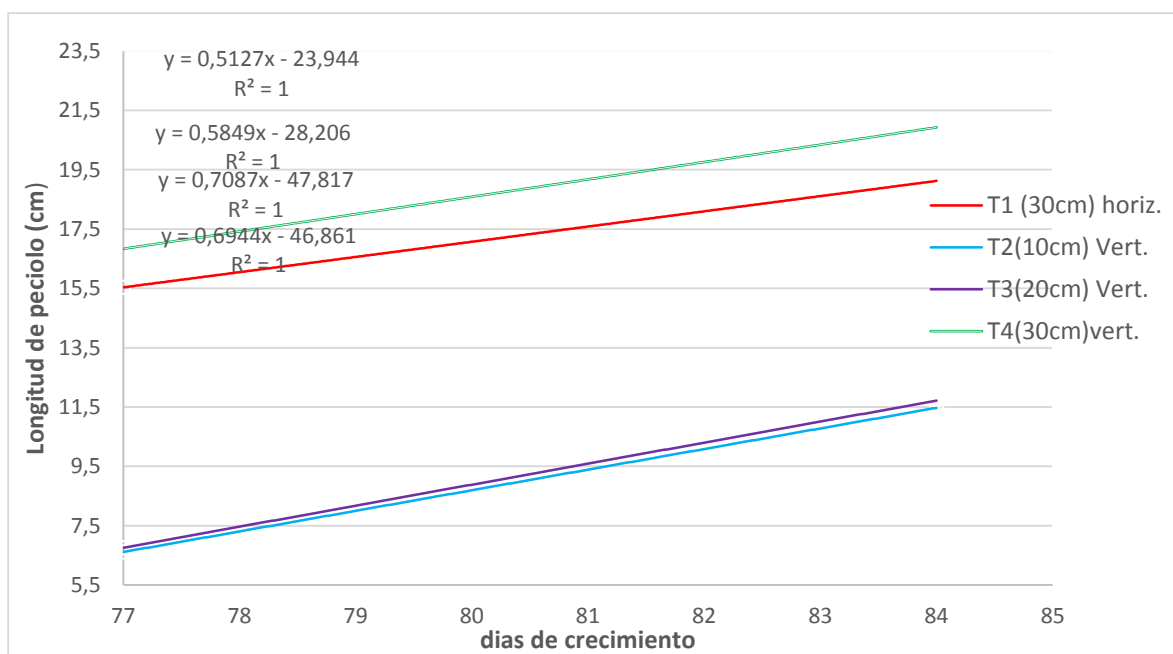


Figura 22. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) cultivada en contenedores verticales segunda cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 22) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde todos los tratamientos se ajustan en 100% a la función cuadrático.

6.3.4. Análisis del crecimiento de la longitud de peciolo para la tercera cosecha.

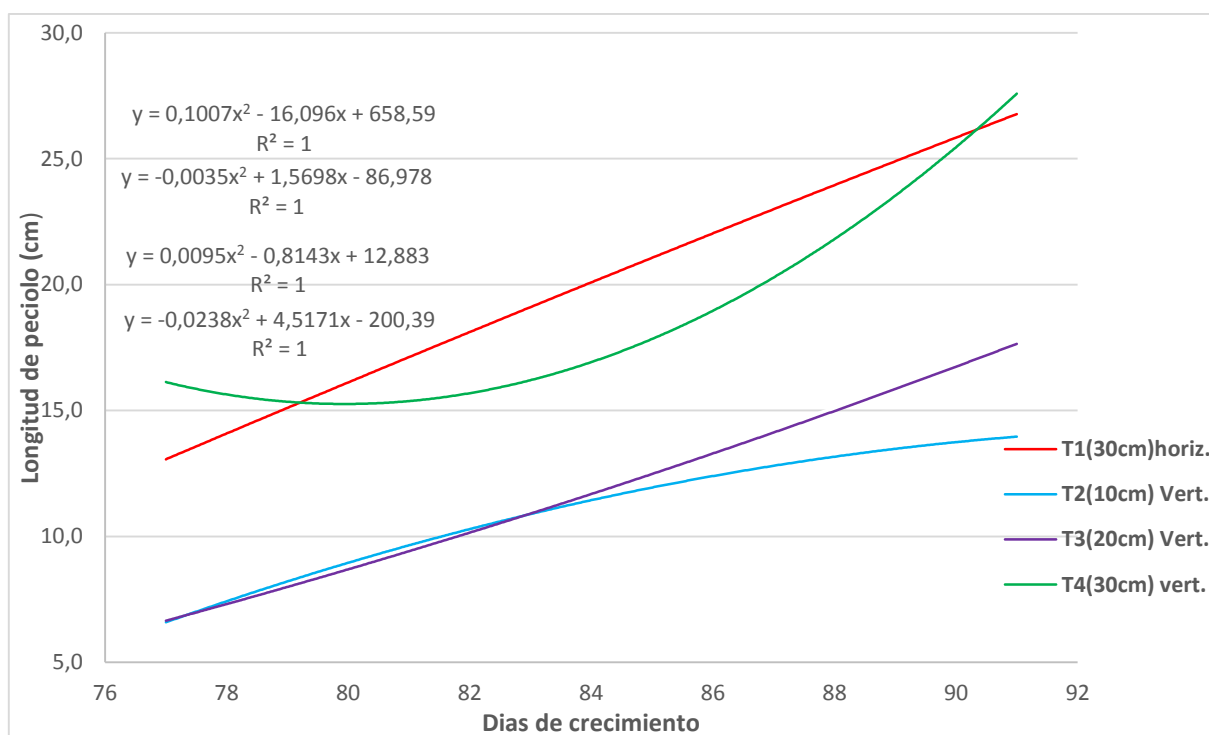


Figura 23. Crecimiento de la longitud de peciolo de acelga (cm) para la tercera cosecha

El análisis de polinomios la función cuadrática resulta altamente significativa ($p < 0,01$), por lo tanto, los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 23) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde el tratamiento cuatro uno, tres y dos se ajusta en 100%.

Según Flores, (2007) de acuerdo a la prueba Duncan se tiene la frecuencia de poda (15) días es superior estadísticamente a la frecuencia de poda (30) días en 3,06 cm. y 4,59 cm. en relación a la frecuencia de poda (45) días, a su vez la frecuencia (30) días es superior a la frecuencia (45) días en 1,53 cm.

Al no existir más trabajos para comparar esta diferencia se razona que, a podas sucesivas el efecto es mayor el crecimiento del pecíolo y al dar mayor tiempo el resultado da menor crecimiento, debido posiblemente a no existir estímulo en el uso de nutrientes los cuales son aprovechados directamente por las hojas centrales.

6.3.5. Coeficiente de variación y determinación para la longitud de peciolo de acelga en tres cosechas

Longitud de peciolo de acelga (Cuadro 11) en la primera, segunda y tercera cosecha presenta coeficientes de variación de 3.57%, 0.68%, y 1.32%, y coeficientes de determinación de 1%, 1%, y 1% respectivamente, estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido según Calzada (1982).

