

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



**TRABAJO DIRIGIDO**

**“PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris.*) BAJO EL EFECTO DE TRES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA”**

**ANDY DENNYS SALAS ZAPATA**

**La Paz - Bolivia**

**2019**

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

“PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris.*) BAJO EL  
EFECTO DE TRES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL CENTRO  
EXPERIMENTAL COTA COTA”

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

**ANDY DENNYS SALAS ZAPATA**

**Asesor:**

Ing. Williams Alex Murillo Oporto .....

**Revisor (es):**

Ing. M.Sc Celia Fernández Chávez .....

Ing. Luis Humberto Ortuño Rojas .....

**Aprobado**

**Presidente Tribunal Examinador** .....

La Paz - Bolivia  
2019

*Dedicatoria:*

*A Dios, por haberme permitido  
llegar hasta este punto y haberme dado  
salud para lograr mis objetivos.*

*A mis Padres, Delia y Ernesto por darme la vida y por,  
haberme apoyado  
en todo momento, por  
sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me han  
permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.*

*A mis Hermanos: Ludvik, Christiam, Johans y Almir, por sus ánimos,  
su amor y su apoyo incondicional.*

*A mis hermosos sobrinos quienes también inspiraron  
Este trabajo Elhian, Shanin, Joseph, Christopher y a la pequeña Alma.*

*A Gloria Andrea por su amor,  
Comprensión y paciencia.*

*Para todos ellos es la dedicatoria de este trabajo*

*¡Gracias a ustedes!*

## AGRADECIMIENTOS

Son numerosas las personas a las que debo agradecer por ayudarme con este logro, es demasiado poco el decir gracias, pero en el fondo de mi ser eternamente les estaré agradecido. Sin embargo, resaltar a algunas de estas personas sin las cuales no hubiese hecho realidad este sueño tan anhelado como mi titulación Académica.

Ante todo, a Dios todo poderoso por darme la vida para lograr esta meta aspirada después de tantos esfuerzos.

A mi familia, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.

Al Ing. Williams Murillo, por haber aceptado ser mi tutor de trabajo, por ayudarme y apoyarme en los momentos que lo necesite.

Agradezco también al Ing. Luis Humberto Ortuño (Tupi) y la Ing. Celia Fernández por su tiempo, por brindarme su amistad y por orientarme siempre con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos, afianzando mi formación como estudiante universitario y futuro profesional.

Mencionar también a mis docentes Ingenieros. Oscar Zúñiga, Félix Rojas y Fanor Antezana, Yakov Arteaga que siempre demostraron una amistad más allá de la docencia.

A Ariel Montaña Ardaya (†) mi gran amigo y hermano una mención especial, por haber estado apoyándome y trabajando juntos en proyectos muy importantes.

A mis amigos de la vida Demis Monroy y a su esposa Sandra, Lemiz Lazcano, Edgar Pérez y a su familia, amigos y amigas, compañeros de la Facultad que siempre me

han entregado su apoyo incondicional, gracias por el cariño que siempre me demostraron.

A mi querida y recordada Facultad de Agronomía que sin ella no habría conocido a ninguna de las personas mencionadas.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma, colaboraron en la realización de esta investigación, hago extensivo mis más sinceros agradecimientos.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>I. MARCO METODOLÓGICO</b>	
1.1 Justificación	4
1.2 Planteamiento del problema	4
1.3 Objetivo general	6
1.4 Metas	6
1.5 Marco normativo	6
<b>II. MARCO TEORICO</b>	
2.1 Importancia del consumo de hortalizas en el Altiplano	9
2.2 Ambientes atemperados	10
2.2.1 Humedad	11
2.3 Descripción del cultivo de acelga ( <i>Beta vulgaris var. Cycla</i> )	11
2.3.1 Origen e Importancia	11
2.3.2 Clasificación taxonómica	12
2.3.3 Descripción taxonómica	12
2.4 Requerimientos edafoclimáticos	15
2.4.1 Temperatura	15
2.4.2 Luminosidad y humedad relativa	15
2.4.3 Suelo	15
2.5 Particularidades del cultivo	16
2.5.1 Preparación del terreno	16
2.5.2 Incorporación de abono	16
2.5.3 Siembra	17
2.5.4 Aclareo o raleo	19
2.5.5 Escarda y aporque	19
2.5.6 Riego	19
2.5.7 Plagas	20
2.5.8 Cosecha y post- cosecha	23

<b>2.5.9</b>	Rendimiento del cultivo de acelga	24
<b>2.6</b>	Diversidad genética	24
<b>2.7</b>	Valor nutricional	26
<b>2.8</b>	Hormonas vegetales	26
<b>2.8.1</b>	Tipos de hormonas vegetales	30
<b>2.8.2</b>	Efecto de la aplicación de ácido giberélico	37
<b>2.8.3</b>	Método de aplicación de ácido giberélico	40
<b>2.8.4</b>	Aplicación de ácido giberélico sobre el cultivo de acelga	40

### **III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA**

<b>3.1</b>	Localización	43
<b>3.1.1</b>	Ubicación geográfica	43
<b>3.1.2</b>	Características climáticas	44
<b>3.1.3</b>	Topografía y vegetación	44
<b>3.2</b>	Materiales	44
<b>3.2.1</b>	Material biológico	44
<b>3.2.2</b>	Material de campo	44
<b>3.2.3</b>	Material de escritorio	45
<b>3.3</b>	Métodos	45
<b>3.3.1</b>	Procedimiento experimental	45
<b>3.4</b>	Diseño experimental	50
<b>3.4.1</b>	Factores en estudio	51
<b>3.4.2</b>	Tratamientos	51
<b>3.4.3</b>	Dimensiones del área experimental	52
<b>3.5</b>	Variables de respuesta	52
<b>3.5.1</b>	Porcentaje de emergencia	52
<b>3.5.2</b>	Altura de la plantines (cm)	52
<b>3.5.3</b>	Altura de la planta (cm)	52
<b>3.5.4</b>	Número de hojas	52
<b>3.5.5</b>	Ancho de hoja	53
<b>3.5.6</b>	Diámetro del tallo	53

<b>3.5.7</b>	Longitud de peciolo	53
<b>3.5.8</b>	Rendimiento	53
<b>3.5.9</b>	Costos de producción	53

#### **IV. SECCIÓN PROPOSITIVA**

<b>4.1</b>	Logros de metas	55
<b>4.1.1</b>	Porcentaje de germinación	55
<b>4.1.2</b>	Altura de plantines en almácigo	56
<b>4.1.3</b>	Altura de planta	57
<b>4.1.4</b>	Número de hojas	60
<b>4.1.5</b>	Diámetro de tallo	63
<b>4.1.6</b>	Rendimiento	65
<b>4.1.7</b>	Costos de producción	67

#### **V. CONCLUSION Y RECOMENDACIONES**

<b>5.1</b>	Conclusiones	70
<b>5.2</b>	Recomendaciones	72

#### **VI. BIBLIOGRAFÍA**

73

#### **ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro N° 1:</b>	Taxonomía de la acelga	12
<b>Cuadro N° 2:</b>	Composición nutritiva de 100 g de parte comestible de acelga	26
<b>Cuadro N° 3:</b>	Dosis de AG3 Utilizadas en el Experimento.	48
<b>Cuadro N° 4:</b>	Distribución y repeticiones	51
<b>Cuadro N° 5:</b>	Análisis de varianza para la variable altura de planta	58
<b>Cuadro N° 6:</b>	Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre la altura de la planta	59
<b>Cuadro N° 7:</b>	Análisis de varianza para la variable número de hojas	60
<b>Cuadro N° 8:</b>	Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre el Número de hojas	61



<b>Cuadro N° 9:</b> Prueba de Duncan (5%) del efecto de las densidades sobre el número de hojas	62
<b>Cuadro N° 10:</b> Efecto de las densidades sobre el diámetro de tallo	63
<b>Cuadro N° 11:</b> Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre el diámetro de tallo	64
<b>Cuadro N° 12:</b> Efecto de las densidades sobre el rendimiento	65
<b>Cuadro N° 13:</b> Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre el rendimiento.	66
<b>Cuadro N° 14:</b> Costos de producción por tratamientos	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N° 1:</b> Mapa de Localización	43
<b>Figura N° 2:</b> Porcentaje de semillas germinadas en almácigo	55
<b>Figura N° 3:</b> Altura de plantines en almácigo	56
<b>Figura N° 4:</b> Terreno	80
<b>Figura N° 5:</b> Preparación del terreno	80
<b>Figura N° 6:</b> Delimitación	81
<b>Figura N° 7:</b> Almacigado	81
<b>Figura N° 8:</b> Altura de Plantines	82
<b>Figura N° 9:</b> Trasplante	82
<b>Figura N° 10:</b> Marveteado	83
<b>Figura N° 11:</b> Desmalezado	83
<b>Figura N° 12:</b> Riego	84
<b>Figura N° 13:</b> Raleo	84
<b>Figura N° 14:</b> Acido Giberélico AG3 MULTIGIBE® presentación 20 ml	85
<b>Figura N° 15:</b> Preparación dosis Acido Giberélico AG3	85
<b>Figura N° 16:</b> Aplicación Acido Giberélico AG3	86
<b>Figura N° 17:</b> Número de Hojas	86
<b>Figura N° 18:</b> Ancho de Hoja	87
<b>Figura N° 19:</b> Diámetro de Tallo	87
<b>Figura N° 20:</b> Altura de Planta	88

<b>Figura N° 21:</b> Cosecha	88
<b>Figura N° 22:</b> Embolsado	89
<b>Figura N°23:</b> Comercialización	89

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO N° 1:</b> CROQUIS DEL EXPERIMENTO	78
<b>ANEXO N° 2:</b> PRESUPUESTO	79

## RESUMEN

El presente estudio se realizó en los predios del Centro Experimental de Cota Cota, pertenecientes a la Facultad de Agronomía de la UMSA con el propósito de evaluar el efecto del Ácido Giberélico ( $AG_3$ ) sobre tres dosis de ácido giberélico, la altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo, rendimiento, peso promedio y diámetro de hoja, en dos variedades de acelga; desde el momento del trasplante hasta la época de la cosecha. Para el experimento se utilizó el diseño de bloques al azar bajo un arreglo de parcelas divididas con tres bloques, donde el factor bloqueado fue la Temperatura.

En las parcelas grandes se ubicó el factor dosis (0, 20 y 40 ml/Ha de  $AG_3$  (MULTIGIBER)), y en las sub parcelas las 2 densidades de plantación (60x30 y 60x40 cm), teniendo como resultado los siguientes tratamientos: T1 = (40 ml/Ha \* 60 x 40 cm); T2 = (0 ml/Ha \* 60 x 30 cm); T3 = (20 ml/Ha \* 60 x 40 cm); T4 = (40 ml/Ha \* 60 x 30 cm); T5 = (0 ml/Ha \* 60 x 40 cm); T6 = (20 ml/Ha \* 60 x 40 cm).

