

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA



TRABAJO DIRIGIDO

PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* var. *cilcla* L.) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE COMPOST EN AMBIENTE ATEMPERADO EN CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

HUMBERTO LAZO MAMANI

LA PAZ – BOLIVIA  
2019

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DEL CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris var. cilcla* L.) BAJO LA APLICACIÓN DE TRES NIVELES DE COMPOST EN AMBIENTE ATEMPERADO EN CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA

Trabajo dirigido presentado como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo

Humberto Lazo Mamani

Asesores:

ING. Willams Alex Murillo Oporto

Tribunal Examinador:

Ing. Freddy Antonio Cadena Miranda

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador



## DEDICATORIA

A mi querida familia:

Gabriel Lazo Mamani (†) y María Mamani Castro por su constante esfuerzo y sacrificio que brindaron en mí, por su apoyo incondicional, sus consejos, un ejemplo a seguir.

A mi esposa Yolanda Aruquipa Condori, mis hijos Izan y Henry que son mi motivo de vivir.

A mis queridos hermanos: Sabino, Fernando, Domitila, Cleto, Erasmo agradecerles por su cariño, apoyo, y consejos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la oportunidad de vivir, a toda mi familia, amigos, sobre todo a mi madre un ser maravillosa, por tener la fortaleza, a formarme profesionalmente.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía, por mi formación Profesional.

A mi asesor Ing. Williams Alex Murillo Oporto, por su colaboración, comprensión y orientación al siguiente trabajo.

A los miembros del tribunal revisor: Ing. Freddy Cadena Miranda y el Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas, por brindarme su tiempo y paciencia en corregir el siguiente trabajo de investigación.

A Los Docentes que iniciaron mi formación profesional y me brindaron su incondicional amistad, Ing. Vladimir Orsag, Ing. David Cruz, Ing. José Eduardo Oviedo Farfán, Ing. María del Castillo Gutiérrez.

A mis amigos que los recuerdo con mucho cariño con los cuales iniciamos la carrera y compartimos muchas experiencias: Wily Mamani, María Elisa Quispe, Sara Callisaya, Lizet Layme, José Luis Espejo, Tathiana García, Coral Guzmán, Teddy Gutiérrez.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivos .....	3
• Objetivo general .....	3
• Objetivos específicos.....	3
1.4. Metas.....	4
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Contexto normativo.....	4
2.2. Marco conceptual .....	6
2.2.1. Importancia de las hortalizas de hoja .....	6
2.2.2. Descripción del cultivo de acelga .....	7
2.2.2.1. Origen .....	7
2.2.2.2. Descripción taxonómica.....	9
2.2.2.3. Fases fenológicas del cultivo .....	9
• Fase de plántula.....	10
• Fase de roseta .....	10
2.2.2.4. Ciclo vegetativo .....	10
2.2.2.5. Descripción botánica.....	10
• Raíz.....	10
• Tallo.....	11
• Hojas.....	11

• Flor e inflorescencia.....	12
• Fruto y semilla.....	12
2.2.2.6. Variedades de acelga .....	13
• Variedad Fordhook giant .....	14
• Variedad cicla L.....	14
2.2.2.7. Características nutricionales de la acelga.....	14
2.2.2.8. Requerimientos del cultivo de acelga .....	16
• Temperatura.....	16
• Luz y humedad relativa.....	18
• Agua.....	18
• Suelo .....	19
• Nutrientes .....	19
2.2.2.9. Manejo agronómico del cultivo .....	21
• Preparación del suelo.....	21
• Siembra.....	22
• Siembra directa.....	22
• Al voleo.....	22
• En líneas.....	22
• Siembra de almacigo.....	23
2.2.2.10. Época de siembra .....	23
2.2.2.11. Labores culturales .....	24
• Aclareo.....	24
• Escarda y aporque.....	24

2.2.2.12. Riego.....	24
2.2.2.13. Plagas y enfermedades. ....	25
a) Plagas.....	25
• Mosca blanca.....	25
• Pulgones.....	25
b) Enfermedades.....	25
• <i>Phythium spp.</i> Y <i>Rhizoctomia</i> .....	25
c) Enfermedades que atacan a las hojas.....	25
• Mildiu de la acelga.....	25
• <i>Phithium ultimun trow</i> .....	26
• <i>Phithium barynum Hesse</i> .....	26
2.2.2.14. Cosecha.....	27
2.2.2.15. Post cosecha .....	28
2.2.2.16. Rendimientos del cultivo .....	28
2.2.2.17. Fertilización.....	28
2.2.2.18. Fertilización edáfica .....	29
a) Abonos orgánicos .....	30
b) Compost.....	30
i) Descomposición de la materia orgánica para el compost. ....	31
ii) Fertilización con compost .....	33
iii) Aplicación del compost .....	35
<b>III. SECCIÓN DIAGNOSTICA</b> .....	36
3.1. Materiales y Métodos .....	36
3.1.1. Localización y ubicación del área de estudio.....	36

3.1.2. Características del lugar de estudio.....	37
3.1.2.1. Clima .....	37
3.1.2.2. Topografía y vegetación .....	37
3.1.3. Materiales.....	37
3.1.3.1. Material biológico.....	37
3.1.3.2. Material de campo.....	38
3.1.3.3. Material de gabinete .....	38
3.1.4. Metodología.....	38
3.1.4.1. Procedimiento de trabajo.....	38
- Preparación del terreno .....	38
- Tratamientos.....	38
- Croquis experimental.....	39
- Incorporación del compost... ..	39
- Siembra .....	39
- Riego .....	40
- Raleo .....	40
- Control de malezas... ..	40
- Control de plagas y enfermedades.....	40
- Cosecha .....	40
3.1.4.2. Variables de respuesta .....	41
a) Altura de planta.....	41
b) Número de hojas por planta.....	41
c) Longitud de hojas por planta.....	41
d) Rendimiento de materia verde .....	41



e) Costos de producción .....	41
<b>IV. SECCIÓN PROPOSITIVA.....</b>	<b>42</b>
4.1. Aspectos propositivos del trabajo dirigido.....	42
4.1.1. Microclima al interior de la carpa.....	42
4.1.2. Temperaturas máximas y mínimas.....	42
4.1.3. Análisis de variables .....	43
- Fenología del cultivo... ..	43
4.1.4. Altura de planta .....	44
4.1.5. Número de hojas por planta.....	45
4.1.6. Longitud de hoja.....	47
4.1.7. Rendimiento de materia verde.....	49
4.1.8. Análisis económico.....	52
4.2. Análisis de resultados.....	53
<b>V. SECCIÓN CONCLUSIVA.....</b>	<b>54</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>55</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cultivo de acelga en Bolivia.....	9
Cuadro 2. Composición nutritiva de la acelga.....	16
Cuadro 3. Temperaturas críticas de la acelga.....	18
Cuadro 4. Requerimiento de nutrientes del cultivo de acelga.....	21
Cuadro 5. Principales plagas y enfermedades.....	26
Cuadro 6. Contenido de N, P, K en el compost.....	35
Cuadro 7. Formulación y descripción de los tratamientos.....	39
Cuadro 8. Prueba de Duncan para altura de planta por tratamientos y cosecha...45	
Cuadro 9. Prueba de Duncan para el número de hojas por planta, por tratamiento y cosecha.....	47
Cuadro 10. Prueba de Duncan para la longitud de hoja por tratamiento y cosecha.....	49
Cuadro 11. Prueba de Duncan para el rendimiento de materia verde por tratamiento y cosecha.....	50
Cuadro 12. Resumen de la evaluación económica del cultivo de acelga.....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica.....	36
Figura 2. Croquis del área experimental.....	39
Figura3. Registro de temperaturas máximas y mínimas.....	42
Figura 4. Fenología del cultivo de acelga.....	43
Figura 5. Altura promedio de las plantas por variedad y corte.....	44
Figura 6. Número de hojas promedio de las plantas por variedad y corte.....	46
Figura 7. Longitud de hoja por variedad.....	48
Figura 8. Rendimiento de materia verde (kg/m <sup>2</sup> ).....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo.....	62
Anexo 2. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje.....	63
Anexo 3. Contenido de N, P, K en el compost.....	63
Anexo 4. Preparación del suelo.....	64
Anexo 5. Incorporación del compost.....	64
Anexo 6. Siembra.....	65
Anexo 7. Toma de datos longitud de hoja y número de hojas.....	65
Anexo 8. Labores culturales desmalezado.....	66
Anexo 9. Peso para rendimiento de materia verde.....	66

## RESUMEN

La producción de hortalizas en respuesta a la problemática de Bolivia de escasos de alimentos nutritivos, entra dentro de los lineamientos de seguridad alimentaria, de ahí nace la necesidad de producir alimentos ricos en nutrientes, necesarios para el desarrollo humano, entre estos se encuentra la acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.), se constituye como una de las fuentes de vitaminas A, C, hierro y otros minerales, tiene varias aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva.

En la producción de acelga el uso de abonos orgánicos es ventajoso, también para el medio ambiente y es considerada como un mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo.

El Centro Experimental de Cota Cota la producción de hortalizas es prioritaria y con esos lineamientos se plantea “producir dos variedades de cultivo de acelga (*Beta vulgaris*.) con tres niveles de compost en el Centro el Experimental de Cota Cota.

De acuerdo a los resultados obtenidos vemos que la variedad *Fordhook giant* con el nivel de 3 kg/m<sup>2</sup> obtuvo mayores beneficios con respecto a la variedad cicla L. con el mismo nivel de compost, por lo tanto para las condiciones tanto de temperatura como humedad del Centro Experimental Cota Cota, esta variedad es la más adecuada de acuerdo al experimento para su producción; los resultados muestran un beneficio un tanto mayor a la otra variedad, aunque no muy distante.

Para incrementar la producción de acelga bajo ambiente protegido se recomienda utilizar el nivel adición de compost de 3 kg/m<sup>2</sup>, por mostrar en ésta investigación los mejores resultados en cuanto a número de hojas, longitud de hoja y rendimiento.

Las relaciones de Beneficio/Costo en todos los casos fueron mayores a uno (1), lo que indica rentabilidad en la producción de acelga en ambiente protegido mostrando ser dependiente de la variedad y de los niveles de compost utilizados.

## ABSTRACT

The production of vegetables in response to the problems of Bolivia's scarcity of nutritious food, it falls within the guidelines of food safety, there arises the need to produce food rich in nutrients, necessary for human development, among these are the swiss chard (*Beta vulgaris* var. *cicla* L.), is one of the sources of vitamins A, C, iron and other minerals, it has various medicinal applications and food, for being an emollient, refreshing, digestive, diuretic, diaforética and nutritious.

In the production of swiss chard, the use of organic fertilizers is advantageous, also for the environment and is considered as an improver of physical and chemical properties of the soil.

The Experimental Center of Cota Cota vegetable production is a priority, and with those guidelines raised "to produce two crop varieties of swiss chard (*Beta vulgaris*.) with three levels of compost in the Center of the Experimental Cota Cota".

According to the obtained results, we see that the variety *Fordhook giant* with the level of 3 kg/m<sup>2</sup> had greater benefits with respect to the variety *cicla* L. with the same level of compost, therefore, for the conditions of both temperature as well as humidity of the Experimental Center Cota Cota, this variety is the most suitable according to the experiment for their production.

## I. INTRODUCCIÓN

La horticultura en la actualidad se constituye como la actividad productiva más importante bajo carpa solar o ambientes atemperados, donde están controladas tanto la humedad como la temperatura y se logra producir de forma intensiva; por otra parte, el mercado es cada vez más competitivo y exigente lo cual incrementa la necesidad de obtener hortalizas de bajo costo y de alto rendimiento, entre las cuales una de sobresalientes es la acelga por sus propiedades nutritivas.

Particularmente en las grandes urbes, el ciudadano es afectado por dos factores convergentes; los precios de los alimentos vegetales, que son, a medida que el tiempo avanza, comparativamente más caros que los productos industrializados y la dudosa e irregular calidad de los mismos, este último aspecto pone a la salud del consumidor en un plano de vulnerabilidad y desprotección.

Los pobladores del altiplano boliviano constituyen actualmente más del 52% de la población total del país, concentrada en menos del 30% del territorio nacional.

Nuestro país presenta bajos niveles de productividad primaria y de transformación del producto primario. Esto resulta en una disponibilidad de alimentos menor a la que el país tendría si operara, por ejemplo, a nivel de la media latinoamericana

Por otra parte en Bolivia el 32% de los niños menores de cinco años presentan tallas retrasadas para su edad, casi 5% de los niños nacen con peso insuficiente; 37% de las mujeres en edad fértil y 51% de los niños padecen de anemia ferropriva. Más del 10% de varones y 16% de mujeres adultas presentan masa corporal excesiva, lo que indica la aparición de la obesidad como un problema nutricional (FAO, 2013).

Las hortalizas son de mucha importancia para la alimentación y buena nutrición de la familia, sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por su alto contenido de minerales, vitaminas y proteínas que contribuyen a mejorar y mantener la buena salud. Proveen energía para trabajar, jugar, crecer y también proporcionan protección a cada uno de los órganos del cuerpo contra las enfermedades.

Hartman, (1990) reporta que, la población del altiplano enfrenta graves problemas de desnutrición crónica debido a factores ambientales y socioeconómicos; Los pobladores de este y valles adyacentes sufren altos grados de desnutrición provocada por una dieta rica en carbohidratos y baja en vitaminas.

Bernard (1996) afirman, que las hortalizas y legumbres constituyen el complemento alimenticio básico de la población, la demanda de estos productos permite al agricultor producir y comercializar dos o más cosechas al año dependiendo de los rubros que explota.

### **1.1. Planteamiento del problema**

La producción de hortalizas en respuesta a la problemática de Bolivia de escasas de alimentos, entra dentro de los lineamientos de seguridad alimentaria, de ahí nace la necesidad de producir alimentos ricos en nutrientes necesarios para el desarrollo humano, entre estos se encuentra la acelga (*Beta vulgaris*), se constituye como una de las fuentes de vitaminas A y C, hierro y otros minerales, tiene varias aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva.

En la producción de acelga el uso de abonos orgánicos es ventajoso, también para el medio ambiente y es considerada como un mejorador de las propiedades físicas y químicas del suelo.

Existe información científica sobre este cultivo, la cual es aún insuficiente e desactualizado, es por eso que el presente trabajo de investigación generará información científica, la misma servirá de referencia a los productores y a otros sectores involucrados en el tema, ya que estará a disposición para que tengan mayores conocimientos acerca de este cultivo.

La alimentación con cultivos convencionales se generalizó en el país el consumo de alimentos orgánicos es mínimo, el presente trabajo propone la producción de hortalizas usando abonos naturales, y dejando el uso de agroquímicos así mismo revalorizar a las acelgas como opción en nuestra dieta alimenticia que muchas veces se basa en carbohidratos.



## 1.2. Justificación

Con el incremento de la población los desechos orgánicos cada vez se aumentan más y más, provocando una enorme acumulación de basura, una manera de reducir esta acumulación es aprovechar la materia orgánica y descomponerla para volverlo aprovechar en forma de abono o compost.