Cuadro 11. Coeficiente de variación y determinación para la longitud de peciolo para las tres cosechas

	N	R²	CV
1° Cosecha	12	1	3,57
2° Cosecha	12	1	0,68
3° Cosecha	12	1	1,32

R² = Coeficiente de determinación, CV = Coeficiente de variación

6.3.6. Análisis de varianza para la longitud de peciolo de acelga para las tres cosechas.

El análisis de varianza para la Longitud de peciolo de acelga (Cuadro 12) presenta significancia ($p < 0,05$) en los tratamientos en las tres cosechas, lo que expresa que el T1 que corresponde al testigo, T2 trasplantado a distancia de 10 cm, el T3 trasplantado a distancia de 20 cm, y el T4 trasplantado a distancia de 30 cm presentan diferencias en cada una de las tres cosechas por la competencia de la luz

Cuadro 12. Análisis de varianza para la Longitud de peciolo (cm) para las tres cosechas

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
1º cosecha	Tratamientos	301,38	3	100,46	179,13	<0,0001**
2º cosecha	Tratamientos	415,83	3	138,61	6160,43	<0,0001**
3º cosecha	Tratamientos	409,95	3	136,65	1708,12	<0,0001**

FV = Factor variación, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad CM = Cuadrado medio

6.3.7. Análisis de polinomios ortogonales para la longitud de peciolo (cm) para las tres cosechas

El análisis de contrastes ortogonales (Cuadro 13) muestra que en la primera cosecha la función lineal y cúbica son significativas ($p < 0,05$) y la función cuadrática altamente significativa ($p < 0,01$), en la segunda cosecha se mantiene la tendencia de la función cuadrática, la función lineal el p-valor es el mismo y la función cúbica no es significativa, en la tercera cosecha las tres funciones son altamente significativas.

Cuadro 13. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para la longitud de peciolo (cm) de acelga en contenedores verticales en tres cosechas.

	Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P- Valor
1º cosecha	Lineal	8,87	1,93	11,79	1	11,79	21,03	0,00018 **
	Cuadrática	18,53	0,86	257,61	1	257,61	459,34	<0,0001**
	Cubica	-14,6	1,93	31,97	1	31,97	57,01	0,0001**
	Total			301,38	3	100,46	179,13	0,0001**
2º cosecha	Lineal	5,67	1,48	4,82	1	4,82	14,67	0,005**
	Cuadrática	16,87	0,66	213,36	1	213,36	649,84	<0,0001**
	Cubica	1,000	1,48	0,15	1	0,15	0,46	0,5182**
	Total			218,33	3	72,78	221,65	0,0001**
3º cosecha	Lineal	6,17	0,73	5,70	1	5,70	71,3	<0,0001**
	Cuadrática	22,77	0,33	388,74	1	388,74	4859,26	<0,0001**
	Cubica	-10,17	0,73	15,50	1	15,50	193,8	<0,0001**
	Total			409,95	3	136,65	1708,12	0,0001**

EE = Error experimental, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad, CM = Cuadrado medio

6.4. Número de hojas de acelga en tres cosechas

6.4.1. Número de hojas de acelga en tres cosechas

El número de hojas de acelga (Fig. 24) varía en función a las distancias de siembra de los contenedores verticales. Los promedios de las tres cosechas se muestran que la tercera cosecha está por encima de las otras cosechas.

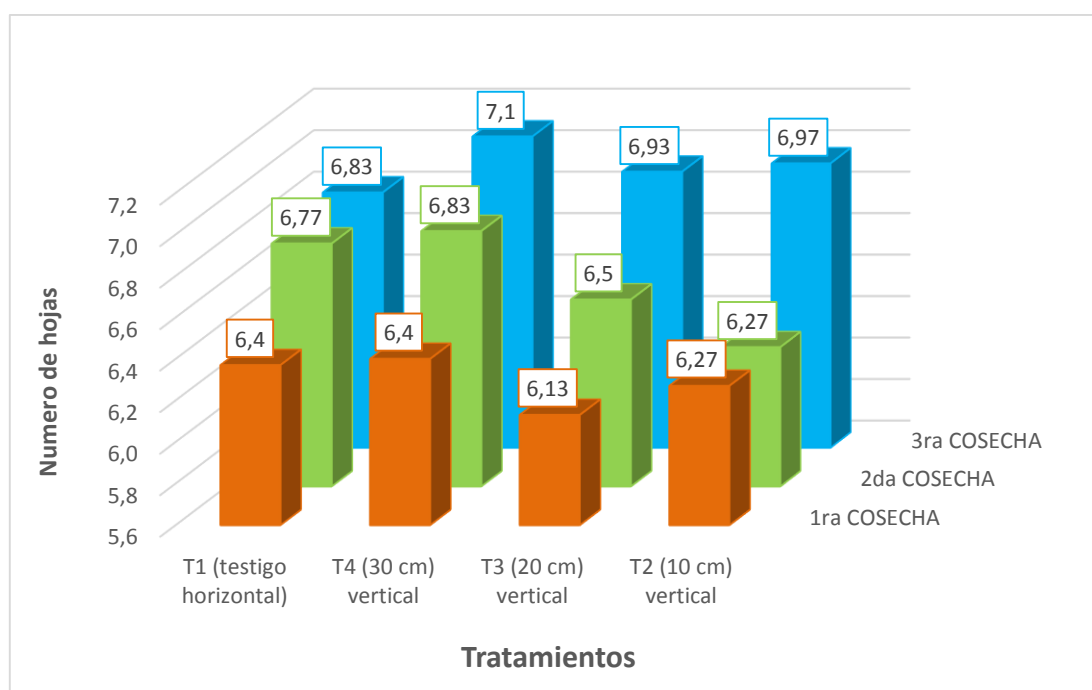


Figura 24. Número de hoja de la acelga en tres cosechas.

El número de hojas (Fig. 24) en la primera cosecha obtuvo un promedio en el T1 con 6.4 cm, el T4 con 6.4 cm, el T3 con 6.13 cm y el T2 con 6.27cm. En la segunda cosecha el número de hojas son: el T1 con 6.77 cm, el T4 con 6.83 cm, T3 con 6.5 cm y T2 con 6.27 cm, En la tercera cosecha el número de hojas de los tratamientos son: T1 con 6.83cm, T4 con 7.1 cm, T3 con 6.93 cm y T2 con 6.97 cm.

Según Flores (2007), la frecuencia de poda 15 días no presenta diferencias con relación a frecuencia 30 días, pero ambos difieren de la frecuencia 45 días, lo que no indica que es mejor trabajar con las primeras. Sin embargo, cabe mencionar que de las dos frecuencias iniciales la que mejor respondió al proceso de poda fue la frecuencia 15 días, pero si consideramos la poda como un proceso que implica una

labor, desde el punto de vista económico el mejor resulta ser más eficiente es la frecuencia de poda 30 días por requerir menor mano de obra para este proceso.

El coeficiente de variación es 6.21 %, considerado confiable en los resultados, indica Que las unidades experimentales fueron bien manejadas, con un suelo homogéneo y poca variabilidad en el material experimental y las aplicaciones de los tratamientos que fueron equitativas y poca variabilidad en las mediciones y toma de muestras.