El análisis realizado para la variable altura de planta, demostró que ésta tuvo un comportamiento similar en ambas distancias de plantación, por otro lado los mayores promedios de altura obtenidos fueron aquellos en los que se utilizó una mayor dosis de ácido Giberélico. En lo que se refiere al número de hojas, la cantidad de estas era superior, cuanto mayor era la distancia existente entre plantas; en cuanto al comportamiento de las dosis, a mayor dosis utilizada el número de hojas aumentaba. El diámetro de tallo aumento cuanto mayor era la dosis de ácido giberélico aplicada sobre la planta. Para las variables del tamaño de hoja también aumentó por dosis de ácido giberélico utilizada, Se pudo observar que, para el rendimiento, los tratamientos en los que se utilizó mayor dosis de ácido giberélico.

La relación B/C de los tratamientos utilizados en el experimento refleja valores positivos mayores a 1, entonces el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios para el agricultor con el tratamiento T1 con un valor de B/C = 2,38.

# “PRODUCCIÓN DE DOS VARIEDADES DE ACELGA (*Beta vulgaris.*) BAJO EL EFECTO DE TRES DOSIS DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL COTA COTA”

## INTRODUCCION

La producción de hortalizas en carpas, en los últimos años, se ha centrado en aquellas especies que por sus bajos costos de producción de cierta manera han resultado mucho más rentables que otras especies, dejando así de lado a otras que tal vez por su mayor contenido nutricional resultarían mucho más benéficas para el hombre.

Sin embargo, el campo hortícola es amplio, existiendo otras especies que podrían tener gran importancia en la dieta alimenticia, tal es el caso de la acelga que es escasamente cultivada en el altiplano, de la que estudios recientes han demostrado que son beneficiosas para la salud.

Las Hortalizas son consideradas a nivel mundial como fuente principal de fibra, minerales y vitaminas por lo que se cultivan en muchos países. Además, contribuyen a la nutrición humana en proteínas, grasas y carbohidratos. En Bolivia particularmente en el altiplano el consumo de hortalizas es muy bajo lo que conlleva a altos índices de desnutrición.

Las hortalizas constituyen vegetales de gran importancia en la dieta alimenticia del ser humano, por el alto valor nutritivo que poseen, entre estos se encuentran la acelga que viene a ser una alternativa de consumo (**SALUNKHE, 2004**).

El altiplano boliviano, presenta una serie de factores que influyen y a la vez limitan la producción de ciertas hortalizas, y pese al esfuerzo de la mayoría de los agricultores, la falta de conocimientos en el uso de nuevas variedades e híbridos, hacen que cada vez sea más difícil una producción rentable.

La producción de nuevas especies y nuevas variedades de hortalizas resultan desde cualquier punto de vista una buena alternativa, no solo para el productor, sino también para el consumidor, por los beneficios que la misma implica, más aún si esta producción incluye una reducción en espacio y tiempo.

**Yáñez, (2002).** La demanda de alimentos sanos y de alta calidad es creciente, y los volúmenes y características de los productos están totalmente ligados a una buena nutrición de la planta y a la posibilidad de que esta exprese plenamente sus características y potenciales genéticos, en las mejores condiciones ambientales y de manejo, para su desarrollo.

El consumo de productos obtenidos mediante procesos productivos donde se usen menos pesticidas, y preferentemente sean producidos en forma orgánica, está creciendo a un ritmo impresionante.

La posibilidad real de obtener buenos rendimientos de productos sanos y con la calidad que demandan los mercados internacionales, solo la podremos lograr a través de una nutrición adecuada y balanceada de acuerdo a las necesidades presentes durante el desarrollo de los cultivos, y con la aplicación de productos reguladores del crecimiento de origen natural o sintético, los cuales provoquen y apoyen el logro de los cambios esperados en las diferentes etapas fenológicas de los cultivos.

Con frecuencia las plantas por si mismas no muestran todo su potencial de desarrollo y producción debido a la variabilidad de suelos, y a los cambios frecuentes y comunes de temperatura, radiación, viento y humedad presentes en las condiciones de campo durante el desarrollo de los cultivos, así como por las alteraciones provocadas por el ataque de plagas , enfermedades y competencia de malezas, entre otros factores, que frecuentemente modifican la velocidad y normalidad del crecimiento y desarrollo de los cultivos. **Yáñez, (2002).**

El mismo autor afirma que, la expresión genética de cualquier especie, y cultivar de hortalizas, así como el crecimiento y desarrollo de los mismos están controlados especialmente por las hormonas que se sintetizan en el interior de las plantas.

Las hormonas vegetales son compuestos que son sintetizados por las plantas en concentraciones micro molares o menores, las cuales provocan respuestas fisiológicas específicas ya sea en forma local o bien son traslocadas a otras regiones de la planta para modificar su crecimiento y desarrollo.

Las hormonas también pueden considerarse esenciales en la fisiología vegetal ya que, si estas no son producidas, en balance entre estas y/o utilizadas oportunamente en el sitio de acción correspondiente, hace que la planta se desbalance en su crecimiento y desarrollo provocando alteraciones en la fenología de los cultivos, así como drásticas alteraciones en la producción y calidad de los mismos.

Derivado del conocimiento de las hormonas naturales producidas por las plantas y sus efectos sobre el desarrollo y productividad de las mismas, han surgido en el mercado un sinnúmero de productos sintéticos y compuestos que emulan a dichas hormonas química y funcionalmente, los cuales son empleados para aplicaciones exógenas, que compensan o sustituyen las carencias temporales de esos compuestos o bien potencien la expresión genética de las plantas, y/o aceleren o retrasen la ocurrencia de los procesos del desarrollo, con fines de lograr alguna ventaja comercial o competitiva.

En la actualidad, el desarrollo científico y tecnológico es amplio en estas áreas del conocimiento, tanto de la nutrición como de la regulación del crecimiento y desarrollo vegetal, en forma tal que día con día surgen nuevos productos y tecnologías para el mejor manejo de estos aspectos en hortalizas, ya que es en este tipo de cultivos donde más se han empleado diversas prácticas culturales como productos que mejoran su manejo y productividad.

## **I. MARCO METODOLOGICO**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN**

La producción hortícola en nuestro país requiere un manejo cultural adecuado, desde la preparación del suelo (sustrato), la plantación, riego, fertilización, control fitosanitario, cosecha y otros pasos necesarios para el cultivo.

El Altiplano presenta una serie de factores naturales que dificultan la intensificación de la agricultura estos son: las precipitaciones reducidas provocando un déficit hídrico la mayor parte del año, heladas en cualquier época, granizada frecuentes durante el periodo vegetativo en los cultivos y los suelos deficientes en sus características físicas y químicas.

Otro de los factores que limitan la producción hortícola es el manejo inadecuado de los suelos, estos expuestos a una disminución de la productividad, por ello, realizan roturación y mezcla con fertilizantes cada cierto tiempo, sin embargo con esta labor cultural se estabiliza y se destruyen microorganismos del suelo, también sumamos la erosión y solo un descanso prolongado para poder restituir parte de la fertilidad perdida, conociendo todos estos aspectos y tratando de reducir estos factores es que emplearemos el ácido giberélico. Este ácido es una hormona muy potente cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La producción de hortalizas en carpas, en los últimos años, se ha centrado en aquellas especies que por sus bajos costos de producción de cierta manera han resultado mucho más rentables que otras especies, dejando así de lado a otras que por algunos factores como su mayor contenido nutricional resultarían mucho más benéficas para el hombre.

Hoy en día, los suelos en que se desarrollan estos cultivos son explotados con monocultivos sin un aporte compensativo de enmiendas orgánicas y elementos esenciales. En las prácticas de la agricultura moderna se busca compensar al máximo a través de programas fiables con el aporte compensativo, bioestimulante y complementario del mayor número de elementos necesarios que el cultivo lo requiera.

Al hablar de enmiendas orgánicas para aportes al suelo, cabe mencionar que la falta de este recurso a dado como resultado la baja concentración en nuestros suelos andinos, es así que estamos obligados a la búsqueda de alternativas sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos.

El Altiplano Boliviano, presenta una serie de factores naturales que influyen y limitan la intensificación de la agricultura y aún más la explotación hortícola, entre los que podemos mencionar esta la falta de agua, gran parte del año se presentan heladas, granizadas frecuentes durante el periodo vegetativo de los cultivos y suelos afectados con diferentes grados de erosión, estas características limitan la capacidad de producción en el área agrícola y en este caso la producción hortícola.

Aun con el esfuerzo de los pequeños productores y agricultores, la falta de conocimientos en el uso de nuevas variedades e híbridos, el mal uso de agroquímicos y la pérdida de suelos por la erosión hacen que la producción hortícola en el altiplano sea cada vez más complicada, en sus costos y desde el punto de vista de la salud, cada vez menos tolerable tanto para los productores como para los consumidores.

Las hortalizas, por el alto valor nutritivo que poseen, se constituyen en vegetales de gran importancia en la dieta alimenticia del ser humano. Entre estas se encuentra la acelga que contiene hierro, calcio, vitamina A y vitamina C.

Además, goza de numerosas aplicaciones medicinales en diferentes enfermedades como: inflamaciones de los riñones, uretra y pelvis renal, trastornos del hígado, cólicos hepáticos, diabetes, enfermedades de piel como eczemas, úlceras, llagas, etc.



Preparada en ensalada con zumo de limón sirve para fortalecer el estómago y vigoriza el cerebro.

### **1.3 OBJETIVO GENERAL**

Producir dos variedades de acelga (*beta vulgaris.*) bajo el efecto de tres dosis de ácido giberélico en el Centro Experimental Cota Cota.

### **1.4 METAS**

- Determinar el comportamiento agronómico de la acelga por efecto de las diferentes dosis de ácido Giberélico.
- Comparar el rendimiento productivo de la acelga por efecto del ácido giberélico a diferentes distancias de siembra.
- Comparar los costos de producción de cada tratamiento.
- Establecer la relación económica Beneficio/ Costo de la producción final.

### **1.5 MARCO 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 indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afro bolivianas como Organización Económica Comunitaria – OECOM
- Ajuste estructural de la institucionalidad pública del sector agropecuario, para que facilite la asistencia integral técnica y tecnológica oportunas para garantizar la suficiente producción, transformación y comercialización de alimentos.
- Planificación estratégica alimentaria participativa desde las comunidades indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afro bolivianas 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 afro bolivianas.
- Fortalecimiento de las capacidades orgánicas, productivas, de transformación, comercialización y financiamiento de las comunidades indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afro bolivianas, desde un enfoque intercultural que recupere los saberes, prácticas y conocimientos ancestrales.
- Seguro Agrario Universal.
- Transferencia de recursos a las comunidades indígena originario campesinos, comunidades interculturales y afro bolivianas, además de otros mecanismos de financiamiento.

## **II. MARCO TEORICO**

### **2.1 Importancia del consumo de hortalizas en el altiplano**

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, 2000)**.

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.

**Magno y Rycheghera (1994)** 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.

## **2.2 Ambientes atemperados**

El empleo de ambientes atemperados en la producción de cultivos se va incrementando cada vez más en el mundo. La razón básica para la construcción de estructuras como estas es el cultivar plantas fuera de estación **(Tópico, 2001)**.

### **2.2.1 Humedad**

Según **De Paz (1997)**, la mayoría de las plantas se desarrollan bien en ambientes donde la HR del aire fluctúe entre 30 y 70%, debajo de 30% las hojas y tallos se marchitan y por encima de 70% la incidencia es un serio problema.