La fertilización con abonos orgánicos como el compost son necesarios para mantener la producción, puesto que de la fertilización adecuada dependen muchos procesos. Esto implica un cambio en la visión del productor de fertilizar con materia orgánica, esto implica un costo económico y ambiental, por lo cual es necesario implementar tecnologías para el uso eficiente de abonos orgánicos lo cual es una necesidad crucial para una alimentación sana.

La fertilización en cultivos es muy importante para la seguridad alimentaria, vital, estratégico, finito, vulnerable y sus usos cumplen una función vital, social, ambiental, cultural y económica, por ello es importante aprovechar en forma eficaz, más aún cuando hay la posibilidad de realizar proyectos, para la implementación de aplicación de compost a nivel comunidades rurales del altiplano y valle, el cual debe ser aprovechado para satisfacer las necesidades nutricionales de sus cultivos, mediante la implementación de proyectos de fertilización de abonos orgánicos de cultivo alternativos.

## 1.3. Objetivos

### - **Objetivo general**

Producir dos variedades de cultivo de acelga (*Beta vulgaris var. cicla* L.) con tres niveles de compost en ambiente atemperado en Centro Experimental de Cota Cota.

### - **Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento productivo de dos variedades de acelga en ambiente atemperado, bajo una producción orgánica.

- Determinar el efecto de tres niveles de compost en el cultivo acelga (*Beta vulgaris* var. cicla L.)
- Evaluar la respuesta económica de las variedades de acelga.

#### **1.4. Metas**

- Producir plantas de acelga de tamaño y calidad de acuerdo al mercado de la zona Sur (La Paz), bajo una producción orgánica.
- Determinar la cantidad eficiente de compost por m<sup>2</sup> en la producción de acelga en el Centro Experimental de Cota Cota.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Contexto normativo**

Según la nueva Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, en el Art.16. El Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población.

Art. 47. Párrafo III, menciona que el Estado protegerá, fomentará y fortalecerá las formas comunitarias de producción.

Art. 306. El modelo económico boliviano es plural y está orientado a mejorar la calidad de vida y el vivir bien de todas las bolivianas y los bolivianos; la economía plural está constituida por las formas de organización económica comunitaria, estatal, privada y social cooperativa.

Art. 309. La forma de organización estatal comprende a las empresas y otros organismos de propiedad estatal que cumplirán los siguientes objetivos (...):

Promover la democracia económica y el logro de la seguridad de la soberanía alimentaria de la población.

Art. 342. Párrafo I, menciona que es deber del Estado y de la población conservar, proteger y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y la biodiversidad, y el equilibrio del medio ambiente.

Art. 405. El desarrollo rural integral sustentable es parte fundamental de las políticas económicas del Estado, que priorizara sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y soberanía alimentaria.

Así mismo en el Art. 407. Son objetivos de la política de desarrollo rural integral de Estado, en coordinación con las entidades territoriales autónomas y descentralizadas.

Párrafo 1. Garantizar la soberanía y seguridad alimentaria, priorizando la producción y el consumo de alimentos de origen agropecuario producidos en el territorio boliviano.

Párrafo 2. Establecer mecanismos de protección a la producción agropecuaria boliviana.

Párrafo 3. Promover la producción y comercialización de productos agroecológicos.

En este marco también se encuentra el **Plan Nacional de Desarrollo (PND)**, aprobado por D.S. N° 29272, de 12 de septiembre de 2007, que establece como una de las prioridades del Estado el de garantizar la seguridad y la soberanía alimentaria en el país.

Por otra parte, se tiene la Ley 144 **LEY DE LA REVOLUCIÓN PRODUCTIVA COMUNITARIA AGROPECUARIA**, que en el artículo 5 se muestra los alcances de la ley:

- Políticas para encarar la Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, estableciendo como objetivo fundamental el logro de la soberanía alimentaria boliviana.
- Reconocimiento de las comunidades indígenas originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas como Organización Económica Comunitaria – OECOM
- Ajuste estructural de la institucionalidad pública del sector agropecuario, para que facilite la asistencia integral técnica y tecnológica oportuna para garantizar la suficiente producción, transformación y comercialización de alimentos.

- Planificación estratégica alimentaria participativa desde las comunidades indígenas originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas y los actores de la economía plural sobre la base de su vocación y potencial productivo y los recursos naturales para definir las estrategias de producción, planes y programas del desarrollo productivo agropecuario integral y sostenible.
- Sistemas de investigación, innovación tecnológica y de información oportuna.
- Sistema de regulación de la producción y comercialización de los alimentos considerando elementos de volumen, calidad, tiempo y generación de reservas.
- Mejorar el acceso a insumos, infraestructura productiva, asistencia técnica y capacitación.
- El manejo sostenible y adecuado del agua y los recursos genéticos para garantizar los procesos productivos.
- Promover el proceso de gestión territorial indígena originaria campesino, comunidades interculturales y afrobolivianas.
- Fortalecimiento de las capacidades orgánicas, productivas, de transformación, comercialización y financiamiento de las comunidades indígenas originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas, desde un enfoque intercultural que recupere los saberes, prácticas y conocimientos ancestrales.
- Seguro Agrario Universal.
- Transferencia de recursos a las comunidades indígenas originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas, además de otros mecanismos de financiamiento.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Importancia de las hortalizas de hoja**

Taban y Halkman (2011), las hortalizas de hoja verde son un importante componente de una dieta saludable, ya que son una fuente importante de vitaminas, minerales y nutrimentos, es por ello que de manera internacional se promueve su consumo para

mejorar la nutrición.

Su consumo regular y en cantidades suficientes puede ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer, Taban y Halkman (2011).

El mismo autor menciona, que en años recientes se ha comprobado que las hortalizas de hoja pertenecientes al género *Brassica* tienen una gran cantidad de antioxidantes naturales que incluyen vitaminas, carotenoides y compuestos fenólicos.

Cantidades de antioxidantes naturales en la dieta, como los flavonoides son muy importantes ya que son capaces de actuar como reductores de especies reactivas de oxígeno (ROS), por lo que pueden ayudar a disminuir enfermedades cardiovasculares y cáncer, Aguirre (1997).

Para Alonzo (2004), su origen se sitúa posiblemente en las regiones costeras de Europa, a partir de la especie *Beta marítima*, obteniéndose por un lado la acelga y por el otro la remolacha (variedad *vulgaris*).

Fueron los árabes quienes iniciaron su cultivo hacia el año 600 a.C. Tanto los griegos como los romanos conocieron y apreciaron las acelgas como alimento y como planta medicinal. En la actualidad, Europa central y meridional, y América del Norte, son las principales zonas productoras.

Según Agrohuerto (2018), mencionado por Mier (2010), la acelga pertenece a la división de las plantas con flores dicotiledóneas y está situada dentro de la familia de las Chenopodiaceae. Esta familia incluye más de 100 géneros y unas 1500 especies.

Su distribución es amplia, pero principalmente se encuentran en zonas áridas y semiáridas templadas y subtropicales.

## **2.2.2. Descripción del cultivo de Acelga**

### **2.2.2.1. Origen**

Para Alonzo (2004), los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las islas Canarias, el origen de la acelga está en las regiones de Grecia e Italia.

Sin embargo, Seymour (1980), indica que el centro de origen de esta especie se sitúa

en Europa y Norte de África. Siendo la región oriental del Mediterráneo su mayor centro de diversificación, según el mismo autor desde Europa ha sido llevado a diversos países del mundo y en la actualidad presenta una amplia difusión, especialmente en América y Asia.

En Bolivia su producción está más localizada en cabeceras de valle y valles, aunque en regiones como el Altiplano su producción esta forzada a invernaderos, donde alcanza un buen volumen de producción, Seymour (1980).

Para el mismo autor, los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias.

Vavilov (1992). Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C. La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo.

Valdez (1997), indica que la acelga es una hortaliza cuya parte comestible la constituyen las hojas, aunque también pueden consumirse los pecíolos, se le considera como un cultivo de planta semí perenne y de rebrote permanente. Posee un gran contenido de vitaminas A y C.

Valdez (1997), mencionado por Flores (2006), hace una retrospectiva donde indica que 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. la introducción a los Estados Unidos fue el año 1806, es además una de las hortalizas preferidas por los suizos, las hojas constituyen la parte comestible y se considera más importante que el betabel.

Rojas (2006), indica que la acelga es una hortaliza originaria de Europa, su ciclo vegetativo varía entre seis y ocho meses dependiendo de la variedad y las condiciones de manejo. Sus hojas constituyen la parte comestible de esta hortaliza.

**Cuadro 1. Cultivo de acelga en Bolivia**

---

**BOLIVIA : CULTIVO DE ACELGA : SUPERFICIE, PRODUCCION Y RENDIMIENTO POR DEPARTAMENTO, AÑO AGRICOLA 2007-2008**

---

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE (Hectáreas)	PRODUCCION (T)	RENDIMIENTO (Kg./ha.)
CHUQUISACA	0	0	0
LA PAZ	58	261	4500
COCHABAMBA	11	28	2545
ORURO	0	0	0
POTOSI	3	13	4333
TARIJA	28	140	5000
SANTA CRUZ	35	171	4886
BENI	0	0	0
PANDO	0	0	0
<b>BOLIVIA</b>	<b>135</b>	<b>613</b>	<b>4253</b>

---

Fuente: INE Bolivia (2001)

#### **2.2.2.2. Descripción taxonómica**

Según Rojas (2006), la acelga presenta la siguiente clasificación sistemática:

Orden:	Caryophylliales
Familia:	Chenopodiaceae
Género:	Beta
Especie:	<i>B. vulgaris var. cicla</i>
Nombre común:	Acelga
Otros nombres:	beta, betarraga blanca, selga, etc.

#### **2.2.2.3. Fases fenológicas del cultivo**

De acuerdo con Gajon (1996), las fases fenológicas del cultivo de acelga son los

siguientes:

- **Fase de plántula**

Donde aparece la radícula, hay emergencia de los cotiledones, crecimiento radicular en profundidad y aparición de 3 a 4 hojas verdaderas.

- **Fase de roseta**

Ésta fase se caracteriza por la aparición de nuevas hojas, disminuye la relación largo-ancho de los folíolos, hay acortamiento de los “pecíolos” y formación de roseta con 12 a 14 hojas.

#### **2.2.2.4. Ciclo Vegetativo**

El tiempo de germinación de la semilla es de 13 a 24 días y su ciclo vegetativo es de aproximadamente un año, Casseres (1981).

#### **2.2.2.5. Descripción Botánica**

La acelga es una planta bienal y de ciclo largo que no forma raíz o fruto comestible, donde el vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m, es una remolacha que se cultiva por sus pecíolos y hojas suculentas. Durante el primer año las plantas forman una raíz principal carnosa, un tallo corto y un gran número de hojas simples y bien desarrolladas, Suquilanda (1995).

Durante el segundo año forman los tallos florales que sostienen el fruto y las semillas. Las hojas exteriores maduran primero. A medida que se cortan se forman nuevas hojas, en esta forma la planta está en producción durante una temporada de crecimiento relativamente larga, Vavilov (1992).

- **Raíz**

La raíz, que como en toda planta desempeña un rol de sostén y de conducción de la savia desde el suelo hasta los demás órganos es bastante profunda y fibrosa, Océano (2001) y se caracteriza por ser napiforme, no engrosada, larga y crecida de color blanco amarillento, De La Paz *et al.* (2003).



Paz y Souza-Egipsy (2003), mencionado por Mamani (2015) afirma que, la acelga aun siendo de la misma especie que la remolacha, difiere principalmente por tener una raíz no engrosada.

Valdez (1997), la raíz de la acelga es bastante profunda y fibrosa.

#### - **Tallo**

El tallo en la acelga está muy poco desarrollado es un pseudo tallo formado por la cosecha de las hojas, De la Paz *et al.*(2003).

Porco (2009) afirma que, si se 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.

De la Paz *et al.* (2003), mencionado por Vigliola (1985) indica que, esta 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.

#### - **Hojas**

Según Estrada (2003), constituyen la parte comestible de la planta, son grandes de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo; el color varía, según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro.

Las variaciones morfológicas en el pecíolo dependen del uso culinario que se les proporcione, los cultivares con el pecíolo poco desarrollado pertenecen a la acelga “de corta” que se consume por sus limbos, siendo muy desarrollado, carnoso y blanco en la acelga “de pencas” aprovechada por sus pecíolos, Océano (2001).

Según el color de la penca existen varios tipos de acelgas, entre las que se destacan son; las de pencas blancas y las que poseen pencas rojas. Estas variedades tienen prácticamente las mismas propiedades que la acelga común ya que sólo difieren en usos culinarios distintos y en el color de la penca, sin embargo, existe una variedad de verdura o fruta denominada cicla L. muy parecido a la acelga roja, que se produce sólo por el pecíolo de su hoja que es la parte comestible, ya que la hoja es tóxica y debe

desecharse, igual que sucede con todas las especies de ruibarbo comestibles, <http://www.agrohuerto.com> (2018).

Los nervios foliares de la acelga roja son de un color rojo muy intenso, mientras que los del ruibarbo son verdosos tirando a un rojo apagado, ésta diferencia se aprecia mejor en el envés de las hojas. Por otra parte, las hojas de cicla L. son sentadas, con el limbo comenzando en el fin del peciolo y en las de la acelga roja el limbo se va encajando en el peciolo de forma gradual, <http://www.agrohuerto.com> (2018).

#### - **Flor e Inflorescencia**

Al tratarse de un cultivo bienal, la floración tiene lugar en el segundo ciclo, ésta comienza en la base de la inflorescencia y continua en forma ascendente. Las flores son muy poco destacadas ya que su color verde se confunde con el resto de la planta.

Para que se presente la floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 1.20 m. La inflorescencia está compuesta por una larga panícula. Las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres. El cáliz es de color verdoso y está compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos, Muñoz (2005).

Valdez (1997) menciona que para que se presente la floración la acelga necesita pasar por un tiempo de temperaturas extremas (mínimas y máximas), una vez iniciada la floración el vástago floral alcanzaría 1,20 m de altura en promedio.

Ramírez (2006) la inflorescencia es una larga panícula el cual está compuesta por flores que son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres, además el cáliz es de color verdoso y está compuesto por cinco sépalos y cinco pétalos.

#### - **Fruto y Semilla**

Cada pistilo produce un fruto que queda encerrado en la base de la flor, con una única semilla. Los frutos de cada grupo de flores quedan soldados en glomérulos, denominándose multigermenes. Los multigermenes, presentan inconvenientes durante la siembra y obligan al posterior aclareo del cultivo, razón por las que existen técnicas

mecánicas para separar los glomérulos, Muñoz (2005).

Ramírez (2006) menciona que las semillas son muy pequeñas y se encuentran encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla, en realidad es un glomérulo que comprende de dos a seis semillas.

El mismo autor indica que 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.

Según Alonzo (2004), mencionado por Mamani (2015) indica que, para el éxito de un buen trabajo depende mucho de la calidad de la semilla, ya que es importante saber seleccionar las que se van a utilizar. Hay que asegurar su calidad y no arriesgarse, lo óptimo es comprar la semilla en lugares reconocidos (semillerías).