6.4.2. Análisis del crecimiento de número de hoja para la primera cosecha

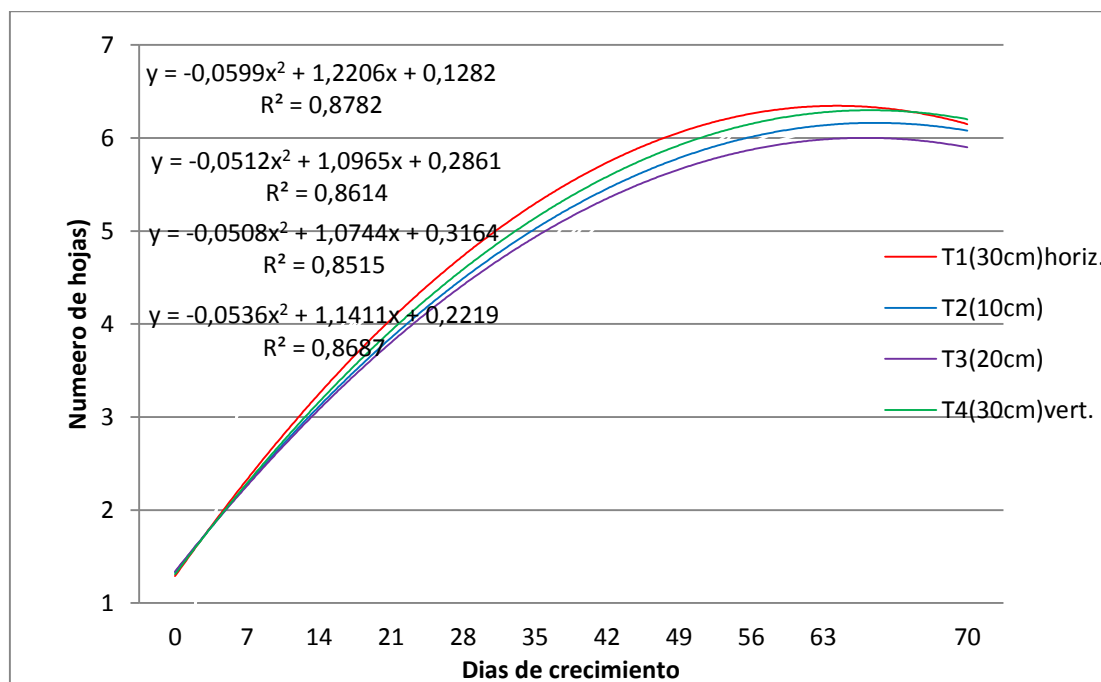


Figura 25. Crecimiento de número de hojas de acelga (cm) cultivada en contenedores verticales primera cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios el crecimiento de número de hojas tiene una función cuadrática, por lo tanto, ratificando un ajuste cuadrático donde el T4 se ajusta en 87.82 %, el T1 se ajusta en 86.14 %, el T3 se ajusta en 85.15 % y finalmente el T2 se ajusta en 86.87 %. Donde los coeficientes de determinación están dentro del rango permitido por tanto los datos obtenidos son confiables.

Según Mamani (2015), en el cual claramente se observa las diferencias en cada tratamiento y la disminución del número de hojas para la segunda y tercera cosecha, este descenso fue ocasionado porque la planta utilizó la mayor cantidad de nutrientes en la primera etapa de crecimiento y desarrollo del cultivo, disminuyendo cada vez más la cantidad de nutrientes y reduciendo la multiplicación de las hojas, como menciona.

Huaylla (2008) afirmando que el nitrógeno es utilizado en el crecimiento fisiológico de la planta teniendo la función principal de que produzca mayor cantidad de follaje (hojas), lo que se cumplió hasta la primera cosecha.

6.4.3. Números de hojas para la segunda cosecha.

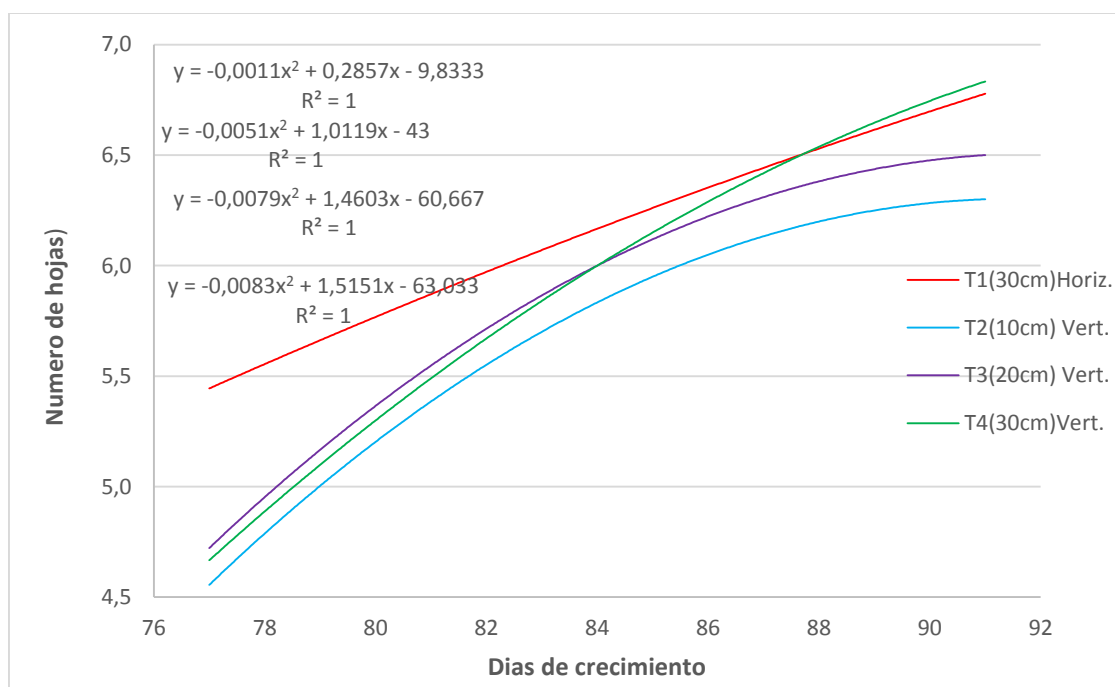


Figura 26. Números de hojas para la segunda cosecha.

De acuerdo al análisis de polinomios (figura 26) el crecimiento de número de hojas tiene una función cuadrática, por lo tanto, ratificando un ajuste cuadrático donde todos los tratamientos se ajustan al 100%. Los coeficientes de determinación están dentro del rango permitido por tanto los datos obtenidos son confiables.