## **2.3 Descripción del cultivo de acelga (*beta vulgaris var. cycla*)**

### **2.3.1 Origen e Importancia**

Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias, Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C. (**Vavilov 1960, citado por Chambi, 2005**). Específicamente su origen se ubica en las regiones de Grecia e Italia (**Aitken, 1987**). El suelo y clima de Europa sirvió para que esta hortaliza creciese en estado salvaje, especialmente en la faja Mediterránea, hasta que los griegos comenzaron a cultivarla.

A partir de entonces, fue uno de los complementos de la dieta más empleados por los habitantes de estas tierras (**De la Paz y Souza-Egipsy, 2003**). Llegó a América con los españoles (**Océano, 2001**).

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

**Giaconi (2004)** indica que no puede faltar en ningún huerto casero ya que es una de las pocas plantas que suministran hojas y peciolo que cubren las necesidades de la familia durante varios meses.

Las hojas se preparan en forma semejante a la de la espinaca: cocidas y aliñadas como ensalada, guisadas, en pasteles o sopas o bien en frituras en falsos pejerreyes (peciolos).

### 2.3.2 Clasificación Taxonómica

Ha sido clasificada según el siguiente sistema

**CUADRO N° 1. TAXONOMÍA DE LA ACELGA.**

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Fanerógamas
<b>Subdivisión:</b>	Angiospermas
<b>Clase:</b>	Dicotiledóneas
<b>Orden:</b>	Caryophylliales
<b>Familia:</b>	Chenopodiaceae
<b>Genero:</b>	Beta
<b>Especie:</b>	Vulgaris
<b>Variedad botánica:</b>	Cicla
<b>Nombre común:</b>	Acelga

Fuente: Veladez (1993)

### 2.3.3 Descripción Taxonómica

Se trata de una especie bianual que se cultiva como anual, la floración aparece en el segundo año del cultivo (De la Paz y Souza-Egipsy, 2003).

- **Raíz**

Aun siendo de la misma especie que la remolacha, difiere principalmente por tener una raíz no engrosada (De la Paz y Souza-Egipsy, 2003), sin embargo, presenta un sistema radicular muy ramificado (Océano, 2001).

- **Tallo**

El tallo está muy poco desarrollado, al igual que la raíz (**De la Paz y Souza-Egipsy, 2003**).

- **Hojas**

Es una planta herbácea de peciolo largo y suculento, hojas grandes y erectas, parecidas a las de la remolacha pero mucho más suculentas (Martínez et al 2003), estas son de gran tamaño y se agrupan en forma de roseta ascendente a partir de las pencas (De la Paz y Souza-Egipsy, 2003).

Por otra parte, la Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería Océano (2001), indica que las variaciones morfológicas en el peciolo dependen del uso culinario que se les proporcione, los cultivares con el peciolo poco desarrollado pertenecen a la acelga “de corta” (que se consume por sus limbos), y muy desarrollado, carnoso y blanco en la acelga “de pencas” (aprovechada por sus peciolo).

En cuanto al color, **De la Paz y Souza-Egipsy (2003)**, mencionan que varían en cuanto a la tonalidad de verde, pudiendo encontrarlas desde el verde pálido al verde oscuro.

- **Inflorescencia y flor**

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

Al tratarse de un cultivo bianual, la floración tiene lugar en el segundo ciclo, esta comienza en la base de la inflorescencia y continúa en forma ascendente.



Generalmente la flor presenta protandria, liberándose el polen durante la mañana del primer día, perdiendo su viabilidad a los cuatro días de su liberación. Los estigmas comienzan a desplegarse por la tarde del primer día y no se extienden completamente hasta el segundo o tercero, manteniéndose receptivos durante más de dos semanas **(Muñoz, 2005)**.

Además de la protandria, este cultivo presenta autoincompatibilidad de tipo gametofítico, aunque puede producirse un cierto porcentaje de semillas por autogamia en algunas variedades y en determinadas condiciones, sobre todo a temperaturas altas; y existen variedades donde es frecuente la producción de semillas agamospermicas. Se trata entonces de un cultivo con escasa tasa de autogamia, en el que el viento se encarga de transportar los granos de polen, aunque parece que las flores pueden ser visitadas por insectos que recogen algo de néctar. Entre estos insectos se ha visto la importancia de los *trips* así como algunos himenópteros y dípteros **(Muñoz, 2005)**.

- **Fruto y semilla**

Cada pistilo produce un fruto que queda encerrado en la base de la flor, con una única semilla. Sin embargo, 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)**.

## **2.4 Requerimientos edafoclimáticos**

### **2.4.1 Temperatura**

Se cultiva en zonas de franja altitudinal comprendida entre 1200 y 2700 m.s.n.m., generalmente tolera heladas leves **(Martínez et al, 2003)**.

El clima más adecuado para el desarrollo debe ser suave y templado, nunca caluroso, con estas características, se podrá obtener una mejor cosecha **(De la Paz y Souza-Egipsy, 2003)**. Para 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 13 a 18° C **(Infoagro.com)**.

Sin embargo, **Giacconi (2004)**, indica que se trata de un cultivo rustico, que se adapta a varias condiciones de clima. Resiste bien los rigores del invierno y los calores del verano, aun cuando en esta estación tiende a emitir tallos florales, a raíz de los cuales sus hojas adquieren un sabor amargo.

#### **2.4.2 Luminosidad y Humedad relativa**

No requiere excesiva luz. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero **(Infoagro.com)**.

#### **2.4.3 Suelo**

Según la **Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano (2001)** la acelga requiere terrenos frescos, bien provistos de materia orgánica, con textura franca y que no sean ácidos. El suelo debe tener un buen contenido de humedad y pH de 5.8 a 6.8, aunque es tolerante a suelos salinos **(Martínez et al, 2003)**.

La profundidad no juega un papel fundamental en el desarrollo, pero cabe destacar que en suelos profundos es donde se han dado los mejores resultados **(De la Paz y Souza-Egipsy, 2003)**.

## **2.5 Particularidades del cultivo**

### **2.5.1 Preparación del terreno**

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 rastra, finalmente pasar el rodillo desterronador, para conseguir un terreno mullido. Es recomendable hacer una buena nivelación del terreno, sobre todo si se va a regar por gravedad (Serrano, 2009; Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001 y Aitken, 1987).

### **2.5.2 Incorporación de abono**

Antes de la siembra se debe realizar un abonado de tipo medio que requiere entre 80 a 100 kg/ha de Nitrógeno, entre 40 y 60 kg/ha de  $P_2O_5$  y de 80 a 100 kg/ha de  $K_2O$ . También conviene aplicar de 20 a 25 t/ha de estiércol descompuesto (**Serrano 2009 y Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano 2001**).

Durante el cultivo responde ampliamente a las aplicaciones de estiércol y a fuertes dosis de nitrógeno el cual estimula el desarrollo de las hojas, que se dan de gran tamaño y buena presentación. Se recomienda aplicar de 200 – 300 kg/ha de Urea, un tercio de esta cantidad durante el primer desarrollo, el resto fraccionado y proporcionado a continuación de cada recolección de hojas, a fin de mantener la planta en constante crecimiento; adicionar también de 100 a 130 kg de Superfosfato triple por hectárea (**Giacconi, 2004**).

Si se va realizar la siembra en almacigo, al realizar el trasplante se debe aplicar al lado de las plántulas de 500 a 800 kg/Ha de las formulas 10-10-10 ó 10-10-15, dependiendo del análisis del suelo.

### 2.5.3 Siembra

El cultivo puede ser de siembra directa y por almacigo y trasplante. Ambos métodos son buenos. La preferencia por uno o por otro está determinada por factores locales y por la importancia que se asigne al cultivo (**Giacconi, 2004**).

El tiempo de germinación es de 13 a 24 días y su ciclo vegetativo es de aproximadamente un año (**SEMTA, 1993**).

#### a) Métodos de siembra

##### a.1) Siembra directa

Puede hacerse al voleo o en líneas.

- **Al voleo**, no es recomendable en cultivos a nivel comercial porque 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. Además, no hay posibilidad alguna de ejecutar escardas, sea con cultivadora, sea con azadón. Generalmente la siembra se realiza en platabandas de 1,5 a 2 metros de ancho neto y se cubre con una o dos pasadas de rastra de clavos liviana. A continuación se riega por tendidos cortos. Esta modalidad es aceptable para huertos caseros, cuya desmalezadas se hacen a mano; además, la mayor densidad de plantas origina hojas y peciolos más tiernos y apetecibles (**Giacconi, 2004**).
- **En líneas**, Se preparan platabandas de 1,5 a 2 metros de ancho neto, sobre las cuales se trazan, con un surcador de 30 a 40 centímetros de distancia, en los cuales se distribuye la semilla a surco lleno a mano. Se cubre con una labor de rastrillo de jardín (**Giacconi, 2004**).

Al respecto **Serrano (2009)** indica que para 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 metros, sobre líneas espaciadas de 0,4 a 0,5 metros, ya sea en surco sencillo o doble.

Para optimizar la siembra directa, **De la Paz y Souza-Egipsy (2003)** señalan que se debe mojar la semilla antes de la siembra y enterrarlas como mínimo a 2 centímetros de profundidad, separadas entre sí por 20 centímetros.

### **a.2) Siembra en almacigo**

Según **De la Paz y Souza-Egipsy (2003)** los almácigos se deben realizar al aire libre, se debe utilizar de 10 a 12 gramos de semilla por metro cuadrado, para trasplantar a surcos trazados a 60 – 70 centímetros de distancia. Las plantas se disponen a uno o a ambos costados de los surcos, a 25 centímetros de distancia sobre estos. Se da un riego antes de la plantación y otro posterior a otra.

**Aitken (1987)**, indica que el trasplante se debe realizar a hileras simples, la distancia entre estas debe ser de 40 centímetros, la distancia entre plantas será de 30 centímetros; la profundidad de siembra debe ser de 1,5 centímetros.

El trasplante debe realizarse a los 30 o 40 días después de la siembra (**Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001**) cuando la planta tiene de 4 a 6 hojas (**Giaconi, 2004 y De la Paz y Souza-Egipsy, 2003**).

### **a.3) Época de siembra**

**Giaconi (2004)**, señala que la época más usual para sembrar el almacigo es de septiembre a febrero. La siembra directa puede hacerse en igual fecha o un mes después de la que correspondería al almacigo.

Sin embargo, **Barbado (2003)** y la **Enciclopedia Práctica de la Agricultura y Ganadería Océano (2001)**, mencionan que puede sembrarse durante todo el año, excepto en los meses invernales.

#### **a.4) Dosis de semilla**

Para la siembra directa se utiliza alrededor de 6 a 10 kilogramos por hectárea; en caso de almacigo-trasplante de 1 a 2 kilogramos por hectárea, según se plante a uno o dos lados del surco (**Giacconi, 2004**).

El litro de semilla pesa 250 gramos, con un contenido medio de 60 semillas/gramo (**Giacconi, 2004**). La cantidad de semilla por kilo es 71400 plantas ; y la población de plantas por hectárea es de 70000 plantas (**Aitken, 1987**).