#### **2.2.2.6. Variedades de Acelga**

Aparicio (1998), señala que dentro de las variedades de acelga hay que distinguir el color de la hoja (blanca o amarilla), color de la hoja (verde oscuro, verde claro o amarillo, grosor de la penca (tamaño y grosor de la hoja; abunolado del limbo), resistencia a la subida a flor, recuperación rápida en corte de hojas y precocidad.

Para Giaconi (2004), la acelga no ha merecido gran atención de los genetistas; existen pocas variedades bien definidas. Las hay de verano y de invierno; de hojas lisas y de hojas crespas; blancas y verdes.

Se ha reportado que el consumo en cantidades adecuadas de hortalizas de hoja, trae consigo grandes beneficios a la salud, muchos estudios señalan que su consumo está asociado con la disminución de la incidencia de enfermedades como la diabetes tipo 2. Su posible beneficio se asocia al contenido de antioxidantes ya que contribuyen a la reducción del estrés oxidativo sistémico, Carter et al. (2010).

- ***Variedad Fordhook giant***

La acelga *Fordhook Giant* produce una planta grande de hojas verde oscuro y muy arrugada, con venas amplias de color blanco. Es precoz, muy resistente al frío, los días a la madurez de esta variedad son de 55 a 60 días. Es muy apetecida en el mercado por su sabor y rendimiento, Giaconi (2004).

Es una planta de hojas arrugadas de color verde oscuro, con peciolo blancos y gruesos, el tallo tiene un ancho de 5 a 6 centímetros. Es productor de abundantes hojas durante toda la temporada, incluso después de heladas ligeras, las hojas tienen un sabor suavemente agradable, Afriagro (2011).

Está adaptada al cultivo para todo el año y especialmente recomendada para siembras de marzo a junio, por su resistencia a la subida de la flor. Crece con rapidez (cosecha a los 65 días) y se adapta a muchos climas, Afriagro (2011).

- ***Variedad cicla L.***

Esta variedad de acelga es bienal, de penca corta, tiene las mismas propiedades que la demás variedad de acelga. Es una planta muy vigorosa y el sabor de las hojas resulta un poco terroso y más potente que las demás acelgas, la acelga cicla L. se ha mostrado muy resistente a las enfermedades fúngicas, siendo que soporta mejor el frío que las demás acelgas, los días que transcurren hasta la cosecha de esta variedad es de 62 días, García (2010),

**2.2.2.7. Características Nutricionales de la acelga**

La acelga es asombrosamente alta en minerales, como calcio, hierro, magnesio, fósforo y potasio. Es agradable, azucarado y con un sabor a tierra, aunque algunas partes son levemente amargas, contiene una cantidad enorme de vitamina A y es naturalmente alta en sodio (sal), una taza de acelga contiene 313 miligramos de sodio, que es lo más alto que se ha registrado en los vegetales, Bustos (1988).

La acelga aparte de ser sabrosa, es considerada medicinal, es muy rica en fibra y oligoelementos que determinan su calidad nutritiva.

La penca o peciolo de la acelga es muy apetecida en comidas vegetarianas por su

contenido de agua y nutrientes esenciales como potasio, además es diurética lo que le hace ideal para los problemas de hipertensión, también el contenido de magnesio hace que sea una excelente hortaliza para el buen funcionar del estómago, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.

El consumo en fresco aumenta ligeramente pues en el mercado está todo el año. La industria está procesando las acelgas en distintas versiones comerciales como en conservas o congelado de acelga, por entero (penca y hoja) o por pencas o por hojas, Ramírez (2006).

En cuanto a las vitaminas, destaca la presencia de vitamina C, imprescindible para poder absorber el hierro y un importante antioxidante. También contienen pro-vitamina A, que se transforma en vitamina A y ayuda a mejorar la fortaleza de huesos, piel, cabello y la vista (actúa como protector frente al desarrollo de cataratas en la edad avanzada, destaca la FEN).

La acelga es un alimento de alto valor nutritivo y bajo en calorías. Es una excelente fuente de fibras que favorecen el tránsito intestinal y previenen el estreñimiento. Son muy ricas en vitaminas y minerales como, yodo, hierro, magnesio, calcio y potasio. Por su alto contenido en calcio, la acelga se tiene que incluir regularmente en la dieta de las personas mayores, embarazadas, niños en crecimiento y deportistas. Pero, por otro lado, las personas con tendencia a padecer cálculos de oxalato deben de consumirlas con moderación. En el aporte vitamínico, hace falta destacar la cantidad de luteína que tiene, ya que, actúa como protector frente al desarrollo de cataratas en la edad media. También, disminuye el infarto de miocardio y el accidente cerebrovascular. Bustos (1988).

La acelga posee gran cantidad de 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, Ramírez (2006).

Asimismo, el yodo es esencial en el crecimiento del feto y en el desarrollo de su cerebro.

El cuadro 2, muestra el valor nutritivo de 100 gramos de acelga fresca:

**Cuadro 2. Composición nutritiva de la acelga**

<b>COMPONENTES</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
Agua	91,10	%
Hidratos de carbono	4,60	g
Fibra	0,80	g
Cenizas	1,60	g
Calcio	110,20	mg
Fosforo	39,00	mg
Hierro	5,30	mg
Sodio	147,00	mg
Potasio	550,00	mg
Vitamina A	576,60	mcg
Tiamina	0,06	mg
Riboflavina	0,17	mg
Niacina	0,50	mg
Ácido ascórbico	3,20	mg
Valor energético	25,00	cal

Fuente: Watt *et al.*, (1975)

#### **2.2.2.8. Requerimientos del cultivo de acelga**

##### **- Temperatura**

Valdez, (1997) citado por Flores (2009) menciona que, es importante la temperatura para germinar entre los 10°C a 25°C emergiendo los cotiledones a los 8 a 10 días, la temperatura óptima para el desarrollo es 15°C a 18°C, sin embargo, a temperaturas entre 4.5°C a 18°C emite el vástago floral, en regiones tropicales se desarrolla bien, puede ser perenne debido a la ausencia de invierno.

Mamani (2015), afirma que, el clima más adecuado para el desarrollo de la acelga debe ser suave y templado, nunca caluroso, y que, con estas características, se podrá obtener una mejor cosecha.

Yuste (1997), citado por Avalos (2008) señala que la planta se hiela cuando las temperaturas son menores de  $-5^{\circ}\text{C}$  y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de  $5^{\circ}\text{C}$ . La temperatura de germinación está en un mínimo de  $5^{\circ}\text{C}$  y un máximo de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $35^{\circ}\text{C}$  con un óptimo de  $15^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ . En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de  $6^{\circ}\text{C}$  y un máximo de  $27^{\circ}\text{C}$  a  $33^{\circ}\text{C}$ , con un medio óptimo de  $15^{\circ}\text{C}$  a  $25^{\circ}\text{C}$ .

Las variaciones bruscas de temperatura, pueden hacer que se inicie el segundo periodo de desarrollo, pasando a flor la planta, Huterwal (1981).

Al respecto, Giaconi (2004) indica que se trata de un cultivo rústico, que se adapta a varias condiciones de clima, resiste bien los rigores del invierno y los calores del verano, aun cuando en esta estación tiende a emitir tallos florales, a raíz de los cuales sus hojas adquieren un sabor amargo.

De acuerdo a Valdez (1997), es una hortaliza de clima frío, tolera temperaturas muy bajas y altas. La temperatura óptima para su germinación es de  $10$  a  $25^{\circ}\text{C}$  y para su desarrollo de  $15$  a  $18^{\circ}\text{C}$ .

Por otra parte, Ramírez (2006) menciona que, las acelgas pueden cultivarse desde zonas cálidas moderadas ( $1.200$  m.s.n.m. -  $2.500$  m.s.n.m.), hasta áreas de clima frío; no tolera heladas y granizo.

Necesitan preferiblemente climas suaves, aunque pueden vivir en cualquier tipo de clima, siempre que no baje a los  $-5^{\circ}\text{C}$  o que supere los  $40^{\circ}\text{C}$ .

La temperatura ideal de producción se sitúa entre los  $15^{\circ}\text{C}$  y  $18^{\circ}\text{C}$ , aunque se vienen produciendo en lugares con climas que se sitúan entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $38^{\circ}\text{C}$ . Su producción es más elevada cuando el clima es fresco, pero pueden aguantar y producir en lugares y climas calientes, Giaconi (2004).

La planta se hiela cuando las temperaturas son menores de  $-5^{\circ}\text{C}$  y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de  $5^{\circ}\text{C}$ . 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. (Terranova, 1995).

**Cuadro 3. Temperaturas críticas de la acelga.**

Detiene su de desarrollo	—————>	Mínimo 5°C
Germinación	—————>	Óptimo 10°C a 25°C
Desarrollo vegetativo	—————>	Óptimo 15°C a 25°C

Fuente: Serrano (1979)

**- Luz y Humedad relativa**

Serrano (1979), citado por Estrada (2003) señala que las plantas se desarrollan bien cuando la humedad relativa fluctúa entre 30 y 70%, por debajo del 30% las hojas y tallos se marchitan, por encima de 70% la incidencia de las enfermedades es un problema.

No requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero (Ramirez, 2006).

En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones (Ortuño, 2010).

**- Agua**

Es un cultivo que debido a su gran masa foliar necesita en todo momento mantener en el suelo un estado óptimo de humedad. Para obtener una hortaliza de buena calidad no conviene que la planta acuse síntomas de deshidratación, durante las horas de mayor temperatura en el invierno, para evitar que los tejidos se embastezcan, Gajon (1996).



## - Suelo

Para Giaconi (2004), *Beta vulgaris cicla* necesita suelos de consistencia media y vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación.

Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos algo alcalinos, con un pH óptimo de 7.2, vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5.5 y 8.0, no tolera los suelos ácidos, Valdez (1997).

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.* (1997).

## - Nutrientes

La acelga necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación.

García (2010), mencionado por la Fao (2013), reporta el valor nutritivo y medicinal de la acelga que se describe a continuación.

- a) 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 poco energética, aunque es rica en nutrientes y tiene reguladores, como ciertas vitaminas, sales minerales y fibra; sus hojas más externas son las más vitaminadas.
- b) 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.
- c) El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso

nervioso para la actividad muscular normal. Interviene también en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

- d) 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.
- e) El yodo es un mineral indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroidea, 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.
- f) Goza de numerosas aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser refrescante, digestiva, laxante y diurética.
- g) Por su escaso valor energético constituye un alimento idóneo para preparar platos de verduras, recomendables en especial, para quienes siguen una dieta de adelgazamiento.
- h) Tiene un excelente contenido de folatos, es una opción fundamental en la alimentación de la mujer embarazada.
- i) Es rica en fibra presenta por ello posee propiedades laxantes, por lo tanto, previene o mejora el estreñimiento.
- j) Tiene un abundante contenido en agua y potasio, resulta diurética, lo que es beneficioso en un buen número de afecciones, como la hipertensión, retención de líquidos y oliguria (producción escasa de orina).
- k) 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.

De acuerdo a Valdez (1997) los requerimientos nutricionales del cultivo de acelga están comprendidos entre los siguientes parámetros (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Requerimiento de nutrientes del cultivo de acelga**

Parte de la planta	Rendimiento promedio (kg/m <sup>2</sup> )	N (kg/ha)	K (kg/ha)	P (kg/ha)	Ca (kg/ha)
Hojas y pecíolos	11.2	44.0	9.9	58.2	16.8

Fuente: Valdez (1997)

La composición nutritiva de la acelga se destaca por su significativo aporte de minerales (calcio, hierro y potasio) y principalmente, por su elevado suministro de vitaminas A y B a la dieta. La abundancia de yodo que se puede encontrar en esta verdura, es beneficiosa para nuestro metabolismo, regulando nuestro nivel de energía y el correcto funcionamiento de las células. Además, el yodo de las acelgas, ayuda a cuidarnos por dentro, regulando nuestro colesterol. Al ser un alimento rico en yodo, también ayuda a procesar los hidratos de carbono, fortalecer el cabello, piel y las uñas. Valdez (1997).

El ácido fólico o vitamina B9 de las acelgas, hace de este un alimento muy recomendable para su consumo en etapas de embarazo o de lactancia. Esta verdura también puede ayudar a combatir los efectos perjudiciales de ciertos medicamentos que absorben la vitamina B9 y puede ayudar a personas alcohólicas o fumadores, pues estos hábitos, ocasionan una mala absorción del ácido fólico. FAO (2013)

El elevado contenido de vitamina K en esta verdura hace que tomar las acelgas sea beneficioso para una correcta coagulación de la sangre. Este alimento también es beneficioso para el metabolismo de los huesos.

Las hojas exteriores, que suelen ser las más verdes, son las que contienen mayor cantidad de vitaminas y carotenos, Giaconi (2007).

#### **2.2.2.9. Manejo agronómico del cultivo**

##### **- Preparación del suelo**

Como todas las hortalizas, requiere una esmerada preparación del terreno. Los trabajos

preparatorios consisten en una labor profunda con un pase de arado, en la que se aporta el abonado de fondo, y una o dos labores superficiales, con pasadas de rastras, finalmente pasar el rodillo desterronador, para conseguir un terreno mullido. Es recomendable hacer una buena nivelación del terreno, sobre todo si va regar por gravedad, Flórez, (2009); Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001 y Aitken (1987).

#### - **Siembra**

El cultivo puede ser de siembra directa y/o por almacigo y trasplanté. La preferencia por uno o por otro está determinada por factores locales y por la importancia que se asigne al cultivo, Giaconi (2004).

#### - **Siembra directa**

Según el mismo autor, para el mejor aprovechamiento del espacio en el suelo, la siembra directa puede hacerse al voleo o en líneas.

#### - **Al voleo**

Este tipo de siembra no es recomendable en cultivos a nivel comercial por que la distribución de la semilla no es uniforme y por muy rala que sea la siembra, las plantas no quedan debidamente espaciadas, lo que limita su desarrollo. Sin embargo, ésta modalidad es aceptable para huertos caseros, cuya desmalezadas se hacen a mano; además, la mayor densidad de plantas origina hojas y peciolo más tiernos y apetecibles, Giaconi (2004).

#### - **En líneas**

Para éste tipo de siembra se preparan platabandas de 1.5 m de ancho por 2 m de largo, sobre las cuales se trazan líneas, con un surcador de 30 a 40 cm de distancia, en los cuales se distribuye la semilla a surco lleno a mano, Giaconi (2004).

Al respecto, Flórez (2009) indica que la forma óptima de realizar la siembra directa en líneas es colocando de 2 a 3 semillas por golpe, distantes entre sí a 0.35 m, sobre líneas espaciadas de 0.4 a 0.5 m, ya sea en surco sencillo o doble. Para mejorar la

germinación se deben dejar las semillas en agua antes de la siembra y enterrarlas como mínimo a 2 cm de profundidad, De La Paz et al. (2003).