Según Terés (1995). El acondicionamiento y evaluación de las propiedades físicas y químicas de aquellos materiales factibles de ser usados como sustrato, así como de la evaluación del comportamiento de las plantas en el mismo. En ese sentido indicaron que el tamaño y distribución de las partículas alteran las propiedades físicas del sustrato, las que a su vez modifican las relaciones agua-aire y por lo tanto el crecimiento y biomasa de la planta y es el mismo que estimula al desarrollo del primordio foliar para el crecimiento de las hojas

6.4.4. Número de hojas para la tercera cosecha.

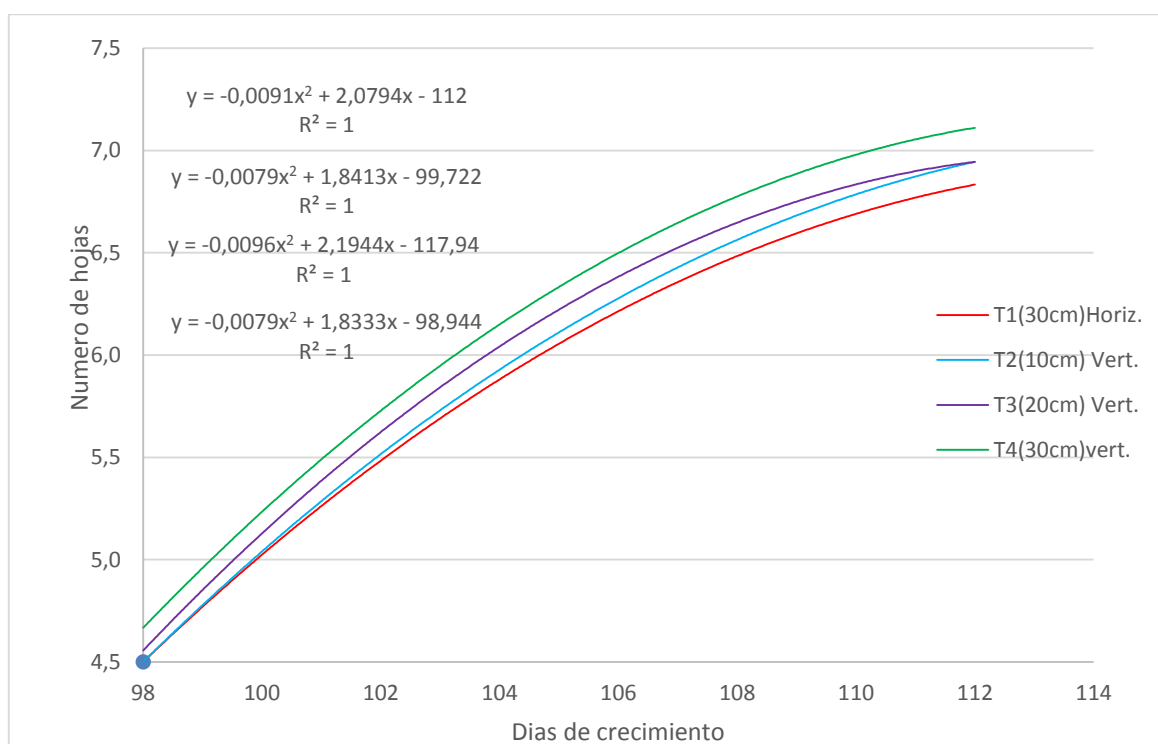


Figura 27. Número de hojas para la tercera cosecha.

Los promedios de los tratamientos dispersados en un gráfico (Fig. 27) proyectan la tendencia de las funciones, ratificando un ajuste cuadrático donde todos los tratamientos se ajustan al 100%. y como también los numero de hojas por cada tratamiento alcanzan a: T1 con 6.83 cm, T2 con 7.1 cm, T3 con 6.93 y T4 con 6.97.

6.4.5. Coeficiente de variación y determinación para número de hoja para las tres cosechas.

El número de hojas de acelga (Cuadro 14) en la primera, segunda y tercera cosecha presenta coeficientes de variación de 3.41%, 4.42%, y 4.13%, y coeficientes de determinación de 0.23%, 0.47%, y 0.14% respectivamente, estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido según Calzada (1982).

Cuadro 14. Coeficiente de variación (%) y determinación (%) para el número de hojas en tres cosechas

	N	R²	CV
1° Cosecha	12	0,23	3,41
2° Cosecha	12	0,47	4,42
3° Cosecha	12	0,14	4,13

R² = Coeficiente de determinación, CV = Coeficiente de variación

6.4.6. Análisis de varianza para número de hojas de acelga en tres cosechas.

El análisis de varianza para número de hojas de acelga (Cuadro 15) presenta significancia ($p < 0,05$) en los tratamientos en las tres cosechas, lo que expresa que el T1, T2, T3 y T4 presentan diferencias en cada una de las tres cosechas, debido a competencia de luz

Cuadro 15. Análisis de varianza para número de hojas en tres cosechas.

	F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
1° cosecha Tratamientos		0,11	3	0,04	0,8	0,0001**
2° cosecha Tratamientos		0,61	3	0,2	2,39	0,0001**
3° cosecha Tratamientos		0,11	3	0,04	0,44	0,73 NS

FV = Factor variación, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad CM = Cuadrado medio

6.4.7. Análisis de polinomios ortogonales para número de hoja (cm) para las tres cosechas.

El análisis de varianza (Cuadro 16) muestra que en la primera cosecha la función lineal y cúbica son significativas ($p < 0,05$) y la función cuadrática altamente significativa ($p < 0,01$), en la segunda cosecha se mantiene la tendencia de la función cuadrática, la función lineal el p-valor es el mismo y la función cúbica no es significativa, en la tercera cosecha las tres funciones son altamente significativas.

Cuadro 16. Análisis de varianza de polinomios ortogonales para número de hoja de acelga en contenedores verticales en tres cosechas.

	Tratamientos	Contraste	E.E.	SC	GL	CM	F	P- Valor
1° cosecha	Lineal	8,87	1,93	11,79	1	11,79	0,06	0,8155 NS
	Cuadrática	18,53	0,86	257,61	1	257,61	1,82	0,2145 NS
	Cubica	-14,6	1,93	31,97	1	31,97	0,52	0,4899 NS
2° cosecha	Lineal	5,67	1,48	4,82	1	4,82	0,29	0,6079 NS
	Cuadrática	16,87	0,66	213,36	1	213,36	5,7	0,044 *
	Cubica	1	1,48	0,15	1	0,15	0,51	0,4967 NS
3° cosecha	Lineal	6,17	0,73	5,7	1	5,7	1,07	0,3315 NS
	Cuadrática	22,77	0,33	388,74	1	388,74	0,01	0,9224 NS
	Cubica	-1017	0,73	15,5	1	15,5	0,24	6343 NS

EE = Error experimental, SC = Sumatoria de cuadrados, GL = Grados de libertad, CM = Cuadrado medio