#### **2.5.4 Aclareo o Raleo**

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

#### **2.5.5 Escarda y aporque**

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 y Souza-Egipsy, (2003)**.

#### **2.5.6 Riego**

La acelga es un cultivo que debido a su gran masa foliar necesita en todo momento mantener en el suelo un estado óptimo de humedad (**Serrano, 2009**).

Los riegos deben ser regulares manteniendo la humedad, sin saturar la tierra de agua, puesto que el encharcamiento termina destruyendo el cultivo (**Selector, 2007**). Estos pueden realizarse por aspersión o por surcos siendo este el más utilizado, en suelos con materia orgánica es suficiente un riego semanal (**Aitken, 1987**).

Respecto a la frecuencia de riego **Chambi (2005)** 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>.

No deben descuidarse los riegos después de la cosecha, para obtener sucesivas y normales recolecciones de hojas (**Giacconi, 2004**).

### **2.5.7 Plagas**

#### **a) Insectos**

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

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

- **Gusano blanco** (*Melolontha melolontha*), el ciclo evolutivo larvario completo es de tres años, siendo la primavera del segundo año cuando producen mayores daños.
- **Gusano alambre** (*Agriotis lineatum*), son coleópteros que producen galerías en las raíces de las plantas, provocando heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo, causando enfermedad.

- **Gusano gris** (*Agrotis segetum*), este lepidóptero produce daños en la vegetación, seccionando el cuello de las plántulas recién plantadas.
- **Mosca de la remolacha** (*Pegomia betae*) las larvas perforan la epidermis y penetran en el interior de los tejidos del limbo, haciendo galerías que pueden llegar a ocupar toda la superficie foliar.
- **Pulguilla** (*Chaetocnema tibialis*) los daños son pequeños orificios redondeados de unos dos centímetros de diámetro en las hojas.
- **Pulgón** (*Aphis fabae* Scop.), estos insectos se sitúan en el envés de la hoja, provocando daños que pueden afectar a su comercialización; para su control se recomienda aplicar insecticidas a base de malathion, dimetoato, pirimicarb, etc. **(Enciclopedia Practica de Agricultura y ganadería, 2001).**
- **Casida** (*Cassida vitata* Villers) que perfora las hojas para su control se recomienda insecticidas en base a carbaril, metiocarb, fosmet, malathion, etc. **(Enciclopedia Practica de Agricultura y ganadería, 2001).**
- **Rosquilla** (*Spodoptera schastii* Schm.) que afecta a las raíces y cuello de las plantas, se combate con insecticidas en base a clorpirifos y triclorfon **(Enciclopedia Practica de Agricultura y ganadería Oceano, 2001).**

Para evitar el ataque de estas plagas se debe mantener el cultivo limpio y sus vecindades libres de malas hierbas. Se deben hacer aspersiones con insecticidas sistémicos o no, cuidando de cosechar de acuerdo al tiempo establecido por el fabricante del producto **(Aitken, 1987).**

## **b) Hongos**

Los principales hongos que afectan este cultivo son los siguientes:



- **Cercospora** (*Cercospora beticola*), en las hojas aparecen manchas redondeadas de unos 3 mm de diámetro, al principio el centro de la mancha es grisáceo, después se forman unos puntitos negros. Toda la superficie de las hojas puede quedar cubierta por las manchas que se van secando (**Flórez, 2009**). Para su control se recomienda la desinfección de semillas, pulverizaciones preventivas con Captan, oxiclورو de cobre y carbendazima (**Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001**)
  
- **Mildiu de la remolacha** (*Peronospora schastii* Fuck.) Las hojas centrales presentan color más claro, deformándose, apareciendo más o menos rizadas, el envés queda cubierto por un moho gris o violáceo de aspecto aterciopelado (Flórez, 2009). Para evitar el ataque se recomienda pulverizaciones preventivas de captan, mancozeb y oxiclورو de cobre, en caso de presentarse la enfermedad se debe aplicar metaxina, fosetal y milfuran (**Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001**).
  
- **Sclerotinia** (*Sclerotinia libertiana*), el micelio se desarrolla en los tejidos, produciendo un moho blancuzco. En las raíces aparecen manchas grandes que al final se reblandecen, pudriéndose (**Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001**).

### c) **Nematodos**

**Los nematodos** (*Heterodera schastii* Schm.) solo pueden controlarse preventivamente, con rotaciones de cultivo y variedades resistentes (**Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001**).

#### **d) Virosis**

Las virosis más comunes que afectan la acelga son el mosaico de la remolacha, el amarilleo de la remolacha y el virus I del pepino. Todos ellos provocan un amarilleo y rizado de las hojas, junto a manchas de color verde pálido u oscuro **(Flórez, 2009)**.

Para evitar la presencia de estos virus se recomienda el uso de variedades resistentes y la lucha contra pulgones y cicadulas, los insectos vectores, con insecticidas sistémicos **(Enciclopedia Practica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001)**.

#### **e) Malezas**

- Malezas de hoja ancha, tanto en almácigos como en siembra directa emplear Cloridazon, incorporando a 2-3 cm sobre el suelo mullido y húmedo antes de la siembra. Emplear la dosis mínima en suelos livianos o pobres en materia orgánica, y la dosis máxima en suelos con alto contenido de materia orgánica. En post-emergencia emplear Betanal con malezas en estado dicotiledónico hasta 4 hojas verdaderas **(Giacconi, 2004)**.
- Malezas gramíneas anuales y perennes, puede emplearse uno de los siguientes herbicidas gramínicidas post-emergentes: Assure, Iloxan, Poast. Emplear las dosis recomendadas en cada etiqueta, ya que ellas varían según las malezas y la altura de estas. Además, verificar si algunos de los herbicidas nombrados, requiere o no, ser mezclado con un surfactante o aceite para asegurar la acción **(Giacconi, 2004)**

#### **2.5.8 Cosecha y Post- cosecha**

Cuando las hojas individualmente tienen aproximadamente 40 centímetros de largo, se puede cosechar **(Martínez et al, 2003)**. La recolección de la acelga puede hacerse de dos formas, bien recolectando la planta entera cuando tenga un tamaño comercial de

entre 0,75 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 y Souza-Egipsy, 2003**). La acelga proporciona varias recolecciones la primera se puede realizar de 60 a 90 días de la siembra y las siguientes con un intervalo de 15 a 20 días (**Giaconi, 2004**).

Una vez cosechadas se deben lavar, embolsar y colocar en canastillas. Para la preservación del producto, la temperatura óptima es de 1 a 4 °C, una humedad relativa del 90%, en estas condiciones la acelga puede permanecer en buen estado entre 8 a 10 días (**Martínez, 2009**).

### **2.5.9 Rendimiento del cultivo de acelga**

**Giaconi (2004)**, indica que un rendimiento normal es de aproximadamente 400 docenas de atados por corte y por hectárea, en invierno, dándose 3 a 4 cortes en la temporada; en verano el rendimiento es inferior, estimándose en 200 docenas por corte y por hectárea, con 1 o 2 cortes en la temporada.

**Hartman (1990)**, citado por **Avalos (2008)** menciona que para un ambiente atemperado halla un rendimiento de 4 a 5 Kg/m<sup>2</sup>, y a la intemperie de 3 a 4 Kg/m<sup>2</sup>.

### **2.6 Diversidad genética**

La variación dentro de la especie depende del color y forma de la hoja y el tamaño de la penca (**De la Paz y Souza-Egipsy, 2003**), entre las principales variedades se puede mencionar:

- **Fordook Giant**, una acelga popular y conocida; es una reliquia de la década de 1750. Introducido comercialmente en 1934 por W. Atlee Burpee & Co. Planta de hojas arrugadas de color verde oscuro, con peciolos blancos y gruesos; los

tallos tienen un ancho de 5 a 6 centímetro. Productor de abundantes hojas durante toda la temporada, incluso después de heladas ligeras. Las hojas tienen un sabor suavemente agradable. Algunos caracteres propios de la variedad son:

**Días a la madurez:** 60-62 días.

**Forma de la hoja:** Obcordada-alargada

**Hábito:** Erecto

**Altura de planta:** 50- 60 centímetros

**Densidad de población:** 170 a 350.000 pl / ha es óptimo para esta variedad.

- **Large White Ribbed**, produce una planta grande de hojas verde oscuro brillante, ligeramente arrugado cuando son jóvenes y en menor medida en la madurez; los tallos y las nervaduras centrales son lisas, gruesas, muy anchas y blancas. Es precoz, muy resistente al frío y tolerante al calor. Necesita una cantidad media de agua. Otras características de la variedad son:

**Días a madurez:** 58-62 días

**Suelos:** profundos a medios

**Altura de la planta:** 50-65 centímetros

**Numero de semillas por onza:** 1200

**Distancia entre plantas:** 15 a 25 centímetros

**Profundidad de siembra:** 1.5 centímetros por debajo de la superficie

**Cantidad de semillas por hectárea:** 10-12 kg.

**Rendimiento:** 22 Toneladas / Hectárea

- **Bresanne**, hojas grandes, ovaladas, lisas, de color verde claro. Peciolos blancos, muy gruesos y carnosos. Excelente variedad (**Giacconi, 2004**).
- **Lucullus**, planta erecta; hojas levemente crespas de color verde muy claro; peciolos verdosos, de poco diámetro (**Giacconi, 2004**).

- **Lyon blonde**, hojas color verde claro, lisas, tallos blancos, muy anchos y carnosos. Se recomienda en especial para cultivos de verano (**Giaconi, 2004**).
- **Rhubard Chard**, de peciolo carmesí es una vistosa curiosidad para el huerto familiar (**Casseres, 1981**).

## 2.7 Valor nutricional

**CUADRO 2. Composición nutritiva de 100 g de parte comestible de acelga**

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad</b>
Agua	89%
Proteínas	2,78%
Hidratos de Carbono	45%
Fibra	3,6%
Lípidos	0,4%
Cenizas	1,6%
Calcio	113 mg/100g
Fosforo	30 mg/100g
Hierro	3,0 mg/100g
Sodio	20 mg/100g
Potasio	200 mg/100g
Vitamina A	330 microgramos/100g
Vitamina C	20 mg/100g
Tiamina	0,12 mg/100g
Riboflavina	0,29 mg/100g
Valor Energético	27 cal.

**Fuente:** Adaptado de Gebhardt y Matthews (1988).

## 2.8 Hormonas vegetales

Las hormonas vegetales o fitohormonas son sustancias químicas de composición química sencilla que se encargan de regular todas las funciones vitales de las plantas, tales como el crecimiento, la floración, la germinación de las semillas, la maduración de los frutos, etc.

Estas hormonas son pequeñas, para poder atravesar las paredes celulares y penetrar en las células para llevar a cabo en ellas su acción. No están formadas por órganos ni estructuras especializadas y suelen producirse en órganos de la planta tales como los meristemas, las hojas, etc.

Desde los órganos de producción tienen que viajar hasta los órganos diana, donde actuarán, para lo cual tienen que ser transportadas, bien por el xilema o por el floema.

Se producen en muy pequeñas cantidades, las justas para poder desarrollar su acción.

Continuamente están desnaturalizándose y produciendo más, con lo cual se evita su acumulación. Suelen actuar de forma coordinada, es decir, que dos o más hormonas potencian su acción o se contrarrestan, dependiendo de las cantidades relativas de cada una de ellas (**Infoagro, 2010**).