#### - **Siembra en almácigo**

Según De La Paz *et al.*, (2003) los almácigos se deben realizar al aire libre, se debe utilizar de 10 a 12 g de semilla/m<sup>2</sup> para trasplantar a surcos trazados de 60 a 70 cm de distancia, las plantas se disponen a uno o a ambos costados de los surcos, a 25 cm de distancia sobre estos.

Por otra parte, Aitken (1987) indica que el trasplante se debe realizar a hileras simples, la distancia entre estas debe ser de 40 cm y la distancia entre plantas de 30 cm a una profundidad de siembra de 1.5 cm.

El trasplante debe realizarse a los 30 o 40 días después de la siembra, Enciclopedia Practica de la Océano (2001).

Océano (2001), cuando la planta tiene de 4 a 6 hojas y una altura de 10 cm esta lista para el trasplante.

Para la siembra directa se utiliza alrededor de 6 a 10 kg/ha; en caso de almacigo–trasplante de 1 a 2 kg/ha, según se plante a uno o dos lados del surco, Giaconi (2004).

De acuerdo a Ramírez (2006), la densidad de siembra varía según las variedades y se utilizan de 2.3 a 4.5 kg de semilla por hectárea. La cantidad de semilla por kilo es 71400; y la población de plantas por hectárea es de 70000, Aitken (1987).

#### **2.2.2.10. Época de siembra**

La acelga se puede sembrar en cualquier época del año, sin embargo, se recomienda realizar a fines de junio para poder obtener mayor número de cosechas, Valadez (1997).

Para sembrar el almácigo la época más usual es de septiembre a febrero, no obstante, la siembra directa puede hacerse en la misma fecha o un mes después de la que correspondería al almacigo, Giaconi (2004).

### **2.2.2.11. Labores culturales**

#### **- Aclareo**

Si la siembra se realiza directamente en el suelo del cultivo, cuando las plantas tienen 3 o 4 hojas verdaderas, se debe aclarar cada golpe de siembra, dejando una sola planta, Flórez (2009).

#### **- Escarda y aporque**

Valdez (1997), indica que la escarda se realiza con el fin de desaflojar el suelo y tener un buen control de las malezas, después de esta se efectúa el aporque para dar más apoyo a las plantas.

Sin embargo, cuando el cultivo está en la fase de mayor desarrollo (fase roseta) las escardas no son demasiado necesarias ya que, entre la gran cantidad de hojas, no es normal que puedan desarrollarse muchas especies, De La Paz et al. (2003).

### **2.2.2.12. Riego**

La acelga es una planta que necesita mucha humedad, especialmente cuando las plantas son jóvenes, durante este periodo no debería secarse nunca la tierra, con plantas más desarrolladas puede aguantar relativamente la sequía, aunque siempre prefiere que el suelo tenga humedad, Escobar (1976).

El mismo autor señala que al llegar el verano, las plantas necesitan una humedad aún mayor, la falta de agua producirá ejemplares con hojas más amargas. A pesar de que prefiere un riego abundante, el terreno no se debe encharcar pues esto podría ser responsable de la aparición de numerosas enfermedades.

No deben descuidarse los riegos después de obtener sucesivas y normales recolecciones de hojas. Los riegos deben ser reguladores manteniendo la humedad, sin saturar la tierra de agua, puesto que el encharcamiento termina destruyendo el cultivo, Selector (2007).

Respecto a la frecuencia de riego Estrada (2003) y Avalos (2008) indican que, en ambientes protegidos, este debe realizarse cada 2 o 3 días, y que el consumo de agua promedio es de 5 l/m<sup>2</sup>. En suelos con materia orgánica es suficiente un riego semanal.

### 2.2.2.13. Plagas y Enfermedades

La facilidad del cultivo de la acelga, viene motivada porque no necesita gran cantidad de cuidados, siendo muy resistente a plagas y enfermedades, De La Paz et al. (2003).

#### a) Plagas

- Mosca blanca

(*Bemisia tabaci*). Se observan manchas apergaminadas translúcidas que indican la existencia de galerías, en las que albergan las formas larvarias. Control: químico mediante pulverización.

- Pulgones

(*Aphis fabae Scop* y *Myzodes persicae Sulz*). En el envés de las hojas se desarrollan colonias, provocando un crispamiento del follaje. Control: pulverización de insecticidas sistémicos.

#### b) Enfermedades que atacan a las semillas

- *Phythium spp.* y *Rhizoctonia*

Los síntomas de esta enfermedad se dividen en dos clases: los que aparecen antes de que las semillas germinen, y los que aparecen después (post-emergencia). Durante la primera, las semillas pueden simplemente no germinar y comenzar a pudrirse, o bien comenzar a germinar (emitir raíz) y que ésta se pudra antes de que los cotiledones emerjan. Control: desinfección de sustratos con un fungicida (Tiram).

#### c) Enfermedades que atacan a las hojas

- Mildiu de la acelga

(*Peronospora spimaceae Laub*, *P. Farinosa* y *P. Efusa (Gw) Tul*). En el haz aparecen manchas de contorno indefinido, con un color verde pálido que más tarde pasa a amarillo. En el envés estas manchas se cubren con un abundante gris violáceo. Se

produce con altas humedades relativas. Lucha: rotaciones de cultivos, desinfección de las simientes, uso preventivo de fungicidas, empleo de variedades resistentes.

- *Pythium ultimum* Trow

En este caso se observan los típicos síntomas de vuelco y marchitamiento a causa del desarrollo de una lesión necrótica a nivel del cuello. Las raíces también se presentan necrosadas. Las hojas se tornan más pequeñas, se engrosan y se vuelven quebradizas.

- *Pythium baryanum* Hesse

El follaje se marchita y se vuelve clorótico. La raíz principal se encuentra necrosada desde su extremidad hasta unos 8-10 mm del cuello.

**Cuadro 5. Principales plagas y enfermedades**

<b>Insectos Plaga</b>	<b>Daño</b>	<b>Control</b>
Minadoras de la hoja ( <i>Agromyza</i> sp. <i>Liriomyza sativae</i> )	En el peciolo de hojas más bajas de la planta	Insecticidas
Tijereta ( <i>Forficula auricularia</i> )	Toda la hoja	Labores culturales
Gusano alambre ( <i>Agriotis lineatum</i> )	Raíces de las plantas	Insecticidas
Mosca blanca	Envés de la hoja	Insecticidas
Pulgón ( <i>Aphis faba</i> Sop.)	Envés de la hoja	Insecticidas
<b>Hongos</b>	<b>Daño</b>	<b>Control</b>
Mildiu de la remolacha ( <i>Peronosporas chastii</i> Fuck.)	Cambio de color y deformación de las hojas.	Pulverizaciones preventivas con Fungicidas
Sclerotinia ( <i>Sclerotinia libertiana</i> )	Podredumbre de la raíz	Fungicidas



<b>Virus</b>	<b>Daño</b>	<b>Control</b>
Mosaico de la Remolacha	Amarilleo, rizado y manchas de color verde pálido u oscuro de las hojas.	Variedades resistentes
Amarilleo de la remolacha		
Virus I del pepino		

Fuente: Elaboración propia 2018, con base en Aitken (1987), Flores (2009) y Océano (2001)

#### **2.2.2.14. Cosecha**

La longitud de las hojas es un indicador visual del momento de la cosecha, siendo el tiempo otro parámetro, 90 a 120 días el primer corte y después cada 12 a 15 días, Valdez (1997). Con relación al número de días, Ramirez (2006) señalan que la primera recolección se puede realizar de los 50 a 60 días después de la siembra y las siguientes, con un intervalo de 15 a 20 días.

La recolección de la acelga puede hacerse de dos formas, bien recolectando la planta entera cuando tenga un peso comercial de entre 750 g y 1 kg de peso, o bien recolectando manualmente las hojas a medida que estas van teniendo un tamaño óptimo, Flórez (2009).

Para la recolección hoja por hoja, se cortan a partir de la base del peciolo (penca), sin dejar, que ninguna madure en exceso, eligiendo el momento en que estén más tiernas, De La Paz *et al.* (2003). Es recomendable cortar las hojas con cuchillos o navajas bien afilados, evitando dañar el cogollo o punto de crecimiento, ya que podría provocarse la muerte de la planta. De esta forma se puede obtener una producción media de 15 kilos por metro cuadrado, Valdez (1997).

La acelga es una hortaliza de rebrote, o sea que al cortar las hojas vuelven a brotar; por lo general la longitud de las hojas es un indicador visual de cosecha, siendo el tiempo otro parámetro. El tiempo transcurrido para el primer corte es de 60 – 70 días y después se puede cosechar cada 20 días. La longitud para cortar las hojas exteriores es cuando pasen los 25 cm (Valdez, 1997).

Por su parte Vigliola (1985), señala que la recolección de acelga puede hacerse de dos formas, recolectando la planta entera cuando tenga un tamaño comercial de entre 0,75 a

1,0 kg de peso, o bien recolectando manualmente las hojas a medida que estas van teniendo un tamaño óptimo. La recolección de las hojas se efectúa cuando hayan crecido lo bastante, dejando un tocón de 3 cm para que puedan rebrotar.

La acelga es un cultivo de rebrote, o sea que al cortarse las hojas estas vuelven a salir, Estrada 2013).

La longitud de las hojas es un indicador visual del momento de la cosecha (25 cm) siendo el tiempo otro parámetro 60 a 70 días, el primer corte y después cada 12 o 15 días. Es recomendable cortar las hojas con cuchillos o navajas bien afilados, evitando dañar el cogollo o punto de crecimiento, ya que podría provocarse la muerte de la planta, FAO 2013).

#### **2.2.2.15. Post cosecha**

Una vez recolectadas las hojas, se colocan en manojos de un kilo que a su vez se empaquetan en conjuntos de 10 kilos. En cada manajo se alterna la mitad del fajo de hojas y la otra mitad del pecíolo. La conservación se realiza a 0°C y 90% de humedad relativa durante 10 a 12 días, Valdez (1997). Al respecto, Martínez et al., (1997), opina que la temperatura optima de conservación es de 1°C a 4°C y una humedad relativa del 90%, en estas condiciones la acelga permanecería en buen estado entre 8 a 10 días.

#### **2.2.2.16. Rendimientos del Cultivo**

Según Hartman (1990), los rendimientos obtenidos del cultivo de la hortaliza en ambientes atemperados son de 25 a 35 tn/ha, similar a lo señalado por Maroto (1995) con 25 a 50 tn/ha.

Por su parte Vigliola (1985), indica que el promedio obtenido en ambientes atemperados alcanza de 15 a 20 tn/ha.

#### **2.2.2.17. Fertilización**

La fertilización es una de las prácticas agrícolas más importantes para realizar manejo rentable de los cultivos, por los altos beneficios que se podrían obtener, mayores rendimientos, productos de mejor calidad y con menores costos de producción, Rodríguez (2007).

Al respecto, FAO (2013) indica que una fertilización eficiente es aquella que, con base en los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades suficientes y en épocas precisas para el cultivo. Una buena fertilización no solamente implica aplicar el elemento faltante, sino también mantener un balance adecuado entre los elementos, tanto en el suelo como en las diferentes estructuras de la planta. Según el mismo autor, la fertilización debe considerar los siguientes puntos:

- Tipo de cultivo.
- Necesidades nutricionales del cultivo.
- Características y aportes de nutrientes del terreno.
- Contenido de nutrientes aportados por el fertilizante.
- Solubilidad del producto.
- Efecto sobre el suelo y sobre las capas freáticas.
- Dosis y momento de aplicación.

Las malas dosificaciones en la fertilización pueden ocasionar insuficientes niveles de nutrientes o exceso de éstos, que incrementan los costos de producción y reducen los rendimientos debido a los desbalances nutricionales, Rodríguez (2007).

#### **2.2.2.18. Fertilización edáfica**

Chambi (2005), se entiende por fertilización edáfica o radicular la aplicación al suelo de abonos en estado sólido o líquido a fin de que las plantas los absorban a través de sus raíces. Para que este método de fertilización sea efectivo, es clave la correcta ubicación del fertilizante puesto que, en gran parte, la baja productividad de los suelos se debe a una inadecuada aplicación de los mismos.

Para el mismo autor, en lo posible deben seguirse dos normas generales con respecto a la ubicación y época de aplicación de los fertilizantes: uno, que sean incorporados y, dos, aplicados antes o al momento de la siembra.

La incorporación de fertilizantes al suelo debe ser lo más cerca posible al momento de la siembra, ya que las pérdidas por lixiviación, volatilización, fijación o por paso a formas menos asimilables, están en relación directa con el tiempo, por lo tanto, entre más

tiempo transcurra habrá mayores pérdidas, además, una aplicación anticipada favorece más a las malezas que al cultivo, FAO (2013).

La fertilización racional edáfica debe conjugar la utilización de fertilizantes orgánicos y minerales, que se complementan, García *et al.* (2010). El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales ofrece las condiciones ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los nutrientes que las plantas necesitan, FAO (2013).

#### **a) Abonos orgánicos**

Son productos naturales resultantes de la descomposición de material de origen vegetal, animal o mixto. Estos suministran materia orgánica al suelo en grandes cantidades y nutrientes para las plantas en pequeñas cantidades. Entre los abonos orgánicos se incluyen los estiércoles, compostas, abonos verdes, residuos de las cosechas, residuos orgánicos industriales, aguas negras y sedimentos orgánicos, Ramos (2000).

#### **b) Compost**

Uno de los problemas ambientales de las explotaciones agrícolas son los residuos orgánicos que se generan (restos de poda, de cosecha, de post-cosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros). Normalmente, debido al desconocimiento, a la falta de un espacio adecuado, o de tiempo, las prácticas habituales con estos residuos son la quema, el enterramiento o el abandono del material a la intemperie hasta su pudrición, FAO (2013).

Para el mismo autor, FAO (2013). El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola. Sin embargo, no todos los materiales que han sido transformados aeróbicamente, son considerados compost. El proceso de compostaje incluye diferentes etapas que deben cumplirse para obtener compost de calidad. La utilización de un material que no haya finalizado correctamente el proceso de compostaje puede

acarrear riesgos como:

- Fito toxicidad. En un material que no haya terminado el proceso de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato. El amonio en condiciones de calor y humedad se transforma en amoniaco, creando un medio tóxico para el crecimiento de la planta y dando lugar a malos olores. Igualmente, un material sin terminar de compostar contiene compuestos químicos inestables como ácidos orgánicos que resultan tóxicos para las semillas y plantas, FAO (2013).
- Bloqueo biológico del nitrógeno, también conocido como "hambre de nitrógeno". Ocurre en materiales que no han llegado a una relación Carbono: Nitrógeno equilibrada, y que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno. Cuando se aplica al suelo, los microorganismos consumen el C presente en el material, y rápidamente incrementan el consumo de N, agotando las reservas de N en el suelo, FAO (2013).
- Reducción de oxígeno radicular. Cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, agotándolo y no dejándolo disponible para las plantas, FAO (2013).
- Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua. Un material con exceso de nitrógeno en forma de amonio, tiende a perderlo por infiltración en el suelo o volatilización y contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Igualmente, puede ser extraído por las plantas del cultivo, generando una acumulación excesiva de nitratos, con consecuencias negativas sobre la calidad del fruto (ablandamiento, bajo tiempo post cosecha) y la salud humana (sobre todo en las hortalizas de hoja), FAO (2013).