6.5. Rendimiento en materia seca

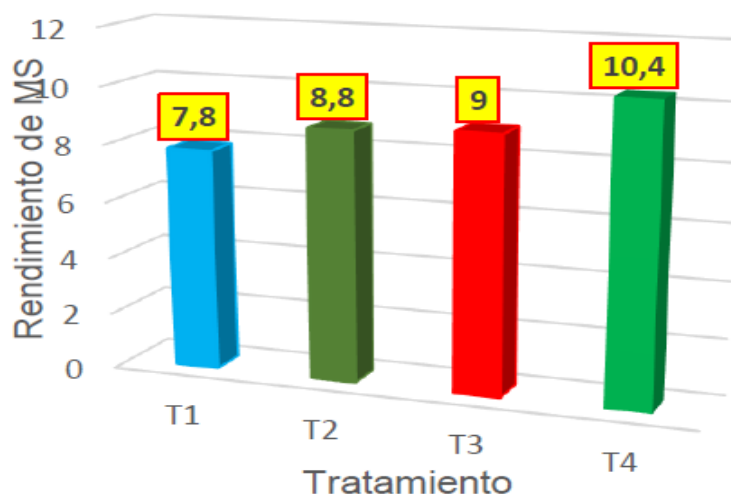


Figura 28. Rendimiento de materia seca del cultivo de acelga

El rendimiento de la materia seca de acelga se realizó en 500 Gramos de cada tratamiento los cuales se colocaron a una deshidratadora con una temperatura de 85 grados centígrados durante 3 tres días, hasta encontrar el peso constante del cultivo. Una vez encontrado el peso constante podemos determinar que la cantidad de agua que contiene el cultivo de acelga es de 92.2 % y el restante 7.8 % es la materia seca del T1. En el T2 podemos ver el 91.2 % es agua y el restante 8.8 % es materia seca, mientras en el T3 el 91 % es agua, solo el 9% es materia seca del cultivo de acelga y por último el T4 tiene 89.6 % de agua y 10.4 % de materia seca.

Haciendo una comparación entre los cuatro tratamientos podemos observar que el T4 tiene mayor cantidad de materia seca respecto a los demás tratamientos, esto se debe a las distancias, que el T4 recibió mayor cantidad de radiación solar por no llegar a aglomerarse entre plantas en su desarrollo. Mientras en los demás se llegaron a obstaculizar entre si y asimismo perjudicarse en la captación de la luz solar

6.6. Rendimiento en materia verde (kg/m^2) para cada cosecha

6.6.1. Rendimiento en materia verde primera cosecha

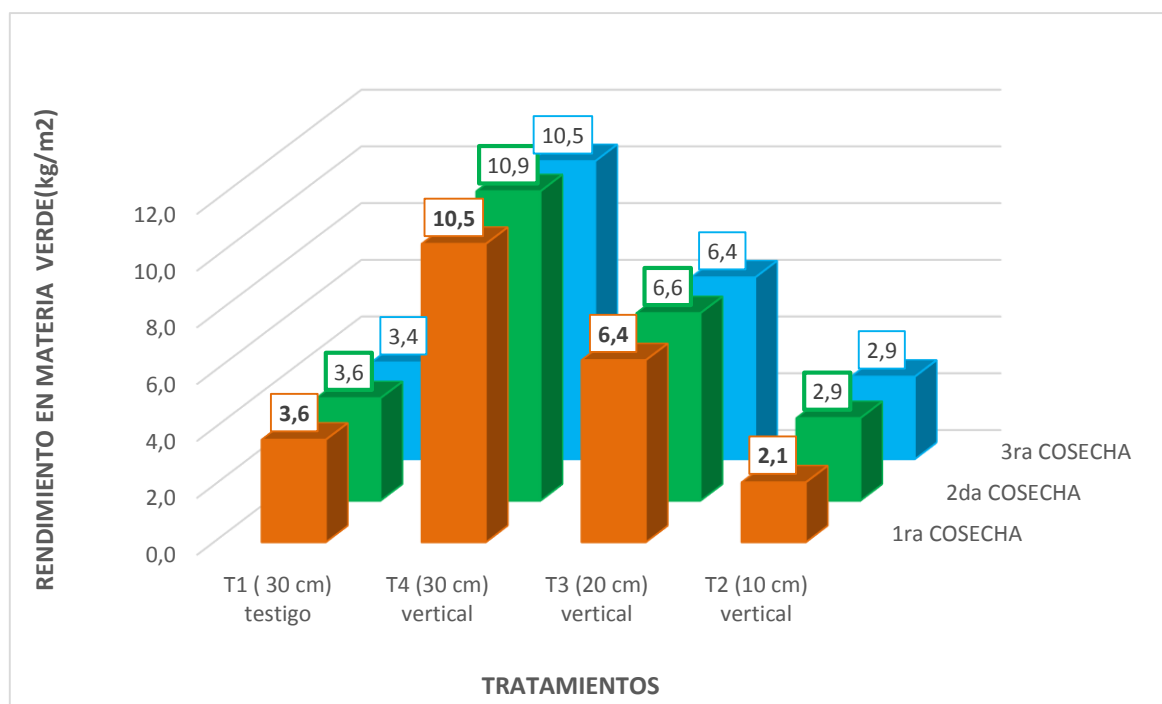


Figura 29. Rendimiento en materia verde para la primera cosecha

El rendimiento del cultivo de acelga (Fig. 28) en la primera cosecha se obtuvo un rendimiento de los T1, T2, T3 y T4 con los promedios 3.6, 10.5, 6.4 y 2.1 kg/m^2 . En la segunda cosecha de los T1, T4, T3 y T2 con promedios de rendimiento kg/m^2 3.6, 10.9, 6.6 y 2.9 respectivamente. En la tercera cosecha los T1, T4, T3 y T2 con promedios de rendimiento 3.4, 10.5, 6.4 y 2.9 respectivamente. Por otro lado, el T4 tiene el mayor rendimiento en materia verde en las tres cosechas seguido por el T3, sin embargo, el T1 y dos tiene un rendimiento menor respecto al T3 y T4.

6.6.2. Coeficiente de variación y determinación para el rendimiento de materia verde kg/m^2 de acelga en tres cosechas

El rendimiento de materia verde de acelga (Cuadro 17) en la primera, segunda y tercera cosecha presenta coeficientes de variación de 6.25 %, 3.75 %, y 10.08 %, y coeficientes de determinación de 0.99 %, 1 %, y 0.98 % respectivamente, estos valores obtenidos se encuentran dentro del rango permitido según Calzada (1982).

Cuadro 17. Coeficiente de variación y determinación para el rendimiento de materia verde kg/m^2 de acelga en tres cosechas

	N	R ²	CV
1° Cosecha	12	0,99	6,25
2° Cosecha	12	1	3,75
3° Cosecha	12	0,98	10,08

6.6.3. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde kg/m^2 de acelga en tres cosechas.

El análisis de varianza para el rendimiento de materia verde de acelga (Cuadro 18) presenta significancia ($p < 0,05$) en los tratamientos en las tres cosechas, lo que expresa que el T1 que corresponde al testigo, T2 trasplantado a distancia de 10 cm, el T3 trasplantado a distancia de 20 cm, y el T4 trasplantado a distancia de 30 cm presentan diferencias altamente significativo entre tratamientos, debido a las diferentes densidades de siembra que se emplearon en la investigación del cultivo de acelga.

Cuadro 18. Análisis de varianza para el rendimiento de materia verde en tres cosechas de acelga cultivada en contenedores verticales.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
1º cosecha	Tratamientos	120,44	3	40,15	295,57	0,0001**
2º cosecha	Tratamientos	119,25	3	39,75	794,99	0,0001**
3º cosecha	Tratamientos	108,57	3	36,19	105,66	0,0001**

6.7. Análisis económico del cultivo de acelga

El análisis de rentabilidad económica se calculó con base a la relación beneficio/costo, que es un método que consiste en contrarrestar los beneficios obtenidos con los gastos generados durante el proceso de producción. Los costos de producción detallados para cada tratamiento se pueden observar en el (cuadro 19).