Por su parte **Wikipedia 2010** señala que: Las *fitohormonas* o también llamadas hormonas vegetales son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos.

Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación.

Una fitohormona interviene en varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión génica, cambios en el citoesqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos **(Wikipedia, 2010)**.

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta.

Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden.

A veces un mismo factor produce efectos contrarios dependiendo del tejido en donde efectúa su respuesta. Esto podría deberse a la interacción con diferentes receptores, siendo éstos los que tendrían el papel más importante en la transducción de la señal.

Las plantas a nivel de sus tejidos también producen sustancias que disminuyen o inhiben el crecimiento, llamadas inhibidores vegetales. Sabemos que estas sustancias controlan la germinación de las semillas y la germinación de las plantas. Los hombres de ciencia han logrado producir sintéticamente hormonas o reguladores químicos, con los cuales han logrado aumentar o disminuir el crecimiento de las plantas las cuales realizan fotosíntesis siempre para alimentarse.

Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

***Sinergismo:*** la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.

***Antagonismo:*** la presencia de una sustancia evita la acción de otra.

***Balance cuantitativo:*** la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra.

Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

***Dentro de las que promueven una respuesta:*** existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno.

***Dentro de las que inhiben:*** el ácido abscísico, los inhibidores, morfictinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido.

**Infojardin 2010**, señala que al igual que otros seres vivos las plantas reaccionan frente a los estímulos que reciben de su medio externo mediante un conjunto de respuestas coordinadas que les permiten adaptarse continuamente a su medio en el caso de los vegetales este proceso se lleva a cabo mediante hormonas denominadas fitohormonas que podemos definir como sustancias de composición química variable que regulan y



coordinan el ciclo vital de la planta además intervienen en el movimiento y regulan su desarrollo y crecimiento así como su reproducción.

Estas hormonas tienen las siguientes características:

- Se originan en las células meristemáticas y se distribuyen a través de células o vasos hasta las células diana donde ejerce su acción.
- Son activas en muy pequeñas cantidades y se destruyen con rapidez tras ejercer su acción.
- Actúan sobre las células de manera coordinada de forma que las respuestas de la misma dependen de la concentración de las hormonas que llegan allí.

### **2.8.1 Tipos de hormonas vegetales**

#### **a) Auxinas**

Entre las fitohormonas más estudiadas tenemos al ácido inolacético como la forma más abundante, se originan en los ápices de la planta principalmente tallo y determinan el crecimiento de la planta por alargamiento de las células que previamente han acumulado gran cantidad de agua.

Además de esa función las auxinas:

- Inhiben el crecimiento de la yema apical que produce el alargamiento del tallo. En la agricultura se utiliza esta función para retrasar la actividad de la papa con el fin de alargar el tiempo de almacenamiento.
- Provoca la activación del meristemo secundario que origina el aumento de grasas del tallo.

- Estimula el crecimiento de las raíces de los esquejes lo que favorece el desarrollo de nuevas plantas.
- Favorece la maduración de los frutos y se emplea en árboles frutales para evitar la caída de esos frutos.
- Intervienen en los tropismos (**Infoagro, 2010**).

**Saavedra 2008**, señala: Las Auxinas son hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas, especialmente el tallo e inhiben el desarrollo lateral de las ramas. El representante de estas hormonas es el ácido indol acético, que normalmente se dice que proviene del triptófano, debido a que su estructura tiene gran parecido a éste.

Según (**Wikipedia, 2010**), el nombre auxina significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación. El ácido indol acético (IAA) es la forma predominante, sin embargo, evidencia reciente sugiere que existen otras auxinas indólicas naturales en plantas.

Aunque la auxina se encuentra en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo. Se le encuentra tanto como molécula libre o en formas conjugadas inactivas. Cuando se encuentran conjugadas, la auxina se encuentra metabólicamente unida a otros compuestos de bajo peso molecular. Este proceso parece ser reversible. La concentración de auxina libre en plantas varía de 1 a 100 mg/kg peso fresco. En contraste, la concentración de auxina conjugada ha sido demostrada en ocasiones que es sustancialmente más elevada.

Una característica sorprendente de la auxina es la fuerte polaridad exhibida en su transporte a través de la planta. La auxina es transportada por medio de un mecanismo dependiente de energía, alejándose en forma basipétala desde el punto apical de la planta hacia su base. Este flujo de auxina reprime el desarrollo de brotes axilares laterales a lo largo del tallo, manteniendo de esta forma la dominancia apical. El movimiento de la auxina fuera de la lámina foliar hacia la base del pecíolo parece también prevenir la abscisión.

La auxina ha sido implicada en la regulación de un número de procesos fisiológicos:

- Promueve el crecimiento y diferenciación celular, y por lo tanto en el crecimiento en longitud de la planta.
- Estimulan el crecimiento y maduración de frutas, floración, senectud, geotropismo.
- La auxina se dirige a la zona oscura de la planta, produciendo que las células de esa zona crezcan más que las correspondientes células que se encuentran en la zona clara de la planta. Esto produce una curvatura de la punta de la planta hacia la luz, movimiento que se conoce como fototropismo.
- Retardan la caída de hojas, flores y frutos jóvenes. Dominancia apical.

El efecto inicial preciso de la hormona que subsecuentemente regula este arreglo diverso de eventos fisiológicos no es aún conocido. Durante la elongación celular inducida por la auxina se piensa que actúa por medio de un efecto rápido sobre el mecanismo de la bomba de protones ATPasa en la membrana plasmática, y un efecto secundario mediado por la síntesis de enzimas (**Wikipedia, 2010**).

## **b) Citoquininas**

Tiene los efectos contrarios a los de las auxinas:

- Detiene la caída de las hojas.
- Favorece el desarrollo de los brotes.
- Retrasan el envejecimiento de los órganos de la planta (**Infoagro, 2010**).

Según (**Saavedra 2008**), estas hormonas promueven la división y la diferenciación celular. Sus estructuras moleculares poseen núcleo de adenina (anillos nitrogenados).

**Wikipedia, 2010.** Las citoquininas son hormonas vegetales naturales que estimulan la división celular en tejidos no meristemáticos. Inicialmente fueron llamadas quininas, sin embargo, debido al uso anterior del nombre para un grupo de compuestos de la fisiología animal, se adaptó el término citoquinina (cito kinesis o división celular).

Son producidas en las zonas de crecimiento, como los meristemos en la punta de las raíces. Las mayores concentraciones de citoquininas se encuentran en embriones y frutas jóvenes en desarrollo, ambos soportaron una rápida división celular. La presencia de altos niveles de citoquininas puede facilitar su habilidad de actuar como una fuente demandante de nutrientes. Las citoquininas también se forman en las raíces y son traslocadas a través del xilema hasta el brote. Sin embargo, cuando los compuestos se encuentran en las hojas son relativamente inmóviles.

Otros efectos generales de las citoquininas en plantas incluyen:

- Estimulación de la germinación de semillas.
- Estimulación de la formación de frutas sin semillas.
- Ruptura del letargo de semillas.
- Inducción de la formación de brotes.
- Mejora de la floración.
- Alteración en el crecimiento de frutos.
- Ruptura de la dominancia apical.

### **c) Giberelinas**

- Producen el alargamiento del tallo a nivel de los extremos.

- Estimulan la producción de flores y frutos y la germinación de las semillas **(Infoagro, 2010)**.

Las Giberelinas son hormonas que estimulan el crecimiento de la planta, actuando sinérgicamente con las auxinas. El ácido giberélico es la hormona más conocida de esta clase de compuestos **(Saavedra, 2008)**.

**Wikipedia, 2010.** El Ácido giberélico GA<sub>3</sub> fue la primera de esta clase de hormonas en ser descubierta. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntas de las raíces y en semillas en desarrollo. La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo. Su principal función es incrementar la tasa de división celular (mitosis).

Además de ser encontradas en el floema, las giberelinas también han sido aisladas de exudados del xilema, lo que sugiere un movimiento más generalmente bidireccional de la molécula en la planta.

#### **d) Ácido Abscísico (ABA)**

Sus acciones son contrarias a las giberelinas por eso se considera un inhibidor de la germinación de las semillas y del desarrollo de las yemas y también inhibe el crecimiento de la planta **(Infoagro, 2010)**.

Esta hormona tiene función antagónica a otras hormonas, como por ejemplo, es inhibidora del crecimiento de la plántula y de la germinación de las semillas. Estimula la senescencia de las hojas **(Saavedra, 2008)**.

**Wikipedia, 2010.** El ABA inhibe el crecimiento celular y la fotosíntesis. El ácido abscísico (ABA), conocido anteriormente como dormina o agscisina, es un inhibidor del crecimiento natural presente en plantas. Químicamente es un terpenoide que es estructuralmente muy similar a la porción terminal de los carotenoides.

El ácido abscísico es un potente inhibidor del crecimiento que ha sido propuesto para jugar un papel regulador en respuestas fisiológicas tan diversas como el letargo, abscisión de hojas y frutos y estrés hídrico, y por lo tanto tiene efectos contrarios a las de las hormonas de crecimiento (auxinas, giberelinas y citocininas). Típicamente la concentración en las plantas es entre 0.01 y 1 ppm, sin embargo, en plantas marchitas la concentración puede incrementarse hasta 40 veces. El ácido abscísico se encuentra en todas las partes de la planta, sin embargo, las concentraciones más elevadas parecen estar localizadas en semillas y frutos jóvenes y la base del ovario.

#### e) Etileno

Es la única fitohormona gaseosa a temperatura ambiente tiene las siguientes funciones:

- Inhibe el crecimiento de la planta.
- Favorece la separación del tallo y la caída de las hojas y los frutos (Proceso de ADCISIS).
- Acelera la maduración de los frutos. (Cámaras de maduración, ambientes ricos en etileno) **(Infoagro, 2010)**.

Es una hormona que estimula el crecimiento trasverso en las células de la planta; estimula la maduración de los frutos, el envejecimiento de las flores e inhibe el crecimiento de las semillas. El etileno o eteno es la única hormona gaseosa; algunos autores lo simbolizan como ET **(Saavedra, 2008)**.

**Wikipedia, 2010.** El etileno, es un hidrocarburo, es muy diferente a otras hormonas vegetales naturales. Aunque se ha sabido desde principios de siglo que el etileno provoca respuestas tales como geotropismo y abscisión, no fue sino hasta los años 60s, que se empezó a aceptar como una hormona vegetal. Se sabe que el efecto del etileno sobre las plantas y secciones de las plantas varía ampliamente. Ha sido

implicado en la maduración, abscisión, senectud, dormancia, floración y otras respuestas. El etileno parece ser producido esencialmente por todas las partes vivas de las plantas superiores, y la tasa varía con el órgano y tejidos específicos y su estado de crecimiento y desarrollo.

Se ha encontrado que las alteraciones en la tasa sintética de etileno están asociadas cercanamente al desarrollo de ciertas respuestas fisiológicas en plantas y sus secciones, por ejemplo, la maduración de frutas climatéricas y la senectud de flores.