#### **i) Descomposición de la materia orgánica para el compost**

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material orgánico homogéneo y asimilable por

las plantas, FAO (2013).

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. FAO (2013).

Según la FAO (2013), al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable.

Para la FAO (2013), las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en:

1. Fase Mesófila. El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).

2. Fase Termófila o de Higienización. Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina.

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde

unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Igualmente, como se verá en el capítulo 3.4, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos Fito patógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

3. Fase de Enfriamiento o Mesófito II. Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, el organismo mesófilo reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

4. Fase de Maduración. Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

## **ii) Fertilización con compost**

FAO (2013), el compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva.

Flores (1996), recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca

y de las necesidades del cultivo.

Para el mismo autor Flores (1996), los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta provienen del aire, del agua y del suelo, siendo la solución del suelo el medio de transporte de los nutrientes.

Los nutrientes en el suelo, se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio.

Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro, Flores (1996).

El Nitrógeno, N (1%-4% del extracto seco de la planta) es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas. Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes, Flores (1996).

El Fósforo, P (0,1% - 0,4% del extracto seco de la planta) juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación, Flores (1996).

El Potasio, K (1%-4% del extracto seco de la planta) juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades, Flores (1996).

Martínez 2013, el contenido en nutrientes del compost tiene una gran variabilidad (cuadro 6), ya que depende de los materiales de origen:



**Cuadro 6. Contenido de N, P, K en el compost**

Nutriente	% en compost
Nitrógeno	0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost)
Fósforo	0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost)
Potasio	0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost)

Fuente: Giaconi (2004)

Maroto (1995), Para la toma de decisiones a la hora de aplicar compost como fertilizante orgánico, así como para aplicarlo en nutrición integrada con fertilizantes minerales, se debe tener en cuenta:

Necesidades del cultivo en cuanto a fertilización (análisis de suelo y foliares).

Acceso y disponibilidad de ambos fertilizantes localmente.

Costes de ambos fertilizantes.

Necesidad de materia orgánica del suelo.

Cada cultivo necesita una cantidad específica de nutrientes, y esta cantidad depende en parte del rendimiento esperado del cultivo. Para calcular el requerimiento real de fertilizantes se debe tener en cuenta otros factores tales como las reservas de nutrientes del suelo, y la inmovilización o pérdida del nutriente cuando se aplica, ya sea por fijación o lixiviación, Maroto (1995).

### **iii) Aplicación del compost**

Según Ramos (2000), el compost se puede aplicar semi maduro o ya maduro. El compost semi maduro tiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas es mayor que en el compost maduro. Por otro lado, al tener un pH no estable aún (tendiendo a la acidez), puede afectar negativamente a la germinación, por lo que este compost no se usa para germinar semillas, ni en plantas delicadas.

La aplicación en horticultura del compost semi maduro es normalmente una aplicación de primavera de 4 – 5 kg/m<sup>2</sup> en el terreno previamente labrado (coliflor, apio, papa...).

En cultivos extensivos, la aplicación es de 7 – 10 T/ha de compost.

El compost maduro se usa en gran medida para plántulas, jardineras y macetas. Se suele mezclar (20%-50%) con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como preparación de sustrato, Ramos (2000).

### III. Sección Diagnostica

#### 3.1. Materiales y métodos

##### 3.1.1. Localización y ubicación del área de estudio

El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Cota Cota, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, situada en la Provincia Murillo a 15 kilómetros del centro de la ciudad de La Paz. El clima semihumedo con vientos secos y fríos con nevadas ocasionales y veranos frescos. El promedio anual de la temperatura máxima es 21.5°C y la mínima de 11.5°C. tiene vientos moderados en invierno. La temporada de la lluvia se concentra de manera estacional desde noviembre hasta marzo con una precipitación 488.53mm. lo que ha producido desplazamientos de suelo. Geográficamente está situada entre los 16° 32' 04" Latitud Sud y 68° 03' 44" Longitud Oeste, a una altitud de 3445 m.s.n.m., SENAMHI (2012).

**Figura 1. Ubicación geográfica del invernadero donde se realizó la investigación Provincia murillo del departamento de La Paz, zona Cota-Cota**



Fuente: Digital Google Earth (2018)

### **3.1.2. Características del lugar de estudio**

#### **3.1.2.1. Clima**

Por considerarse cabecera de valle, la característica de esta región es templada a lo largo del año, presenta una temperatura máxima de 32°C, una temperatura media 11.5°C y una mínima de hasta -6°C; con una precipitación pluvial media anual de 380 mm; una Humedad relativa de 58% y una velocidad máxima promedio de los vientos de 1.4 m/s, SENAMHI (2012)

#### **3.1.2.2. Topografía y vegetación**

Cota Cota tiene una topografía accidentada con pendientes regulares a fuertes, donde se realizan terrazas con fines agrícolas. Se presentan en el lugar las siguientes especies vegetales: eucalipto (*Eucalyptus globulus*), acacia (*Acacia ssp.*), queñua (*Polylepis ssp.*), retama (*Spartium junceum*), ligustro (*Ligustrum sinensis*), chillka (*Bacharis spp.*), etc., Guzmán (2000).

#### **3.1.3. Materiales**

##### **3.1.3.1. Material biológico**

- Semilla de Acelga variedad *cicla* L., planta bienal de hojas corrugadas de color verde oscuro, con flor en inflorescencia, hermafrodita y fruto que contiene de 4 a 5 semillas de color café.
- Semilla de Acelga variedad *Fordhook Giant.*, planta bianual de hojas lisas, con flor en inflorescencia y fruto que contiene de 4 a 5 semillas de color café.
- Abono orgánico Compost, realizado en el Centro Experimental de Cota Cota, dependiente de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Mayor de San Andrés.

### **3.1.3.2. Material de Campo**

- Cuaderno de campo
- Marbetes
- Cámara fotográfica
- Termómetro
- Flexómetro
- Compost
- Atomizador manual de 2 l.
- Balanza
- Tijera podadora
- Picota, pala, chontilla y rastrillo
- Jeringa de 10 ml.

### **3.1.3.3. Material de Gabinete**

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

### **3.1.4. Metodología**

#### **3.1.4.1. Procedimiento de trabajo**

##### **- Preparación del terreno**

El trabajo de campo se inició con el limpiado y deshierbe de la platabanda para luego pasar con la remoción del suelo la cual se realizó a 20 cm de profundidad con la ayuda de una picota, después de la remoción de la platabanda se delimitando la platabanda para los tratamientos de la investigación de la acelga con sus dos variedades, luego se procedió a la limpieza de la platabanda de piedras con una rastra para incorporar la materia orgánica (compost).

##### **- Tratamientos**

La distribución de los tratamientos se hizo al azar dentro de las platabandas en estudio, previamente sorteadas.

Las plantas elegidas para la evaluación también se seleccionaron al azar teniendo cuidado con el efecto borde en los extremos de las platabandas.

En el Cuadro 7, se describe los tratamientos y su respectiva interacción.

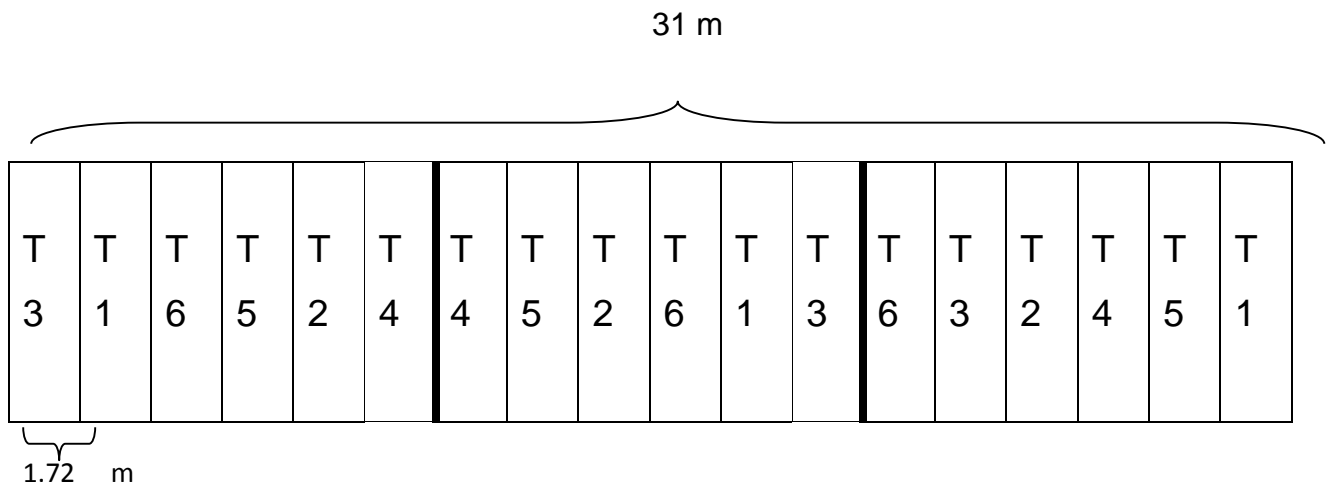
**Cuadro 7. Formulación y descripción de los tratamientos**

Tratamientos	Descripción
T1 = V <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	Variedad Fordhook Giant + 5 kg/m <sup>2</sup> compost
T2 = V <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	Variedad Fordhook Giant + 4 kg/m <sup>2</sup> compost
T3 = V <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	Variedad Fordhook Giant + 3 kg/m <sup>2</sup> compost
T4 = V <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	Variedad Cicla L. + 5 kg/m <sup>2</sup> compost
T5 = V <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	Variedad Cicla L. + 4 kg/m <sup>2</sup> compost
T6 = V <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	Variedad Cicla L. + 3 kg/m <sup>2</sup> compost

Fuente: Investigación de campo 2018

- **Croquis experimental**

**Figura 2. Croquis del área experimental (Investigación de campo, 2018)**



- **Incorporación del compost.** Después la preparación del terreno total en un área 24.8 m<sup>2</sup>, con una superficie de 1.38 m<sup>2</sup> la unidad de estudio, con 8 plantines, se incorporó 3, 4 y 5 kg/m<sup>2</sup> respectivamente para la evaluación de los diferentes niveles en las dos variedades.
- **Siembra.** La siembra se realizó en forma directa a una densidad de 6 plantas/m<sup>2</sup>,

dejando tres semillas de acelga por golpe, previa apertura de surcos, con el fin de garantizar el mayor porcentaje de germinación y emergencia.

- **Riego.** El riego se realizó bajo sistema por goteo instalado en la carpa y comenzó con la siembra de las semillas, la lámina de riego aplicado en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo de acelga estuvo alrededor de los 3.5 mm/día lo que alcanzó a un total de 413 mm para el total del periodo de investigación.

El riego aplicado en las diferentes etapas consideró solamente los niveles de agua del suelo fácilmente aprovechable para este tipo de cultivos, es decir niveles hidrofísicos entre Capacidad de Campo y Fracción de Agotamiento de agua disponible del Suelo (límite aprovechable de agua sin restricción) es de 0.20 para el cultivo de acelga, Flores (1996).

- **Raleo.** Se hizo de forma manual, se inició cuando la acelga presentó de tres a cuatro hojas verdaderas. Esta actividad se llevó a cabo con el objetivo de dar al cultivo una densidad apropiada, evitando de ese modo la competencia entre plantas.
- **Control de malezas.** El desmalezado se realizó semanalmente durante el crecimiento de la acelga por que las malezas por su adaptación se difunden y multiplican con facilidad.

Este proceso se hizo manualmente, sacándolas desde la raíz para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua con el cultivo.

- **Control de plagas y enfermedades.** Durante el desarrollo del cultivo se presentaron dos plagas, la primera larva de *Consigna* (*Consigna consigna*) las cuales se controlaron al cabo de tres recolecciones manuales de las mismas y Pulgones verdes (*Aphis sp.*) que no recibieron ningún tratamiento más que la mantención limpia del cultivo ya que la incidencia en ambos casos fue mínima.
- **Cosecha.** A lo largo del experimento se realizaron cinco cosechas, la primera cuando las láminas de hoja más el peciolo alcanzaron una altura mayor a 45 cm; este corte se efectuó a los 58 días después de la siembra, las cuatro cosechas posteriores se hicieron con intervalos de 15 días.

Esta acción se llevó a cabo de forma manual, tomado la base del peciolo con los

dedos pulgar e índice, para luego realizar un movimiento firme de 90° de izquierda a derecha hasta desprender la hoja del cuello de la planta.

### **3.1.4.2. Variables de respuesta**

#### **a) Altura de Planta**

La altura de planta fue medida en cm, desde la base hasta el ápice de la hoja de mayor longitud, durante ésta actividad se tuvo cuidado de no lastimar o romper las hojas para evitar pérdidas posteriores.

#### **b) Número de hojas por planta**

Para ésta variable se contabilizó el número total de hojas aprovechadas por planta al momento de cada una de las cosechas y para todas las muestras.

#### **c) Longitud de hoja**

Ésta medida se tomó de las hojas comercialmente aprovechables recolectadas durante las cosechas midiéndolas desde la base del peciolo hasta el ápice del limbo, procedimiento que se efectuó con un flexómetro graduado en centímetros.

#### **d) Rendimiento de materia verde**

Para obtener los datos de rendimiento se pesaron las hojas cosechadas de cada unidad experimental con una balanza electrónica, estos datos se promediaron y ponderaron para conseguir la producción en kg/m<sup>2</sup>.

#### **e) Costos de producción**

Se evaluaron por medio de cálculos aritméticos por los cuáles se comparó los ingresos logrados, versus los costos realizados en un ciclo de producción. Por lo que se determinaron los ingresos, costos y beneficios netos para cada una de las variedades.

#### IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

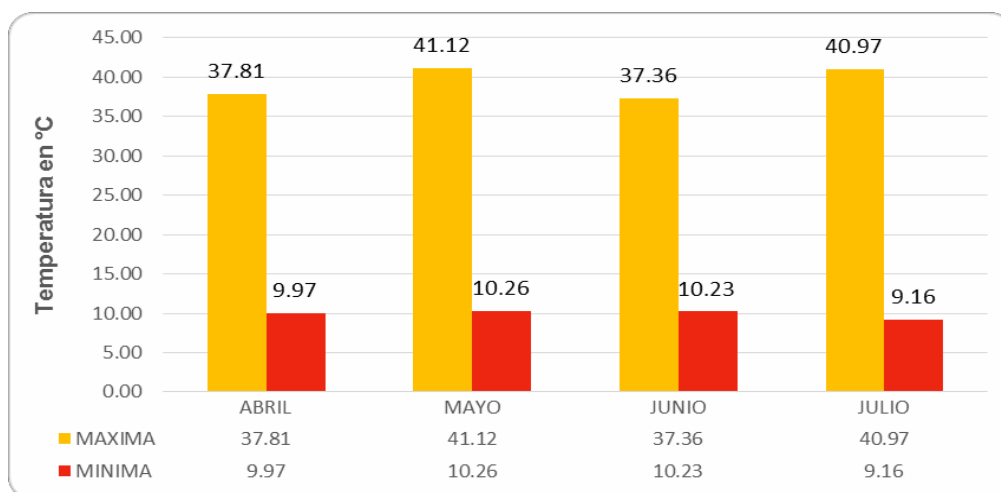
##### 4.1. Aspectos propositivos del trabajo dirigido

##### 4.1.1. Microclima al interior de la carpa

##### 4.1.2. Temperaturas máximas y mínima

La Figura (3) nos muestra la temperatura máxima y mínima registrada en la carpa (interior), la máxima llegó a un valor de 41.12 °C registrado el mes de mayo de 2018, siendo la temperatura mínima de 9.16 °C reportado el mes de julio del mismo año.