Para iniciar el análisis económico primeramente se presenta en el siguiente cuadro el rendimiento en número de hojas por cosecha y por tratamiento, ya que es el resultado que se utilizó para evaluar los ingresos obtenidos en cuatro meses que duró la investigación.

Cuadro 19. Número de hojas por tratamiento y por cosechas

Número de hojas por tratamiento y por cosecha				
tratamiento	1ra cosecha	2da cosecha	3ra cosecha	total
Tratamiento 1				
Testigo	270	271	275	816
Tratamiento 2				
10 cm vertical	120	160	170	450
Tratamiento 3				
20 cm vertical	1728	1726	1739	5193
Tratamiento 4				
30 cm vertical	1105	1076	1080	3261

6.7.1. Detalle del ingreso económico del cultivo de acelga

El sumatorio total del número de hojas para las tres cosechas, a dicho resultado se le redujo el 10%, lo que representaría a los imprevistos relacionados con hojas dañadas o en mal estado, a estos resultados se los denominó rendimiento ajustado en el análisis económico. En cuanto al número de amarros se tomó en cuenta los resultados del rendimiento ajustado divididos entre 8 que sería el número de hojas que compone un amarro, amarros que serían comercializados a bolivianos 1 y 3.

En el (Cuadro 20), se pueden ver los ingresos obtenidos después de la venta de acelga en el mercado y restaurantes vegetarianos, como se observa el tratamiento 4 es el que mayor ingresos obtuvo con un valor de 1100.6 bolivianos esto debido a que el rendimiento en cuanto al número de hojas y de un tamaño comercial, el segundo que obtuvo buenos ingresos es el tratamiento 3 con una distancia de 20 centímetros

entre planta con un valor de 584.2 bolivianos, el tercero fue el tratamiento testigo que obtuvo un valor de 275.4 Bs y por ultimo está el T2 con un valor de 151.9 bolivianos.

En cuanto a los costos de mano de obra se tomó en cuenta todas las labores culturales en el periodo de investigación, se tomó el costo por jornal de 100 bolivianos precio establecido en el lugar por los agricultores.

Por ultimo para el costo de materiales e inversión se tomó en cuenta el costo de los materiales utilizados y de la carpa solar fue una inversión de 608.5 dólares una superficie de 36 metros cuadrado y por metro cuadrado es 16.90 dólares. Obteniendo primeramente un costo total para luego obtener la depreciación por año y posteriormente por cuatro meses que es el tiempo que duro la investigación.

El siguiente cuadro muestra la síntesis de lo explicado anteriormente, es decir el costo total de inversión en cuanto a materia prima, costos de materiales, costos de mano de obra y costo de contenedores.

Cuadro 20. Detalle del ingreso económico del cultivo de acelga

	T1(30cm)	T2 (10 Cm)	T3 (20 cm)	T4(30 cm)
Rendimiento Nro. de hojas	816	450	5193	3261
Rendimiento ajustado 10%	734,4	405	4673,7	2934,9
Numero de amarros	91,8	50,625	584,2	366,9
Precio de venta (Bs/amarro)	3	3	1	3
Ingreso en Bs	275,4	151,9	584,2	1100,6

6.7.2. Detalle del costo total de inversión por tratamiento

se pueden ver los ingresos obtenidos (cuadro 21) después de la venta de acelga en el mercado y como también en restaurantes vegetarianos, como se observa el tratamiento 4 es el que mayor ingresos obtuvo con un valor de 1100.6 bolivianos esto debido a que el rendimiento en cuanto al número de hojas y de un tamaño comercial, el segundo que obtuvo buenos ingresos es el tratamiento 3 con una distancia de 20 centímetros entre planta con un valor de 584.2 bolivianos, el tercero

fue el tratamiento testigo que obtuvo un valor de 275.4 Bs y por ultimo está el tratamiento 2 con un valor de 151.9 bolivianos.

En cuanto a los costos de mano de obra se tomó en cuenta todas las labores culturales en el periodo de investigación, se tomó el costo por jornal de 100 bolivianos precio establecido en el lugar por los agricultores. Para el costo de materiales e inversión se tomó en cuenta el costo de los materiales utilizados y de la carpa solar fue una inversión de 608.5 dólares una superficie de 36 metros cuadrado y por metro cuadrado es 16.90 dólares, obteniendo primeramente un costo total para luego obtener la depreciación por año y posteriormente por cuatro meses que es el tiempo que duro la investigación.

El siguiente cuadro muestra la síntesis de lo explicado anteriormente, es decir el costo total de inversión en cuanto a materia prima, costos de materiales, costos de mano de obra y costo de contenedores.

Cuadro 21. Detalle del costo total de inversión por tratamiento

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
	Testigo Horiz.	10 cm vertical	20 cm vertical	30cm vertical
Costo de la semilla	5	5	5	5
costo mano de obra	152	200	200	200
costo de invernadero	52.94	52.94	52.94	52.94
Costo del sistema de riego	25	47.45	47.45	47.45
costo de contenedores vertical	0	21.6	21.6	21.6
costo total de inversión en Bs	234.94	326.99	326.99	326.99

6.7.3. Análisis económico con relación al Beneficio/Costo

Al final del cuadro se observa la sumatoria de los costos de inversión generados en toda la investigación, donde se logra ver que el tratamiento 1 en el sistema tradicional, tuvo menor inversión de 213 Bs, respecto a los demás tratamientos que obtuvieron una inversión de 261 Bs, esto debido a los costos de los contenedores.

Una vez obtenidos los ingresos y el costo total el análisis de rentabilidad económica se calculó en base a la relación beneficio costo, que es un método que consiste en contrarrestar los beneficios obtenidos o ingresos con los gastos generados durante todo el proceso de producción.

En el (cuadro 22) se observa el resumen de los ingresos y el costo de inversión para cada tratamiento, lo que permite determinar el beneficio neto y la relación beneficio costo.

Cuadro 22. Análisis económico con relación al Beneficio/Costo

	TESTIGO	T2 (10 cm)	T3(20 cm)	T4 (30 cm)
Ingreso Bs	275,4	151,9	934,7	1100,6
Costo total de inversión Bs	234.94	326.99	326.99	326.99
Beneficio Neto en Bs	40.46	-175.09	607.71	773.61
Beneficio/costo	1.2	0,5	2.9	3,4

Cabe destacar que después de haber calculado el ingreso y los costos totales que varían, luego se procedió al cálculo del beneficio/costo donde se muestra que los mayores retornos económicos, según la relación beneficio costo, se perciben en el tratamiento 4 a una distancia de 30centímetros entre plantas en el contenedor vertical de 1.80 metros, lo que hace suponer que desde el punto de vista económico el tratamiento 4 da mejores resultados.