Ya que el etileno está es producido continuamente por las células vegetales, debe de existir algún mecanismo que prevenga la acumulación de la hormona dentro del tejido.

A diferencia de otras hormonas, el etileno gaseoso se difunde fácilmente fuera de la planta. Esta emanación pasiva del etileno fuera de la planta parece ser la principal forma de eliminar la hormona. Técnicas como la ventilación y las condiciones hipobáricas ayudan a facilitar este fenómeno durante el periodo post cosecha al mantener un gradiente de difusión elevado entre el interior del producto y el medio que lo rodea. Un sistema de emanación pasivo de esta naturaleza implicaría que la concentración interna de etileno se controla principalmente por la tasa de síntesis en lugar de la tasa de remoción de la hormona.

#### f) **Ácido Giberélico**

El ácido giberélico o giberelina **A<sub>3</sub>**, **AG**, y **AG<sub>3</sub>** es una fitohormona que se puede hallar en plantas.

Su fórmula química es **C<sub>19</sub>H<sub>22</sub>O<sub>6</sub>**. Cuando purificada, es un polvo cristalino blanco a pálido amarillo, soluble en etanol y algo soluble en agua.

El AG, ácido giberélico es una simple giberelina, promoviendo crecimiento y elongación celular. Afecta la descomposición vegetal y ayuda a su crecimiento si está en bajas

proporciones, aunque eventualmente la planta desarrolle tolerancia al compuesto. El ácido giberélico es una muy potente hormona cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo. Sabiéndose de su poder regulatorio, las aplicaciones de muy bajas concentraciones pueden resultar en profundos efectos, mientras que muy altas pueden dar el efecto opuesto. Se lo usa generalmente en concentraciones de 0,01 a 10 mg/L.

El AG<sub>3</sub> es un producto que aumenta el desarrollo vegetativo y por ende hay un aumento sustancial de los frutos, una producción más uniforme, mejor manejo post cosecha, mejor manejo vegetativo y una buena cosecha en general.

Las giberelinas tienen un número de efectos sobre el desarrollo vegetal:

- Estimulan rápido crecimiento de tallos
- Inducen divisiones mitóticas en las hojas de algunas especies
- Incrementan la tasa de germinación de semillas (Wikipedia, 2010).

### **2.8.2 Efecto de la Aplicación de Ácido Giberélico**

**González *et al.*, 2007** señala, la variabilidad en la respuesta del ácido giberélico puede deberse en principio a dos tipos de factores: a) físico-químicos y b) fisiológicos.

#### **a) Factores Físico-Químicos que Afectan a la Penetración del GA<sub>3</sub>.**

En principio, los factores físicos con influencia en la penetración del GA<sub>3</sub> son muy variados y complejos.

- ***El pH de la solución.*** Las investigaciones realizadas indican que la penetración de GA<sub>3</sub> a través de la membrana cuticular, primera barrera de los órganos



vegetales, disminuye considerablemente en condiciones neutro-alcalinas. Es, por tanto, muy aconsejable acidificar la solución de la aplicación hasta PH's cercanos a 5-6.

- **La humedad y temperatura.** Algunos datos sugieren que los depósitos de GA<sub>3</sub> que permanecen después de la evaporación de la solución tras una aplicación, sirven como reservorios, y precisan un cierto grado de humedad relativa en el ambiente para poder penetrar al interior de los tejidos vegetales. Por el contrario, el exceso de humedad puede actuar de lavado y eliminar el compuesto. La temperatura elevada también dificulta la penetración.
- **La estructura de la superficie vegetal.** Este factor puede afectar de formas distintas.

Las superficies con alta densidad de tricomas (pelos microscópicos) y estructuras ceras compactas, por ejemplo, son reflectantes y más difíciles de mojar. La capacidad de "mojado" aumenta, sin embargo, con la presencia de ácidos grasos y alcoholes.

#### **b) Factores Fisiológicos que Afectan a la Eficacia del GA<sub>3</sub>.**

Aun suponiendo una penetración potencialmente idéntica del GA<sub>3</sub> en las distintas variedades, existen buenas razones y argumentos que sugieren que el efecto y la acción propia del GA<sub>3</sub> dependen a su vez de multitud de factores de naturaleza estrictamente fisiológica y bioquímica. El propio contenido hormonal de la variedad parece ser un factor determinante. El contenido hormonal varía principalmente con la presencia-ausencia de semillas, la posición de la flor en el brote y el tipo de inflorescencia, y con las condiciones climáticas y el estado nutricional de la planta. A continuación se discuten éstos y otros factores principales.

- **Diferencias Inter-Específicas y Varietales.** En muchas especies vegetales como el guisante, tomate o maíz, se ha demostrado que la deficiencia de

giberelinas endógenas (incapacidad para producir la cantidad de giberelinas adecuadas) produce enanismo y que éste se elimina de forma espectacular con aplicaciones de GA<sub>3</sub>, que restauran el fenotipo normal. Sin embargo, la aplicación de GA<sub>3</sub> a los fenotipos normales sólo produce un ligero aumento de la altura de la planta (probablemente porque ésta ya posee los niveles hormonales adecuados).

- **Tipo de inflorescencia.** Los niveles hormonales varían, además, en los distintos tipos de inflorescencia. Los ramilletes de flores son, además, más deficientes y responden mucho mejor.
- **Condiciones climáticas.** A pesar de que las diferencias anteriores se establecen entre especies e incluso variedades, existen otras fuentes de variación de los niveles hormonales. Así, se ha mostrado que la temperatura tiene una importancia capital en la síntesis de giberelinas, de forma que temperaturas de 17°C la inhiben casi completamente, mientras que a 27-32°C se alcanzan los máximos. La luz, (intensidad, calidad y fotoperiodo) también influyen considerablemente sobre su formación y niveles.
- **Estado nutricional.** Para la síntesis de giberelinas se requieren niveles adecuados de hierro, un elemento imprescindible en su síntesis. También se ha mostrado que las carencias de nitrógeno reducen los niveles de giberelinas. Además de estos elementos, la respuesta positiva al GA<sub>3</sub> requiere de un estado nutricional equilibrado tanto de macro como de micronutrientes.
- **Estado fenológico.** La eficacia del tratamiento depende directamente del momento de la aplicación. Así, mediante aplicaciones individuales se ha mostrado que la capacidad de respuesta mayor se observa en el estado de flor cerrada, incluso antes de la antesis.
- **Capacidad de producción.** En las variedades en que funciona el GA<sub>3</sub>, la hormona es más activa en términos relativos, en los huertos con menores

rendimientos. Así, cuando la producción natural se acerca a valores elevados, la efectividad del GA3 se reduce considerablemente, y, además, se reduce el tamaño medio del fruto. La interpretación más lógica en estos casos sugiere que el incremento de la demanda producida por el aumento de frutos que sobreviven se compensa con la reducción de su tamaño. Es interesante observar, por tanto, que la hormona sigue siendo efectiva en este caso y que el estancamiento o reducción de la cosecha no se debe a la falta de efectividad del compuesto, sino a la falta de nutrientes en cantidad tal que permita recursos adecuados para todos los frutos en desarrollo. En estos casos, puede ser incluso contraproducente el tratamiento, aunque la variedad posea la capacidad para responder a la hormona. Sin embargo, si el rendimiento inicial es menor, la aplicación de ácido giberélico puede incrementar el número de frutos y también el tamaño de los mismos hasta que se acerque a producciones máximas, momento en que ésta dependerá de otros factores ajenos al GA3 (**González et al., 2007**).

### **2.8.3 Método de aplicación de ácido giberélico**

**González et al., 2007**, indica que las aplicaciones con fines comerciales se efectúan por medio de pulverizaciones que en general “mojan” a todos los frutos, no sólo a los frutos con desarrollos óptimos, y también a otros órganos como brotes, hojas, ramas y troncos. Este tipo de tratamientos provoca una estimulación no selectiva de prácticamente todos los órganos en desarrollo, con lo que se incrementa la capacidad sumidero en todos ellos, el crecimiento, y por tanto, la competencia. Las interacciones que se producen en la planta son hoy por hoy desconocidas, aunque es bien cierto que este tipo de tratamientos es mucho menos efectivo que las aplicaciones individuales.

En este caso se estimulan selectivamente determinados órganos, que ven así incrementado su potencial de crecimiento frente a los no tratados, adquiriendo una ventaja en el desarrollo que resulta al final fundamental. Con las excepciones reseñadas abajo, casi todos los órganos, ya sean flores, ovarios o frutitos en desarrollo

de una cantidad elevada de variedades, pueden estimular su desarrollo con este tipo de aplicación. La aplicación individualizada revela, además, la capacidad intrínseca del fruto de una determinada variedad para responder al ácido giberélico sin otro tipo de interferencias.

Esta observación indica que pueden existir variedades con elevada capacidad individual de sus frutos para responder al GA<sub>3</sub>, pero no responder a pulverizaciones completas al árbol por factores fisiológicos.

#### **2.8.4 Aplicación de ácido giberélico sobre el cultivo de acelga**

**Taiz y Zeiger, 1998; Azcón- Bieto y Talón, 1993;** Citados por **González et al., (2007)** señalan: Las giberelinas (AG) fueron descubiertas en el Japón, en la década de los 30, en plantas de arroz enfermas a causa del hongo *Gibberella fujikuroi*. Son compuestos isoprenoides, específicamente diterpenos cíclicos, que se sintetizan a partir de unidades de acetato del acetyl CoA en la ruta del ácido mevalónico. Todas las giberelinas se derivan del esqueleto *ent*-giberelano; presentan 19 ó 20 átomos de Carbono agrupados en sistemas de 4 ó 5 anillos y un grupo carboxilo unido al C7, esencial para su actividad biológica.

En general, las giberelinas de 19 carbonos son más activas que las de 20. La mayor parte de las 136 giberelinas caracterizadas hasta la fecha son precursores o productos inactivos de las AG que poseen actividad biológica intrínseca.

**Srivastava, (2002); Sponsel y Hedden, 2004;** Citados por **González et al., (2007)** indican: Pese al gran número de AG que ocurren naturalmente las que presentan actividad biológica son muy pocas; entre ellas AG1, AG3, AG4, AG5, AG6 y AG7. De las numerosas giberelinas, 128 fueron identificadas en diferentes especies de plantas vasculares y también en siete bacterias y siete hongos.

**Hooley (1994)**, Citado por **González et al., (2007)** describe, las giberelinas como hormonas diterpenoides tetracíclicas esenciales para el normal desarrollo de las plantas. Los niveles de giberelinas en los vegetales están regulados por mecanismos homeostáticos que incluyen cambios en la expresión de una familia de enzimas de inactivación de giberelinas, conocidas como AG2- oxidasas (**Singh et al., 2002**). Las giberelinas cumplen un importante papel fisiológico en el desarrollo de las semillas, el desarrollo de la floración, el crecimiento del tubo polínico y la elongación de brotes y tallos. Los cambios en la concentración de la hormona y la susceptibilidad del tejido vegetal influyen en estos procesos. Sin embargo, los mecanismos moleculares por los cuales las giberelinas son traducidas a cambios morfológicos y bioquímicos dentro de las plantas son desconocidos.

De acuerdo con **González et al., (2007)**, las giberelinas son sintetizadas a partir del ácido mevalónico en tejidos jóvenes, aunque el sitio exacto aún no se conoce.