**Figura 3. Registro de temperaturas máximas y mínimas al interior de la carpa**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La temperatura máxima media en general fue de 39.3 °C y la temperatura media mínima fue 9,9°C, teniendo una media general de 24.6°C, dato ideal para el establecimiento del cultivo pues coincide con lo afirmado por, Yuste (1997) y Mier (2010) quienes indican que la temperatura óptima para la germinación de las semillas de acelga debe estar en torno a los 25 °C.

Por otra parte, éste valor (24,61 °C) está por encima de lo sugerido por, Gajon (21996) quien señala que la temperatura óptima para el desarrollo de la acelga está entre los 13°C y los 18°C. Sin embargo, Giaconi (1993) sostiene que este cultivo se adapta a



variadas condiciones climáticas y que resiste bien los rigores del invierno y los calores del verano.

#### 4.1.3. Análisis de variables

- **Fenología del cultivo.** La descripción fenológica del cultivo de acelga que muestra los días desde la siembra hasta la emergencia, los días transcurridos a la primera cosecha, a la segunda, tercera, cuarta y quinta cosecha, además de los días acumulados desde la siembra hasta la última recolección.

**Figura 4. Fenología del cultivo de acelga**

Días acumulados hasta la última cosecha

<b>Días acumulados</b>	0	12	58	73	88	103	118
<b>Actividad</b>	Siembra	Emergencia	1ra. cosecha	2da. cosecha	3ra. cosecha	4ta. cosecha	5ta. cosecha
<b>Fecha</b>	(1 Abr.)	(12 Abr.)	(28 May.)	(12 Jun.)	(27 Jun.)	(13 Jul.)	(29 Jul.)

Fuente: Elaboración propia (2018)

La siembra de la acelga se realizó el 1 de abril, después de 12 días más del 50% de las semillas sembradas habían emergido, tomando como 12 los días a la emergencia. Desde ese momento pasaron 46 días para notar que las hojas empezaron a mostrar cambios en su coloración y el tamaño adecuado lo cual nos ayudó a determinar ese momento como el día de la primera cosecha, posteriormente se dio un intervalo de 15 días para realizar las siguientes cosechas, acumulando un total de 118 días hasta la quinta cosecha realizada el 29 de julio de 2018 para ambas variedades.

Respecto de los días a la primera cosecha (58), la variedad *cicla L.* se cosechó antes de lo indicado por García (2010) quien afirma que ésta acelga debe cosecharse a los 62 días después de la siembra. En el caso de la variedad *Fordhook giant*, la cosecha se realizó cuatro días después de lo registrado por Valdez (1997), quién al hacer siembra directa con la misma variedad, alcanzó un total de 54 días para su primera cosecha. No obstante, AFRIAGRO (2011), indica que en suelos fértiles y profundos la misma

variedad se cosecha a los 65 días después de la siembra, dependiendo del mercado.

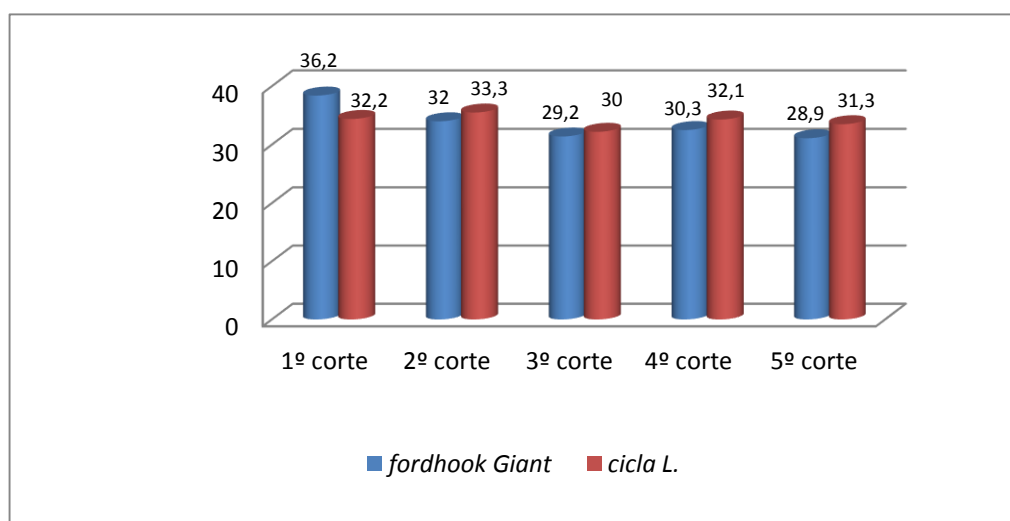
Por otra parte, los días a la primera cosecha obtenidos en ésta investigación no coinciden con, Avalos (2008), quién al evaluar dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar reportó 80 días para la primera siega de la variedad *Fordhook giant*.

Con relación al tiempo entre la segunda, tercera, cuarta y quinta cosecha (15 días) para ambas variedades, están dentro de lo recomendado por, Giaconi (2004), Porco y Valdez (1997) quienes sugieren que éstas recolecciones pueden llevarse a cabo con intervalos de 15 a 20 días cuando la planta presente indicadores visuales propios de la cosecha.

#### 4.1.4. Altura de Planta

La Figura 5 muestra de forma general el crecimiento de las dos variedades de acelga a lo largo del ciclo de cultivo, en ella se observa que la variedad *cicla L.* tuvo un promedio de crecimiento algo mayor durante todo el proceso de crecimiento manteniéndose en un rango de 30 a 33.3 cm de altura, mientras que la variedad *Fordhook giant* alcanzó su altura máxima con 36.2 cm, valor que disminuyó a 32.0, 29.2, 30.3, y 28.9 cm para los cortes 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

**Figura 5. Altura promedio de las plantas por variedad y corte**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La prueba de Duncan al 5% presentado en el Cuadro 8, corrobora las diferencias entre las alturas alcanzadas por las dos variedades en la primera y en la quinta cosecha. La variedad *Fordhook giant* en éste estudio alcanzó un promedio a la primera recolección de 38.42 cm., mayor respecto de la variedad *cicla L.* que alcanzó 34.41 cm., alturas que no se ajustan con lo afirmado por, Florez (2009), quién indica que la variedad *Fordhook giant* presenta una altura superior con respecto a otras variedades de acelga ya que tiene un porte más erecto por el cual alcanza mayor longitud vertical.

**Cuadro 8. Prueba de Duncan para altura de planta por tratamiento y cosecha**

Altura de la planta (cm)				
Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Cosecha 5
38.42 A(T3)	35.49 A(T6)	32.18 A(T6)	34.31 A(T6)	33.47 A(T6)
34.41 B(T6)	34.00 B(T3)	31.44 B(T2)	32.48 B(T3)	33.11 B(T3)

Fuente: Elaboración propia (2018)

La misma prueba (Cuadro 8), muestra que a la quinta cosecha el T6 (*Cicla L. con 3 kg/m<sup>2</sup> de compost*) registró una altura promedio de 33.47 cm.

Mientras que el T3 (*fordhook giant con 3 kg/m<sup>2</sup> de compost* llegó a medir 31.11 cm en promedio, a pesar de no encontrarse diferencias en los promedios en las dosis aplicadas de compost, éstas influyeron de forma positiva en el crecimiento longitudinal de la variedad *Cicla L.* debido al contenido de nutrientes del producto.

Siendo que Ramos (2000) en el estudio de aplicación de sustancias orgánicas como productos de producción, comprobó que todos los tratamientos empleando abonos orgánicos como el compost aumentaron el valor del crecimiento de las plantas respecto al testigo.

Al respecto Huacani (2013), indica que el efecto del compost sobre el crecimiento de las plantas está relacionado con el aumento de la absorción de macronutrientes.

#### 4.1.5. Número de hojas por planta

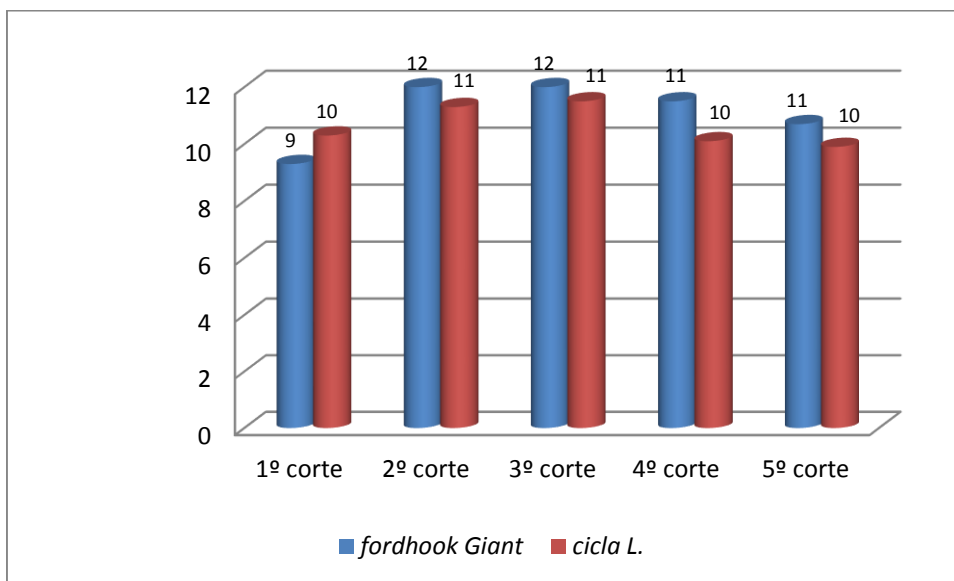
La Figura 6, en la figura se evidencia que la variedad *Fordhook giant* superó en número

a la variedad *cicla L.*

En todo el ciclo productivo del cultivo excepto al primer corte, donde la variedad *Fordhook giant* presentó en promedio de 9 hojas, para después subir a 12 hojas en el segundo y tercer corte para bajar a 11 hojas en el cuarto y quinto corte respectivamente. Por su parte, la variedad *cicla L.* presentó 10 hojas al primer corte.

Elevándose a un promedio de 11 en el segundo y tercer corte para bajar nuevamente a 10 hojas en el cuarto y quinto corte. Independientemente de la variedad, la figura 6 también muestra que, al segundo y tercer corte, la acelga presenta un mayor número de hojas respecto de los demás cortes.

**Figura 6. Número de hojas promedio de las plantas por variedad y corte**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La prueba de Duncan (cuadro 9) para el número de hojas por planta, por variedad y corte, ratificó diferencias entre la variedad *Fordhook giant* y la variedad *cicla L.*, como se puede observar, a la primera cosecha *cicla L.* superó a *Fordhook giant* con una media de 10 hojas frente a las 9 hojas promedio de ésta última.

Sin embargo, a la segunda, tercera, cuarta y quinta cosecha *Fordhook giant* superó a *cicla L.* con una unidad, siendo el número total de hojas para ésta variedad 12, 12, 11 y 11 en las cosechas 2, 3, 4 y 5 respectivamente.

**Cuadro 9. Prueba de Duncan para el número de hojas por planta, por tratamiento y cosecha**

Número de hojas				
Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Cosecha 5
10.29 A(T2)	11.97 A(T5)	12.00 A(T3)	11.53 A (T3)	10.68 A (T3)
9.29 B (T3)	11.33 B(T6)	11.52 B(T5)	10.06 B (T6)	9.93 B (T6)

Fuente: Elaboración propia (2018)

Siendo que las diferencias en cuanto a variedades se las atribuye principalmente a la información genética de cada una de éstas, hay que tomar en cuenta que la aplicación de compost por el aporte de nutrientes que fueron bien asimilados por ambas variedades.

Si bien los datos de superioridad de *Fordhook giant* frente a otras variedades de acelga coinciden con lo encontrado por Huacani (2013), no concuerdan con el promedio total de hojas (5) que consiguió al evaluar la respuesta agronómica de dos variedades de acelga al abonamiento orgánico en ambiente protegido, siendo 50% menor a lo alcanzado en este ensayo con un promedio de 10 hojas.

El cuadro 10, evidencia el efecto del compost en la variable número de hojas por planta. Éste cuadro denota que a lo largo del cultivo el nivel 3 kg/m<sup>2</sup> obtuvo los mejores resultados con 10 hojas a la primera cosecha, 13 hojas a la segunda y tercera cosecha y 11 hojas en las cosechas cuarta y quinta.

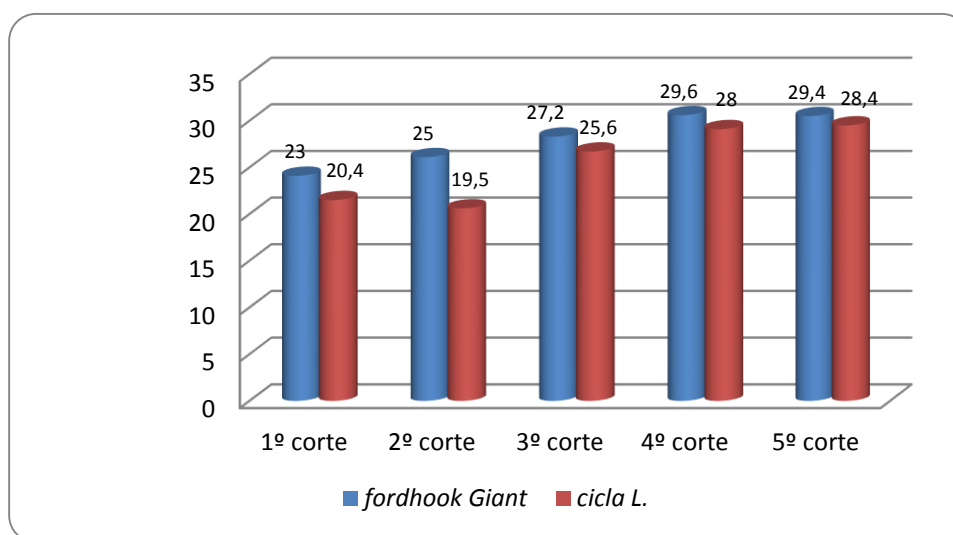
La dosis de aplicación a 4 kg/m<sup>2</sup> sólo presentó mayor número de hojas en la primera recolección, mostrándose variable en la cuarta, segunda tercera y quinta recolección, siendo los tratamientos que recibieron la dosis de 3 kg/m<sup>2</sup> las que contaron con un número mayor de hojas (10) en tres de los cinco cortes y se situaron en segundo lugar en los restantes dos cortes con 12 hojas.