Deduciendo el resultado de beneficio costo el tratamiento 4, por cada Boliviano invertido este recupera y gana 2.4 bolivianos, el segundo que obtiene un beneficio alto, aparte de recuperar gana 1.9 bolivianos, el tercero más alto fue el tratamiento testigo, aparte de recuperar gana 0.5 bolivianos y por último el tratamiento 2 no es rentable, debido que no recupera y mucho menos gana, por tanto, se podría recomendar que el tratamiento 4 es el más recomendable.

7. CONCLUSIONES

Basados en los objetivos planteados en la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a las diferentes distancias entre plantas en un sistema vertical, la distancia que se recomienda en el cultivo de acelga en un ambiente protegido, fue de 30 centímetros de distancia entre planta en el cultivo de acelga de la variedad Fordhook giant.
- Para altura de planta presenta diferencias en el desarrollo, determinando que el tratamiento 4 con una altura 56 centímetros y tratamiento 1 presenta una altura 56.5 centímetros, los cuales son alturas mayores frente a los tratamientos 2 con una altura de 27.7 centímetros y el tratamiento 3 con una altura de 34.8 centímetro. Existiendo una diferencia significativa entre los tratamientos.
- La mejor longitud de hoja se obtiene con el tratamiento 1 con una altura de 28.8 centímetros y el tratamiento 4 con una altura de 28.23 centímetros respecto a los demás tratamientos 2 y 3
- La longitud de pecíolo indica que, el mejor tratamiento fue el tratamiento 4 con una longitud de 28.17 centímetros y el segundo mejor el tratamiento 1 con una altura de 27.63 centímetros respecto a los demás tratamientos. Sin embargo, el peor tratamiento dentro de la investigación fue el tratamiento 2 que obtuvo una longitud de 14.6 centímetros.
- Para el número de hojas, respecto a los tratamientos T1, T2, T3 y T4. todos alcanzan 7 hojas sin embargo difieren mucho en el tamaño.
- La relación beneficio /costo, se obtuvo los siguientes resultados, 1.2 para (T1), 0.5 para el (T2), 2.9 para el (T3), 3.4 para el (T4). En conclusión, el tratamiento cuatro a una distancia vertical de 30 centímetros obtuvo un

beneficio costo de 3.4 seguido por el tratamiento tres con un beneficio costo de 2.9.

- Por los resultados obtenidos se rechazan las hipótesis planteadas, es decir: Existen diferencias agronómicas entre los tratamientos de acelga.

8. RECOMENDACIONES

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

- ✓ Se recomienda dar continuidad al presente estudio evaluando cosechas posteriores y realizar un seguimiento hasta cumplir el ciclo productivo de la acelga.
- ✓ Se recomienda que se evalúe la intensidad de la radiación solar dentro del invernadero.
- ✓ Se recomienda usar unos contenedores con mayor diámetro para proporcionar mayores nutrientes a la acelga.

9. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre J. S. (1983). Horticultura. Ediciones Mundi prensa. Madrid, España. 121-125p.
- Aitken, J. (1997) Manual Agrícola Potosí. Bolivia. pp. 7 – 14
- Avalos F. (2008). Evaluación de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar. Tesis de Grado. La Paz- Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 140 p.
- Boletín informativo Tesis. 1990. (en línea sitio web). Consultado 14 de agosto. 2017. Disponible en: <http://www.infoagro.hotmail.com>.
- Choque L. (2005). Uso intensivo de invernaderos mediante la producción vertical de lechugas (*Lactuca sativa*). Tesis. Lic. La Paz, Bolivia. 109p.
- Chambi, J. (2004). Efecto de humus de lombriz en el cultivo de acelga bajo carpa solar. Pasantía de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera Técnica de Viacha. La Paz – Bolivia. p 33 – 48.
- FAO. (2017). Guía para construcción de invernaderos Fito toldos (en línea). La Paz. BOLIVIA. Consultado 8 feb. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/3/as968s.pdf>
- Gutiérrez et al. (2009). Manual de hortalizas en carpas solares. Proyecto invernaderos familiares. Primera Edición septiembre 2009. La Paz – Bolivia.
- Garcia, M. (2013). El cultivo de acelga (en línea). Palencia. ES. Consultado 6 feb. 2017. Disponible en https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/446/42109/1/Documento.pdf
- Huaylla, F. (2008). Manual de manejo de cultivos hortícolas en invernaderos y campo abierto. Oruro-Bolivia. Proyecto FOPSA

INFO.AGRO, (2015). El cultivo de la acelga (en línea). Madrid. ES. Consultado 25 mar. 2015. Disponible en <http://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.htm>

INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), 2012. El INIAF impulsa la horticultura de hortalizas en los hogares de Cochabamba. (en línea). Notiboliviarrural. Consultado 26 feb 2015. Disponible en www.notiboliviarrural.com/index.php?option=com_content&view=article&id=1641:el-iniaf-impulsa-la-horticultura-de-hortalizas-en-los-hogares-de-cochabamba&catid=293:agricola&Itemid=543

Jardines verticales Consultado el 12 de julio de 2008 Disponible en: <http://www.jardinesverticales.html>.

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 de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.

Martínez, A.; LEE, R.; Chaparro, D. y Paramo, S. (2003). Post cosecha y mercadeo de hortalizas de clima frío bajo prácticas de producción sostenible. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá – Colombia. 58 p.

Muñoz, A. (2005). Polinización de cultivos. Editorial Mundi – Prensa Libros. Madrid – España. 232 p.

Océano. (2001). Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano - Centrum. Barcelona-España.

Plan de Desarrollo Municipal de El Alto, (2017). Gobierno Autónomo Municipal de El Alto. La Paz – Bolivia. 501 p.

Ramírez, F. (2006) Seguridad alimentaria cultivando hortalizas. Colombia. Editor Grupo Latino Editores S.A.S. pp. 480-494.

Rojas, M. (2006). Manual de Redacción científica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima – Perú 61 p.

(s.f.). Recuperado el 4 de Septiembre de 2017, de www.lbergencia.com.

Terés, V.; Arrieta, A. 1995. A method for evaluation of air volumes in substrates. Acta Hortic. 401: 41-48.

Torrez, M. A. (2001). Modelo de capacitación productiva de horticultura en carpas solares el grupo de artillería y defensa Antiaérea “91”. Trabajo de grado. Escuela Militar de Ingeniería. La Paz Bolivia 115p

Von Boeck; W. (2000). Comportamiento Agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris var. Cicla*) bajo dosis de abonamiento con humus de lombriz en Walipinis en Viacha-La Paz. Tesis de Grado. La Paz- Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 120 p.