Todos los tejidos de crecimiento son potencialmente sitios de biosíntesis. Las giberelinas son una clase de hormona vegetal con efectos de diversa índole, uno de ellos es la represión sobre los genes del enanismo, al producir un crecimiento normal de plantas genéticamente enanas e incluso de especies cuyo desarrollo natural del tallo hace que no pasen del estadio de roseta, como la col.

La eliminación continua de las raíces provoca la disminución de las concentraciones de giberelinas en las partes aéreas de las plantas, de lo cual se puede deducir que las raíces aportan parte de las giberelinas que sustentan el sistema aéreo por medio del xilema, o que la falta de agua y nutrientes afecta su producción en los demás órganos.

En los tejidos vegetativos, las giberelinas nativas son estructuralmente menos diversas que en los tejidos reproductivos.

Entre los efectos de las giberelinas, se conoce ampliamente el crecimiento de los tallos, el cual involucra una secuencia de procesos y respuestas, como son la recepción de

señales, la activación de uno o más señales de transducción para la transcripción de la respuesta primaria por parte de los genes y una respuesta secundaria que se traduce como tal en la elongación celular. Este efecto se evidencia en el incremento de la longitud en las células y el número de las mismas, lo cual es directamente proporcional al número de aplicaciones de ácido giberélico AG3.

Después de la inducción, las giberelinas promueven diversos aspectos del desarrollo foliar, como la identidad de los órganos del meristemo floral, el crecimiento de anteras, y el desarrollo y pigmentación de la corola. En las plantas en roseta, las condiciones de día largo o la aplicación de giberelinas incrementa el tamaño de la región meristemática sub apical al aumentar la proporción de células que entran en división celular; esta nueva región meristemática produce la mayoría de células que contribuyen posteriormente a la elongación del tallo.

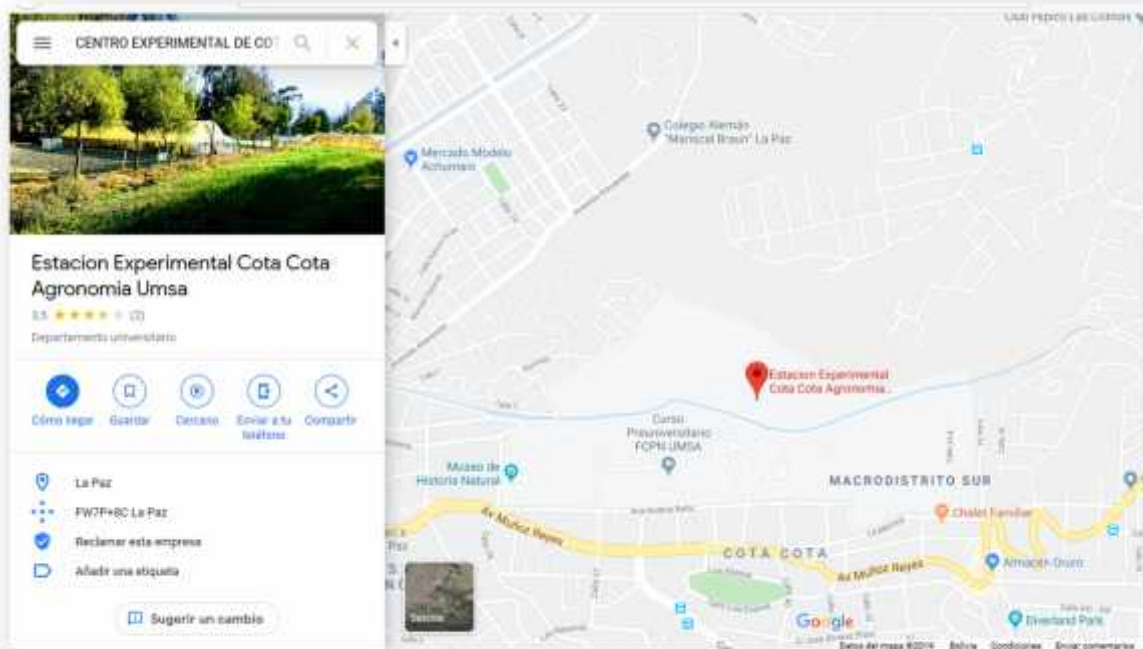
El movimiento de los nutrientes desde las fuentes hasta los órganos almacenadores (flores, frutos) se efectúa en contra de un gradiente de concentración.

### **III. SECCIÓN DIAGNÓSTICA**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

##### **3.1.1 Ubicación Geográfica**

El presente trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Centro experimental de Cota Cota dependientes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, la zona se encuentra localizada a 15 Km al sur-este del centro paceño, con ubicación geográfica de 16° 32'04" latitud Sur y 68° 03'44" longitud Oeste a una altura de 3445 m.s.n.m. **(SENAMHI, 2013)**.



**Figura 1. Mapa de localización**

### **3.1.2 Características climáticas**

El lugar donde se llevó a cabo el ensayo se clasifica como cabecera de valle, es un lugar de clima templado con una temperatura media de 11.50°C y una precipitación anual de 488.53 mm con una humedad relativa de 55% (**SENAMHI, 2013**).

### **3.1.3 Topografía y vegetación**

Presenta una topografía accidentada con pendientes regulares a fuertes, donde se realizan terracedos con fines agrícolas. Se presentan las siguientes especies vegetales: Eucalipto (*Eucaliptos globulus*), acacias (*Acacia sp.*), queñua (*Polylepis incana*), retama (*Spartium junceum*), ligustro (*Ligustrum sinensis*), chillka (*Baccharis sp.*), etc.

## **3.2 Materiales**

### **3.2.1 Material biológico**

Para el presente estudio se utilizaron Semillas de Acelga (*Beta vulgaris.*) de dos variedades de acelga: *Large White Ribbed* y *Fordook Giant*, Ácido giberélico AG<sub>3</sub> (MULTIGIBE<sup>R</sup>) (Presentación 20 ml.)

### **3.2.2 Material de Campo**

- Cámara fotográfica
- Manguera para riego
- Picota
- Chontilla
- Estacas
- Balanza analítica
- Cinta métrica
- Vernier
- Atomizador (Capacidad 500 ml.)
- Cordeles para demarcación.
- Bandas elásticas (Ligas)
- Cuchillo
- Balanza (Capacidad 5 Kg.)

### **3.2.3 Material de Escritorio**

- Libreta de campo
- Calculadora
- Computadora



### **3.3 Métodos**

#### **3.3.1 Procedimiento experimental**

Para la ejecución del presente trabajo se realizaron las siguientes actividades:

##### **a) Almacigo**

Para la elaboración de la almaciguera se utilizó un contenedor de madera de (56 cm de largo por 47 cm de ancho), dicho almacigo albergó a su vez un sustrato nuevo que consistía en una mezcla de dos partes de tierra del lugar, dos partes de tierra negra y una parte de estiércol (2:2:1); el mencionado sustrato fue previamente desinfectado con 5 litros de agua hervida para posteriormente realizar la siembra de las semillas en él, la distancia a la que fueron colocadas las mencionadas, fue la siguiente: 3 cm, entre surcos y 0.5 cm de profundidad.

##### **b) Preparación del terreno**

La preparación del terreno se inició con la limpieza y eliminación de los rastrojos presentes en él, posteriormente se realizó el abonado, que consistió en la incorporación de tierra negra y estiércol de ovino en una proporción de 2:1 respectivamente, continuando con la remoción del mencionado terreno con la finalidad de nutrir y aflojar al suelo, seguidamente se realizó la nivelación de este, concluyendo con la delimitación de las áreas experimentales.

##### **c) Trasplante**

El trasplante se realizó pasados 30 días de la siembra, esto cuando las plántulas alcanzaron un tamaño promedio de 5 a 10 cm. de altura y cuando las mismas poseían entre 2 a 3 hojas.

#### d) Siembra

La siembra se la realizo en forma directa, dejando tres semillas de acelga por golpe, previa apertura de surcos, con el fin de garantizar el 90 – 100 % de germinación y emergencia.

Para optimizar la siembra directa se remojaron las semillas antes de la siembra y luego se las enterrara a 2 centímetros de profundidad, separadas entre sí por 25 centímetros.

Las características de la siembra se presentan a continuación:

<b>Numero de semillas por golpe:</b>	3
<b>Distancia entre surcos:</b>	30cm
<b>Distancia entre plantas:</b>	25cm
<b>Profundidad del surco:</b>	5cm
<b>Número de Plantas por U.E.:</b>	25
<b>Número de plantas totales:</b>	600
<b>Numero de Semillas totales:</b>	1800

Al respecto **Serrano (2009)** indica que para 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 metros, sobre líneas espaciadas de 0,4 a 0,5 metros, ya sea en surco sencillo o doble.

Para optimizar la siembra directa, **De la Paz y Souza-Egipsy (2003)** señalan que se debe mojar la semilla antes de la siembra y enterrarlas como mínimo a 2 centímetros de profundidad, separadas entre sí por 20 centímetros.

#### e) Riego

Después de haber realizado el trasplante la siembra en el lugar definitivo, se procedió al riego profundo por medio, con una manguera, hasta la emergencia de las plántulas

hasta completar la fase de prendimiento de la acelga. Posteriormente el riego se realizó con una frecuencia de tres veces por semana, posterior a ello se continuó el riego por medio de mangueras de riego por goteo.

#### f) Raleo

Se realizó el raleo de forma manual, cuando la acelga presentaba de tres a cuatro hojas verdaderas.

#### g) Preparación del Ácido Giberélico

La preparación del ácido giberélico AG<sub>3</sub> (MULTIGIBER) se basó en las dosis recomendadas en el producto (20 – 40 ml/Ha.).

De acuerdo a las anteriores especificaciones las dosis utilizadas fueron las siguientes:

**Cuadro Nº 3 Dosis de AG<sub>3</sub> utilizadas en el experimento.**

Dosis de (AG <sub>3</sub> ) Recomendada ml/Ha	Dosis de (AG <sub>3</sub> ) Utilizada ml/Ha		Cantidad de Agua Utilizada	
	ml/UE	Solución Madre (ml)	ml/UE	Solución Madre (ml)
20	0.7	0.21	700	2100
	0.7		700	
	0.7		700	
40	0.14	0.42	700	2100
	0.14		700	
	0.14		700	
<b>TOTAL</b>		<b>0.63</b>		<b>4200</b>

Fuente: Elaboración propia 2011

#### **h) Aspersión con Ácido giberélico (AG3)**

Una vez preparadas las soluciones a emplearse se procedió con la aplicación del producto.

Se realizó el asperjado de AG3 (MULTIGIBER) en 3 ocasiones diferentes durante las primeras semanas del cultivo con la ayuda de un atomizador.

Se procedió con la primera aplicación de AG3 (MULTIGIBER) pasados 15 días después de la siembra de la acelga, posteriormente se repitió este procedimiento en intervalos de 15 días entre cada una de las aplicaciones hasta la finalización de las mismas.