#### 4.1.6. Longitud de hoja

La figura (7) muestra el promedio de la longitud de hoja para cada variedad, estos resultados reflejan que *Fordhook giant* reportó las mayores longitudes con 29.6 y 29.4

cm alcanzados en la cuarta y quinta cosecha, seguido del tercer, segundo y primer corte con 27.2, 25 y 23 cm respectivamente, mientras que la variedad *cicla L.* presentó longitudes menores con un promedio de 20.4, 19.5, 25.6, 28, y 28.4 cm para cada cosecha respectivamente. Cabe notar, que las dos variedades fueron aumentando la longitud de hoja con el paso del tiempo y de las cosechas para concluir con sus máximos valores al culmine del experimento.

**Figura 7. Longitud de hoja por variedad(cm)**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La prueba Duncan para la longitud de hoja por variedad (cuadro 10) ratifica las diferencias significativas halladas por la prueba de medias, siendo el tratamiento T3 (variedad *Fordhook giant* con 3Kg/m<sup>2</sup>) obteniendo 26.07 cm, superior en longitud al tratamiento T6 (variedad *cicla L.* con 3Kg/m<sup>2</sup> de compost) que obtuvo un promedio de 20.62 cm en la segunda cosecha. Diferencias, que aparte de las características varietales de las semillas utilizadas son debidas posiblemente a la asimilación del compost, que fue menor en ese momento para la variedad *cicla L.* frente a la *Fordhook giant* que mantuvo un incremento constante en longitud desde la primera hasta la última cosecha, siendo por tanto ésta variedad la que aprovecha mejor los nutrientes del compost.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan para la longitud de hoja por tratamiento y cosecha**

Longitud de hoja (cm)				
Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Cosecha 5
24.14 A(T3)	26.07 A(T3)	28.33 A(T6)	30.64 A(T3)	30.50 A(T3)
21.52 B(T2)	20.62 B(T6)	26.67 B(T3)	29.11 B(T6)	29.52 B(T6)

Fuente: Elaboración propia (2018)

Los resultados obtenidos para la longitud de hoja alcanzaron un promedio máximo de 30.5 cm, en la quinta cosecha por el T3 (variedad *Fordhook giant* y 3 kg/m<sup>2</sup>), media que está por debajo de los hallados por Avalos (2008) y Huacani (2013), quienes reportaron promedios de 49.5 y 50 cm de longitud para la misma variedad al evaluar en el primer caso dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino y la respuesta agronómica de variedades de acelga al abonamiento orgánico en el segundo caso; esta diferencia de tamaños se puede atribuir al mercado que determina el tamaño de hojas para la cosecha en un determinado tiempo.

El cuadro 10, muestra el crecimiento longitudinal de la hoja con relación a la cantidad de compost, observándose de forma general un incremento paulatino y constante con el paso del tiempo y de las cosechas.

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

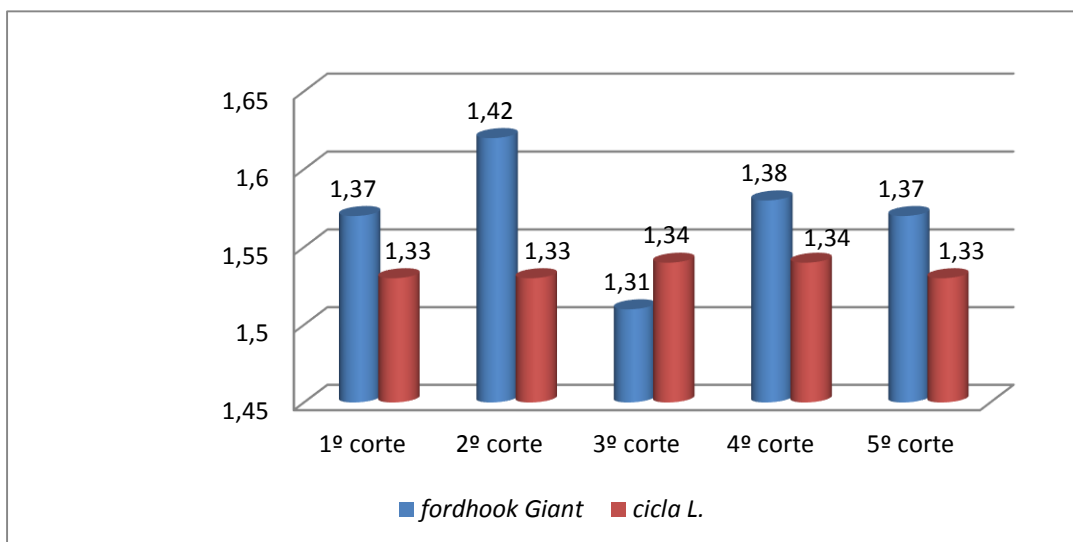
#### **4.1.7. Rendimiento de materia verde**

De acuerdo a la figura 8, la respuesta en rendimiento de materia verde para ambas variedades fue similar, superando con una leve diferencia numérica la variedad *Fordhook giant* a la variedad *cicla L.*

La misma figura expresa que la diferencia en peso para cada una de las variedades y en cada una de las cosechas es mínima y en gramos, siendo la *Fordhook giant* la que

alcanzó un rendimiento mayor con 1.42 kg/m<sup>2</sup> en la segunda cosecha, frente a la *cicla* L. que reportó un peso máximo de 1.34 kg/m<sup>2</sup> en la tercera y cuarta cosecha respectivamente.

**Figura 8. Rendimiento de materia verde (kg/m<sup>2</sup>)**



Fuente: Elaboración propia (2018)

La prueba Duncan del cuadro 11, muestra que la diferencia entre los rendimientos medios de la variedad *Fordhook giant* respecto de la variedad *cicla* L. en la segunda y cuarta cosecha, diferencias atribuidas una vez más a las características de orden genético, cuya información se expresó a lo largo del ciclo de cultivo de cada una de las variedades.

**Cuadro 11. Prueba de Duncan para el rendimiento de materia verde por tratamiento y cosecha**

Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )				
Cosecha 1	Cosecha 2	Cosecha 3	Cosecha 4	Cosecha 5
1.57 A(T3)	1.62 A(T5)	1.54 A(T3)	1.58 A(T3)	1.57 A(T3)
1.53 B(T6)	1.53 B(T6)	1.51 B(T6)	1.54 B(T6)	1.53 B(T6)

Fuente: Elaboración propia (2018)



Evidentemente el tratamiento T3 (variedad *Fordhook giant* con 3Kg/m<sup>2</sup>) dio mejores resultados en cuanto a los rendimientos de materia verde con 1.57 kg/m<sup>2</sup> en la quinta cosecha con respecto a los 1.53 kg/m<sup>2</sup> alcanzado por el tratamiento T6 (variedad *cicla* L. con 3Kg/m<sup>2</sup>) en la misma cosecha, lo cual no coincide con lo reportado por Valdez (1997) quien indica un rendimiento máximo para dicha variedad de 18,15 kg/m<sup>2</sup> en cinco cortes (3,63 kg/m<sup>2</sup> por cosecha) bajo aplicación de diferentes dosis de humus de lombriz y un periodo de evaluación de 143 días.

Por otra parte, tampoco entran en el rango de Hartman (1990), quien sostiene que en ambiente atemperado los rendimientos de la acelga varían de 4 a 5 kg/m<sup>2</sup> por cada cosecha, y a campo abierto sin protección éstas se encuentran entre 3 a 4 kg/ m<sup>2</sup>.

En el cuadro 11, se observa que los máximos rendimientos de materia verde fueron los correspondientes a los tratamientos en los que se utilizó compost al 3 kg/m<sup>2</sup> seguido de los tratamientos en los que se aplicó un nivel de 4 kg/m<sup>2</sup>. Cabe notar en la misma gráfica, que los tratamientos que recibieron compost con 5 Kg/m<sup>2</sup> obtuvieron los más bajos rendimientos en todas y cada una de las cosechas.

Éstos resultados evidencian que la fertilización con compost de 3 y 4 kg/m<sup>2</sup> influyó de forma positiva tanto en el crecimiento como en la producción de la acelga, lo que se refleja en los rendimientos de cada uno de los tratamientos que recibieron el compost; pero al ir aumentando a 5 Kg/m<sup>2</sup> se evidencia que el compost perjudico en el rendimiento de ambas variedades de acelga. Pudiendo existir una relación C/N muy alta lo cual perjudico al crecimiento de la planta.

Por otra parte, Avalos (2008), al evaluar dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino presentó al segundo corte un máximo de 1.6 kg/m<sup>2</sup> en materia verde, peso similar al encontrado como máximo en ésta investigación con 1.62 kg/m<sup>2</sup> para el mismo corte. Por su parte Chambi (2005), afirma que el rendimiento de acelga varía de 0.8 a 1.65 kg/m<sup>2</sup> dependiendo de la dosis de humus de lombriz utilizado.

#### 4.1.8. Análisis económico

El análisis económico en el presente trabajo (cuadro 12), permitió evaluar los costos parciales de producción para la variedad *Fordhook giant* y para la variedad *cicla L.*, así como los ingresos para cada una de las variedades. Para facilitar los cálculos, el análisis se hizo en base a una unidad productiva, representada por una platabanda, para lo cual se tomó en cuenta las variedades producidas, insumos utilizados, rendimientos, precio en el mercado y mano de obra empleado para el proceso

**Cuadro 12. Resumen de la evaluación económica del cultivo de acelga**

	<b>Variedad de Acelga</b>	<b>Costo total Bs/platabanda</b>	<b>Ingreso total Bs/platabanda</b>	<b>Utilidad Neta Bs/platabanda</b>	<b>B/C Bs.</b>
<i>Fordhook giant</i>	Compost 5 kg/m <sup>2</sup>	563.72	684.53	120.81	1.21
	Compost 4 kg/m <sup>2</sup>	560.16	704.50	144.34	1.26
	Compost 3 kg/m <sup>2</sup>	557.42	763.53	206.11	1.37
<i>Cicla L.</i>	Compost 5 kg/m <sup>2</sup>	563.72	670.45	106.73	1.01
	Compost 4 kg/m <sup>2</sup>	560.16	677.50	221.34	1.21
	Compost 3 kg/m <sup>2</sup>	557.42	690.50	133.08	1.24

Fuente: Elaboración propia (2018)

En el contenido del cuadro 12, se observan el costo de inversión para los tratamientos con compost 5 kg/m<sup>2</sup> con un valor que asciende a 563.72/100 Bs por platabanda para ambas variedades a diferencia de los tratamientos que contaron con la aplicación del compost 3 kg/m<sup>2</sup>, donde los costos de producción sumaron 557.42/100 Bs por platabanda, debido principalmente a los costos del compost.

Los ingresos por la venta de acelga se muestran diferentes para cada una de las variedades, para los tratamientos que recibieron el compost a diferentes niveles de éste insumo, debido a los rendimientos obtenidos en cada uno de los casos, sobresaliendo

el tratamiento T3 variedad *Fordhook giant* con la aplicación de compost 3 kg/m<sup>2</sup> con 763.53/100 Bs por platabanda respecto a la variedad *cicla L.* con compost 3 kg/m<sup>2</sup> con 690.50/100 Bs por platabanda.

Sobre la base de éstas determinaciones las mejores utilidades fueron presentadas por la variedad *Fordhook giant*, con una utilidad de 206.11/100 Bs sobre el capital invertido, con una relación beneficio costo (B/C) de 1.37 lo cual indica que con ese nivel de compost y esa variedad se gana 37 centavos por cada Boliviano invertido; en la otra variedad *cicla L.* que alcanzó 133.08/100 Bs de utilidad, con la aplicación de la misma cantidad de compost se tiene una relación beneficio costo (B/C) de 1.24, lo que significa que con esa variedad y ese nivel se obtienen 24 centavos por cada Boliviano invertido.

#### **4.2. Análisis de resultados**

- Según datos registrados al interior de la carpa durante la investigación, la temperatura máxima alcanzada fue de 41.12 °C, la mínima de 9.16 °C con un promedio de 24.60 °C, temperatura que favoreció tanto al establecimiento del cultivo como al desarrollo de éste, pues coincide con lo afirmado por varios autores que indican que de forma general el cultivo de acelga se comporta bien en temperaturas entre 13°C y 25°C.
- El número de días a la emergencia para las dos variedades se constató a los 12 días después de la siembra, desde ese momento pasaron 46 días más para la primera cosecha, la cual se realizó a los 58 días. Los cortes posteriores se hicieron con un intervalo de 15 días para culminar con la quinta cosecha a los 118 días.
- El crecimiento en altura de las plantas fue diferente para cada una de las variedades, siendo en promedio superior *Fordhook giant*. por mantener un rango de crecimiento ascendente de 28.9 a 36.2 cm frente a la variedad *cicla L* que alcanzó su altura máxima sólo a la primera recolección con 33.3 cm, valor que disminuyó a 30 cm como mínimo en el tercer corte.
- El número de hojas obtenidas fue superior en la variedad *Fordhook giant* que logró un promedio de 11, con respecto a la variedad *cicla L.* que obtuvo un promedio de 10 hojas. Siendo la dosis de aplicación de 3 kg/m<sup>2</sup> de compost la que consiguió un

número de hojas superior de 12 por planta.

- La longitud de hoja en los tratamientos en los que se utilizó la variedad *Fordhook giant* alcanzaron un promedio de 27.92 cm, con relación a los tratamientos en los cuales se utilizó semillas de la variedad cicla L. que obtuvieron un promedio de 25.48 cm de largo. El nivel de compost que obtuvo los mejores resultados para la variable en estudio fue la de 3 kg/m<sup>2</sup> con un promedio de 28.32 cm.
- Las relaciones de Beneficio/Costo en todos los casos fueron mayores a uno (1), lo que indica rentabilidad en la producción de acelga en ambiente protegido mostrando ser dependiente de la variedad y de los niveles de compost utilizados.
- Se recomienda, realizar otras investigaciones con dosis con la variedad *Fordhook giant* y la variedad *cicla L.*, siendo que en este estudio mostraron resultados muy cercanos en cuanto al rendimiento, también porque el compost no presenta gran cantidad de nutrientes de acuerdo a análisis.
- Finalmente, se recomienda utilizar otras técnicas de fertilización para contribuir en la mejora de la producción para los agricultores y además esta sea sostenible en el tiempo.

## V. SECCION CONCLUSIVA

- De acuerdo a los resultados obtenidos vemos que la variedad *Fordhook giant* con el nivel de 3 kg/m<sup>2</sup> obtuvo mayor beneficio/costo con respecto a la variedad cicla L. con el mismo nivel de compost, por lo tanto, para las condiciones tanto de temperatura como humedad del Centro Experimental Cota Cota, esta variedad es la más adecuada de acuerdo al experimento para su producción; porque los resultados muestran un beneficio un tanto mayor a la otra variedad, aunque no muy distante.
- Para incrementar la producción de acelga bajo ambiente protegido se recomienda utilizar el nivel adición de compost de 3 kg/m<sup>2</sup>, por mostrar en esta investigación los mejores resultados en cuanto a número de hojas, longitud de hoja y rendimiento.
- Debido a que las altas aplicaciones de materia orgánica como 5 kg de compost / m<sup>2</sup> no incremento la producción de forma proporcional al incremento de compost.