ANEXOS

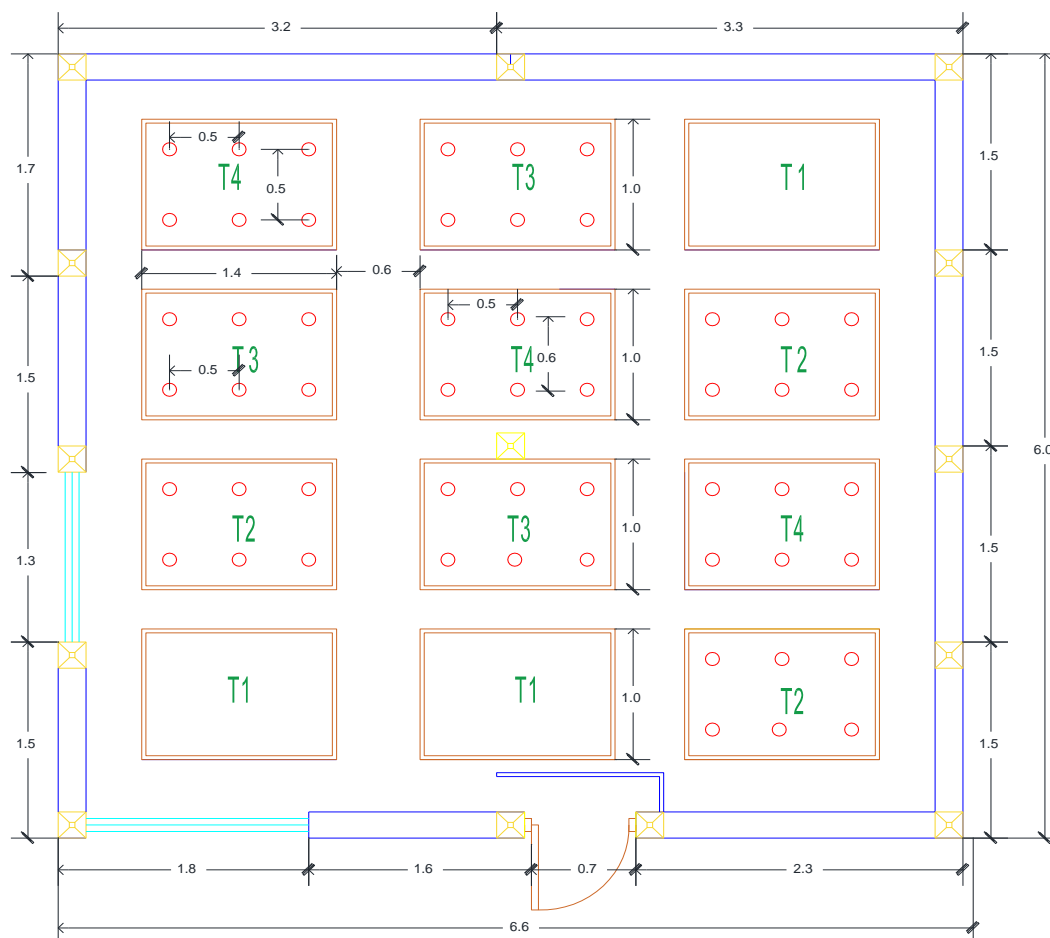
Anexo 1. Implementación de la infraestructura del invernadero



Anexo 2. Desinfección del área de experimentación



Anexo 3. Ubicación de los tratamientos en el área experimental



Anexo 4. Delimitación de las unidades experimentales



Anexo 5. Proceso de almacigo



Anexo 6. Instalación de contenedores



Anexo 7. Proceso de toma de datos



Anexo 8. Costo de construcción del invernadero para la investigación

A. MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (BS.)	PRECIO TOTAL (BS.)
ALAMBRE DE AMARRE	kg	2	10,00	20,00
CAÑAMO	rollo	1	15,00	15,00
FIERRO 1/2"	pza	5	42,00	210,00
CEMENTO PORTLAND	kg	1	55,00	55,00
CLAVO 2 1/2"	kg	1	10,00	10,00
AGRO FILM 250 micras	m ²	20	38,00	760,00
CALLAPO DE 3"	pza	8	15,00	120,00
LISTON	pie ²	16	4,09	65,44
TOTAL				1.255,44

B. MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs.)	Precio Total (Bs.)
ALBAÑIL	hr	224,00	12,500	2.800,00
AYUDANTE	hr	16,00	11,250	180,00
TOTAL				2.980,00
A + B				4.235,44 Bs

Anexo 9. Costo de producción

Detalle	Unidad	Cant.	costos	Costo	Vida Útil (años)	Depreciación (Bs/año)	Depreciación (Bs/4 meses)
			Unit (Bs)	Total (Bs)			
T1 testigo horiz.	pza	0	0	0	0	0	0
T2 contenedor vert.	pza	9	48	432	30	14,4	4,80
T3 contenedor vert.	pza	9	48	432	30	14,4	4,80
T4 contenedor vert.	pza	9	48	432	30	14,4	4,80
TOTAL							14,40

Anexo 10. Numero de hojas por tratamiento y cosecha.

NUMERO DE HOJAS POR TRATAMIENTO Y COSECHA				
TRATAMIENTO	1ra COSECHA	2da COSECHA	3ra COSECHA	TOTAL
Tratamiento 1	270	275	271	816
Testigo				
Tratamiento 2	120	200	130	450
10 cm vertical				
Tratamiento 3	1728	1739	1726	5193
20 cm vertical				
Tratamiento 4	1080	1105	1076	3261
30cm vertical				

Anexo 11. Ingreso económico del cultivo de acelga

	T1(TESTIGO)	T2 (10 Cm)	T3 (20 cm)	T4(30 cm)
Rendimiento Nro de hojas	816	450	5193	3261
Rendimiento ajustado 10%	734,4	405	4673,7	2934,9
Numero de amarros	91,8	50,625	467,4	366,9
Precio de venta (Bs/amarro)	3	3	2	3
Ingreso en Bs	275,4	151,9	934,7	1100,6

Anexo 12. Costo de mano de obra del tratamiento testigo

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs.)	Precio Total (Bs.)
Preparación del terreno	Jornal	0,50	80,000	40,00
Siembra y abonado	Jornal	0,20	80,000	16,00
Labores culturales	Jornal	0,20	80,000	16,00
Cosecha y pot cosecha	Jornal	0,50	80,000	40,00
Riego	Jornal	0,50	80,000	40,00
	TOTAL			152,00

Anexo 13. Costo de mano de obra del tratamiento dos, tres y cuatro

DESCRIPCIÓN	Unidad	Cantidad	Precio Unit. (Bs.)	Precio Total (Bs.)
Preparación del terreno	Jornal	0,00	0,000	0,00
Siembra y abonado	Jornal	0,50	80,000	40,00
Labores culturales	Jornal	0,00	0,000	0,00
Cosecha y pot cosecha	Jornal	0,50	80,000	40,00
Riego	Jornal	1,50	80,000	120,00
	TOTAL			200,00

Anexo 14. Costo total de inversión por tratamiento

	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
	Testigo	10 cm vertical	20 cm vertical	30cm vertical
Costo de materia prima	12	12	12	12
costo mano de obra	152	200	200	200
costo de invernadero	49	49	49	49
Costo de contenedores vert.	0	4,8	4,8	4,8
costo total de inversión en Bs	213	261	261	261

Anexo 17. Análisis económico con relación al beneficio /costo

	TESTIGO	T2 (10 cm)	T3(20 cm)	T4 (30 cm)
Ingreso Bs	275,4	151,9	934,7	1100,6
Costo total de inversión Bs	234.94	326.99	326.99	326.99
Beneficio Neto en Bs	40.46	-175.09	607.71	773.61
Beneficio/costo	1.2	0,5	2.9	3,4