- La variedad *Fordhook giant* presentó los mejores resultados en cuanto a los rendimientos de materia verde con un total de 6.85 kg/m<sup>2</sup> en las cinco cosechas con respecto a los 6.67 kg/m<sup>2</sup> alcanzados por la variedad *cicla L.* en la misma cantidad de cosechas. Entre el nivel de aplicación de compost la que mostró mejores rendimientos fue el nivel de 3 kg/m<sup>2</sup> en ambos casos, respecto de los demás niveles.
- Las relaciones beneficio costo (B/C) son mayores en el caso de la variedad *Fordhook giant* con nivel de compost de 3 kg/m<sup>2</sup> con 1.37, donde por cada 1 boliviano invertido en éste tipo de producción se gana 0.37/100 Bs. Mostrando cierta rentabilidad, de acuerdo a precios de mercado. La relación beneficio costo(B/C) menor fue la que alcanzó la variedad *cicla L.* con adición de compost de 5 kg/m<sup>2</sup> teniéndose 1.01, mostrando que las ganancias obtenidas con las dos variedades y diferentes niveles de compost no son altas ni tan diferentes entre ellas, obteniéndose ganancias en todos los tratamientos.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- AFRIAGRO. 2011. Technical Report, Swiss chard. Klein Karoo Seed marketing. Consultado el 10 de marzo 2015. Disponible en: [www. Seedmarketig.co.za](http://www.Seedmarketig.co.za).
- AGUIRRE, Q., 1997. Los Huertos Familiares de Milpo una experiencia en la zona alta de los Andes de Perú para la conservación del Medio Ambiente, Lima - Perú. p. 55.
- AGROHUERTO. 2015. Acelgas: Cultivo y curiosidades. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado 1 de abr. 2018. Disponible en: <http://www.agrohuerto.com/acelgascultivoycuriosidades>
- AITKEN SOUX, J. 1987. Manual Agrícola. S.E. La Paz, Bolivia. 13 – 14 pp.
- ALONZO, A. 2004. Colegio de Postgraduado. Producción de Col, Coliflor, acelga, apio y lechuga. La Paz, Bolivia. Consultado 14 de septiembre de 2018. Disponible en <http://www.google.com>.
- APARICIO, V. 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de

- Almería: control racional. Informaciones Técnicas 80/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. 356 p.
- 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.
- BERNART, C., 1996. Invernaderos Editorial Aedos Barcelona - España 1ra. Edición. pp. 25 - 42.
- BUSTOS, M. 1988. Corporación Andina de Fomento. Manual técnico del cultivo de acelga. Quito Ecuador, pp. 32
- CARTER, P.; GRAY, L.; TROUGHTON, J.; KHUNTI, K. Y DAVIES, M. 2010. Fruit and vegetable intake and incidence of type 2 diabetes mellitus: systematic review and meta-analysis. B. M. J. 341: 1-8.
- CASSERES, E. 1981. Producción de hortalizas. IICA. 3ra. Edición. San José, Costa Rica. 387 p.
- CHAMBI J. 2005. Efecto del humus de lombriz en el cultivo de acelga bajo carpa solar. Pasantía de Grado. Universidad Mayor San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 90 p.
- DE LA PAZ, A. Y SOUZA – EGIPSY, V. 2003. La huerta fértil; Guía de verduras y hortalizas con raíces, tallos y hojas comestibles. Editorial Libsa, Madrid, España. 48 – 49 pp.
- ESCOBAR, P. 1976. Disminución del ciclo vegetativo e incremento de la productividad, mediante el manejo de podas y distanciamiento de siembra en el cultivo de acelga. Tesis de Ingeniero Agrícola. Calceta, Ecuador.
- ESTRADA, J., 2003. Técnicas de producción para hortalizas, CEDEFOA - Centro de desarrollo y fomento al auto – ayuda. La Paz, Bolivia. pp. 10-13.

- FAO. 2013. Los Biopreparados para la producción de hortalizas en la agricultura urbana y periurbana. Proyecto: Fortalecimiento de las cadenas productivas de la Agricultura Familiar para una inserción social y económica sostenible en zonas periurbanas de Departamento Central del Paraguay. 37 p.
- FLORES, J. 1996. Manual de carpas solares. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España, 72 p.
- FLOREZ J. 2009. Agricultura ecológica, manual y guía didáctica. Editorial Mundi – Prensa. Primera Edición, Madrid, España. 395p.
- FRANCO, S. 2002. Hidroponía, cultivos sin tierra. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado 12 de abr. 2015. Disponible en: <http://www.maristas.com.ar/champagnat/poli/biologia/hidrop.htm>
- GAJON. 1996, El cultivo de acelga. Fundación Caja Rural Valencia. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España. 322 p.
- GARCIA, P., LUCENA, J., RUANO, S. Y NOGALES, M. 2010. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica. España. 120 p.
- GIACONI, V. 2004. Cultivo de hortalizas. Colección nueva técnica. Editorial Universitaria Novena Edición. Barcelona, España. 334 p.
- GUZMAN, M., 1993. Construcción y Manejo de Invernaderos (memorias UMSA) La Paz – Bolivia. pp. 3 – 7.
- GUZMAN A. 2000. Comportamiento agronómico de tres variedades de cebolla (*Allium cepa* L.) con la aplicación de cuatro abonos orgánicos en la zona de Cota Cota. Tesis de Grado. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia pp. 24-25.
- HARTMAN, L. 1990. Invernaderos y ambientes atemperados, FADES. 1ra edición. La Paz, Bolivia, Editorial CECYM. 127 p.

- HUACANI, H. 2013. Respuesta Agronómica de variedades de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla) al abonamiento orgánico en condiciones de ambiente protegido en el municipio de El Alto. Tesis de Grado. U.M.S.A. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 81 p.
- HUTERWAL, G. 1981. Hidroponía, cultivo de plantas sin tierra, Buenos Aires, Argentina. Editorial Albatros, 59 p.
- MAMANI, M., 2015. Efecto de la fertilización química y orgánica en la productividad del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* Var. Cicla) EN EL Centro Experimental de Patacamaya. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés.
- MAROTO, J. V., 1995. Horticultura Herbácea Especial, 4ta. Edición, Editorial Mundi – Prensa, Madrid. pp. 268 – 271.
- MARTINEZ, J., BERNART, C. ANDRES, J. 1997. Invernaderos Editorial Aedos, Barcelona – España 1ra. Edición. pp. 25 – 42.
- MIER, M. 2010. Evaluación de la respuesta a la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en la producción del cultivo de la acelga. Tesis de Grado; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica del Norte. Cachi, Ecuador. 54 p.
- MUÑOZ, A. 2005. Polinización de cultivos. Editorial Mundi – Prensa Libros. Madrid, España. 232 p.
- OCEANO. 2001. Enciclopedia práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano – Centrum. Barcelona, España.
- ORTUÑO, N.; NAVA, O. y MENESES E. 2010. Catálogo de bioinsumos, para mejorar la productividad de los cultivos ecológicos y convencionales. PROINPA La Paz, Bolivia. 80 p.
- PORCO, F. y TERRAZAS, J. 2009. Horticultura: aplicaciones prácticas. Universidad



- Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia. 23 – 24, 49 – 50, 61 – 65 pp.
- RAMIREZ, F., 2006. Seguridad alimentaria cultivando hortalizas. Colombia. Editor Grupo Latino Editores S.A.S. pp. 480-494.
- RAMOS, R 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado. Alicante, España. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 335 p.
- RODRIGUEZ, S. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Editorial AGT. Editor. México. D. F. México. 24 - 25 pp.
- RODRIGUEZ, R.W. 2007. Formulación de recomendaciones para la fertilización de los cultivos agrícolas, una versión técnica / imprenta red & Blue. Cochabamba, Bolivia. 98 p.
- ROJAS, W. 2006. Apuntes de Botánica Sistemática. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 45 pp.
- SELECTOR. 2007. La huerta fértil. Editorial Selector. Madrid, España. 203 p.
- SENAMHI. 2012. Centro Nacional de Meteorología e Hidrología. (en línea). La Paz, Bolivia. Consultado el 25 de nov. Disponible en: <http://www.senamhi.gob.bo/meteorologia/boletinmensualprecipitacion>
- SERRANO, A. 1979. Horticultura práctica. Edición Diana, México. 102 p.
- SEYMOUR, 1980. El Horticultor auto suficiente, Primera Edición. Editorial AEDOS, España. pp. 160- 161.
- SUQUILANDA M. 1995. Agricultura Orgánica, Alternativa tecnológica del futuro.
- FUNDAGRO. Ediciones UPS. Capítulo VIII. Quito- Ecuador.

- TABAN, B.; HALKMAN, A. 2011. Do leafy green vegetables and their ready-to-eat (RTE) salads carry a risk of foodborne pathogens? *Anaerobe*. 17: 286-287.
- TERRANOVA. 1995. Guía ilustrada para la vida en el campo. Editorial Blume, Milanesado - Barcelona. P. 153.
- VALDEZ, 1997. Producción en Invernaderos, Editorial Águila, Puno, Perú. p. 50.
- VAVILOV, N. 1992. Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas. ACME, Buenos Aires, Argentina.
- VIGLIOLA, M. 1985. Manual de Horticultura. Cátedra de Horticultura. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Agronomía. Argentina. 235 p.
- YUSTE, P. 1997. Biblioteca de la horticultura. Tomo III. Editorial Idea Bocks S.A. Barcelona, España 605 – 606 pp.

# ANEXOS

## Anexo 1. Análisis de suelo

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



Informe de Ensayo: S03/18

Página 2 de 2

### INFORME DE ENSAYO EN SUELOS S 03/18

Cliente: FACULTAD DE AGRONOMÍA  
Dirección del cliente: C/30 de Cota Cota - Campus universitario  
Procedencia de la muestra: La Paz  
Provincia: Murillo  
Departamento: La Paz  
Punto de muestreo: Carpas agrícolas - Cota Cota  
Responsable del muestreo: Univ. Humberto Lazo Mamani  
Fecha de muestreo: 10 de febrero de 2018  
Hora de muestreo: 10:30  
Fecha de recepción de la muestra: 10 de febrero de 2018  
Fecha de ejecución del ensayo: Del 10 al 22 de febrero, 2018  
Caracterización de la muestra: Suelo  
Tipo de muestra: Simple  
Envase: Bolsa plástica  
Código LCA: 3 - 2  
Código original de muestra: M2 -CECC-01



### Resultado de Análisis

Parámetro	Método	Unidad	Límite de determinación	M2 -CECC-01 3 - 2
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 4	5,9
Conductividad eléctrica	ASPT 6	µS/cm	1,0	993
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/kg	0,050	0,071
Sodio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	0,31
Potasio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,0053	0,32
Calcio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,016	11
Magnesio intercambiable	ISRIC 9	cmolc/kg	0,00083	4,2
Fósforo disponible (P)	ISRIC 14-3	P /mg*kg-1	1,5	71
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0,0014	0,29
<b>Textura</b>				
Arena	DIN 18 123	%	2,5	40
Limo	DIN 18 123	%	1,1	34
Arcilla	DIN 18 123	%	1,1	26
Clase textural	DIN 18 123			Franco

- International Soil Reference and Information Center (ISRIC)
- Análisis de Suelos y Plantas tropicales (ASTP)

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

La Paz, marzo 21 de 2018

Ing. Jaime Chincheros Paniagua  
Responsable Laboratorio de Calidad Ambiental

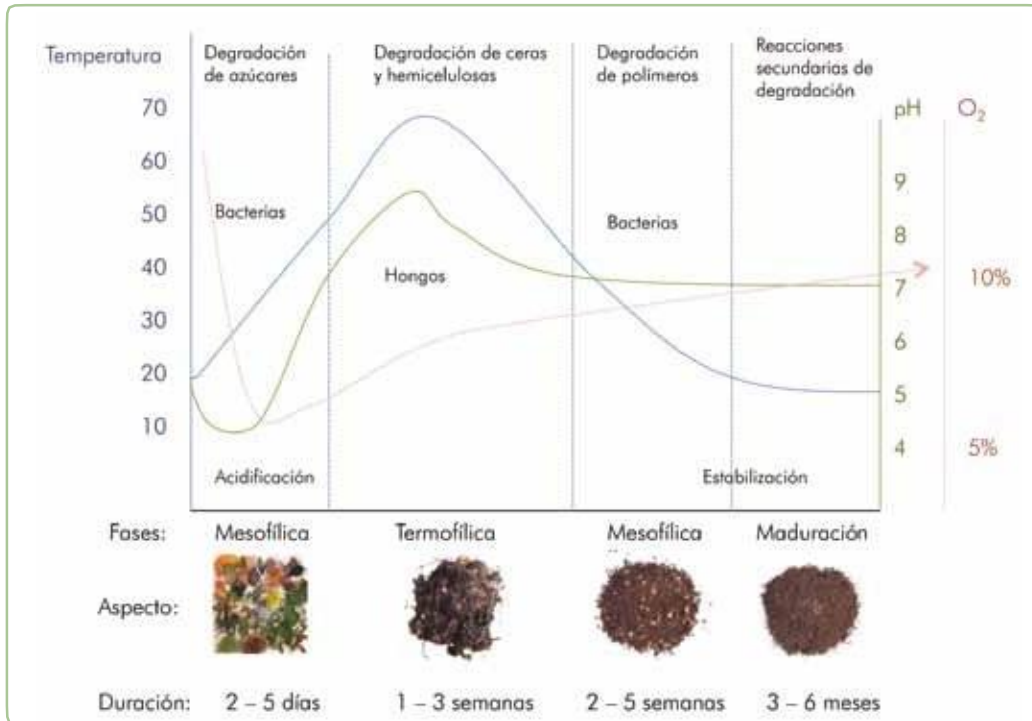
CC: Archivo  
JCh/mca



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

## Anexo 2. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje

Fuente: P. Roman, FAO



Fuente: P. Roman, FAO

## Anexo 3. Contenido de N, P, K en el compost

Nutriente	% en compost
<b>Nitrógeno</b>	<b>0,3% – 1,5% (3g a 15g por Kg de compost)</b>
<b>Fósforo</b>	<b>0,1% – 1,0% (1g a 10g por Kg de compost)</b>
<b>Potasio</b>	<b>0,3% – 1,0% (3g a 10g por Kg de compost)</b>

Fuente: Jacob, 1961, Martínez, 2013

#### Anexo 4. Preparación del suelo



#### Anexo 5. Incorporación del compost



## ANEXO 6. Siembra



## Anexo 7. Toma de datos longitud de hoja y numero de hojas



## Anexo 8. Labores culturales desmalezado



## Anexo 9. Peso para rendimiento de materia verde