#### **i) Labores Culturales**

Las labores culturales se llevaron a cabo con el fin de obtener una mejor calidad de hojas de acelga, mejorar el control de plagas y enfermedades, agilizar y facilitar la recolección de las hojas al momento de la cosecha, las labores culturales que se llevaron a cabo fueron:

#### **j) Control de malezas**

Durante el tiempo que duro el experimento se realizaron deshierbes semanales para evitar la competencia por nutrientes, luz y agua entre las malezas y el cultivo. Este trabajo se efectuó de forma manual.

#### **k) Control de plagas**

Durante el ensayo se presentaron plagas esporádicas como son pulgones verdes (*Aphis sp.*) sin embargo, como estas no influyeron de manera significativa en el cultivo

### **l) Escarda y aporque**

Las escardas se realizaron de forma manual al mes de la siembra, con una chonta, posterior a esto se hizo un aporque para evitar la compactación del suelo.

### **m) Cosecha**

Se realizaron cuatro cosechas en el experimento, la primera cuando las láminas de hoja más el pecíolo alcanzaron una altura mayor a 50 cm; este corte se efectuó a los 54 días. La segunda, tercera y cuarta cosecha realizaron con intervalos de 14 días.

La cosecha se efectuó 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, de esta manera se desprende la hoja del cuello de la planta.

### **n) Comercialización**

Para la venta del producto se procedió a lavar cuidadosamente cada hoja de acelga, posteriormente se envaso en bolsas de celofán, cada paquete con un peso aproximado de 1 kilogramo.

La comercialización se realizó en los mercados de las zonas de Villa San Antonio, Achumani y Cota-Cota, de la Ciudad de La Paz.

### **o) Recolección y sistematización de datos**

En el caso del cultivo se tomó una muestra de diez plantas al azar, por Unidad Experimental, las mediciones a estas se efectuaron semanalmente y después de cada cosecha se registraron datos inherentes al rendimiento con ayuda de una balanza digital y una regla de 100 cm.

Posteriormente se realizó el análisis de estos datos a través del Análisis de Varianza, con el programa Statistical Analysis System (SAS 8.02).

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental a ser aplicado en el presente estudio será el Diseño de Bloques al Azar bajo un arreglo de parcelas divididas con 3 bloques.

#### a) Modelo Lineal

$$X_{ij} = \mu + \alpha_j + \beta_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

$X_{ij}$  = Una Observación cualquiera

$\mu$  = Media General

$\alpha_j$  = Efecto de j - ésimo Variedad

$\beta_i$  = Efecto de i - ésima Dosis

$\epsilon_{ij}$  = Error Experimental

#### 3.4.1 Factores en estudio

Los factores en estudio serán:

<b>Dosis (A)</b>	T1= <b>a1</b> = 0 mL/Ha. T2= <b>a2</b> = 20 mL/Ha. T3= <b>a3</b> = 40 mL/Ha.
<b>Variedades</b>	<b>X = Large White Ribbed</b> <b>Y = Fordook Giant</b>

### 3.4.2 Tratamientos

Los factores antes mencionados serán distribuidos en 3 tratamientos distribuidos al azar como se muestra a continuación. (ver ANEXO 1).

**Cuadro N° 4 Distribución y repeticiones**

VARIEDAD	DOSIS	DESCRIPCION	REPETICIONES
<i>Large White Ribbed (X)</i>	A1	XA1	5
<i>Large White Ribbed (X)</i>	A2	XA2	5
<i>Large White Ribbed (X)</i>	A3	XA3	5
<i>Fordook Giant (Y)</i>	A1	YA1	5
<i>Fordook Giant (Y)</i>	A2	YA2	5
<i>Fordook Giant (Y)</i>	A3	YA3	5

Fuente: Elaboración Propia, 2015

### 3.4.3 Dimensiones del área experimental

El estudio se llevó a cabo en una carpa solar de 240 m<sup>2</sup> de superficie, ocupando el experimento un área de 88 m<sup>2</sup> de la misma, habiéndose distribuido los tratamientos en forma aleatoria en cada bloque.

### 3.5 Variables de respuesta

Las variables de respuesta que se analizaron fueron las siguientes:

#### 3.5.1 Porcentaje de Emergencia (%)

El porcentaje de emergencia se evaluó todos los días desde el momento de la siembra, esto con el motivo de evaluar la cantidad de semillas que emergen en las condiciones de suelo y clima a las que se somete el cultivo.

### **3.5.2 Altura de la plantines (cm)**

La longitud de los plantines fue medida todos los días desde el momento de la germinación.

### **3.5.3 Altura de la planta (cm)**

Se midió la longitud de las plantas muestreadas desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más larga con la ayuda de una cinta métrica (Flexometro) cada 7 días.

### **3.5.4 Número de hojas**

Se realizó el conteo manual de todas las hojas de las plantas muestreadas desde el momento de la emergencia de los plantines en intervalos de 7 días.

### **3.5.5 Ancho de hoja (cm)**

Se realizó la medición del ancho de las hojas de las plantas muestreadas desde la emergencia en intervalos de 7 días.

### **3.5.6 Diámetro del Tallo**

Con la ayuda del vernier se hizo la medición del diámetro promedio de los tallos de las plantas muestreadas desde la emergencia de la planta hasta el momento de la cosecha en intervalos de 7 días.

### **3.5.7 Longitud de peciolo**

Se realizó la medición de la longitud del peciolo desde la emergencia de la planta en intervalos de 7 días.



### **3.5.8 Rendimiento**

El cálculo del rendimiento se realizó pesando las hojas de cada unidad experimental.

### **3.5.9 Costos de producción**

La presente investigación tomó en cuenta la rentabilidad del cultivo utilizando la metodología de evaluación económica utilizada en campos de agricultura (CIMMYT); Ingreso Bruto (IB); Ingreso Neto (IN); Relación Beneficio/Costo (B/C), (**Perrin ,1981**).

#### **1. Ingreso Bruto**

$$\text{IB} = \text{R} \times \text{P}$$

Dónde:

IB = Ingreso Bruto

R = Rendimiento

P = Precio en el Mercado.

#### **2. Ingreso Neto**

$$\text{IN} = \text{IB} - \text{CP}$$

Dónde:

IN = Ingreso Neto

IB = Ingreso Bruto

CP = Costos de Producción

#### **3. Relación Beneficio / Costo**

$$\text{B} / \text{C} = \text{IB} / \text{CP}$$

Dónde:

B / C = Relación Beneficio Costo

IB = Ingreso Bruto

CP = Costos de Producción

La relación Beneficio Costo se determina de la siguiente forma:

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

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

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

#### IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

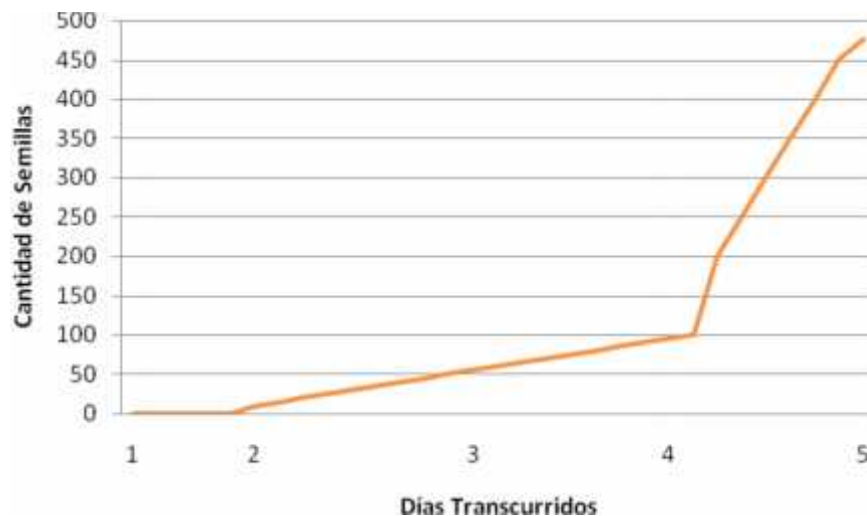
##### 4.1 Logros de metas

Los resultados obtenidos durante la investigación fueron sometidos a pruebas de varianza, aplicando el Diseño de Bloques al Azar bajo un arreglo de parcelas divididas y como prueba de significancia Duncan (5%), obteniendo los siguiente:

##### 4.1.1 Porcentaje de germinación

La figura 2, representa los resultados obtenidos en cuanto a la cantidad de semillas germinadas en almácigo, mostrándonos de manera clara que el mayor número de semillas emergidas fueron registradas pasados 5 días después de la siembra, representando de esta manera el 90% de la totalidad de la emergencia en el almácigo, valor considerado alto comparado con lo que obtuvo **Barrientos (2002)**, quien reporta tan solo un 85% de germinación pasados 15 después de la siembra, dicha diferencia en

el porcentaje de germinación y en la cantidad de días de la germinación posiblemente se deban a la variedad y a la calidad de la semilla utilizada.



**Figura 2. Porcentaje de semillas germinadas en almácigo**

**Avilés (1992)**, indica que para el almácigo generalmente es recomendable usar el mismo sustrato del cultivo.

El mismo autor indica, que el medio ambiente es un factor importante para el comportamiento fisiológico del cultivo, acompañado por la intensidad de la luz, fertilidad, humedad y la estructura del suelo, que son factores que determinan la uniformidad de la emergencia, al respecto (Maroto, 1995) señala, que el medio debe ofrecer buena condición de producción, una buena fertilidad, humedad y buena estructura del suelo para obtener plántulas de tamaño aceptable.

Según **Maroto (1995)**, la fisiología del crecimiento presenta una fase juvenil, durante esta fase se inicia con la nacerencia o germinación, la planta sólo forma hojas y raíces. Su duración varía de 5 - 8 semanas para las variedades tempranas, en cuyo periodo desarrollan unas 5 a 7 hojas, y de hasta 10 - 15 semanas para las variedades más tardías, para formar una masa vegetativa de 20 a 30 hojas.

#### **4.1.2 Altura de plantines en almácigo**

La figura 3, representa el crecimiento de los plantines en almacigo y la cantidad de días en los que estos obtuvieron una determinada altura.



**Figura 3. Altura de plantines en almacigo**

La figura anterior muestra que, a los 30 días de haberse realizado la siembra, los plantines alcanzaron una altura promedio de 10 cm. Las plántulas obtenidas, posteriormente fueron retiradas de la almaciguera con ayuda de una espátula, dejando a estas con la raíz desnuda listas para el trasplante.

Castañós (1993) señala que, el periodo de crecimiento en almacigo varía según la variedad, oscilando entre los 30 – 50 días.

**Infoagro (2010)**, el trasplante se realiza cuando el plantín tiene 15 centímetros de altura. Esto sucede uno o dos meses desde la siembra, dependiendo de la variedad.

El tamaño de las plántulas al trasplante es importante, ya que si son demasiados grandes, presentaron menor números de hojas, y esta son más pequeña de lo normal, **(Wikipedia, 2010)**.

**Maroto (1995)** menciona que, el trasplante se realiza a raíz desnuda cuando las plantas posean de 5 a 6 hojas y una altura de 15 a 20 cm. lo que ocurre aproximadamente cuando han transcurrido 35 -50 días tras la siembra.

La precocidad en el crecimiento de los plantines pudo deberse principalmente a la calidad de la semilla empleada, la homogeneidad en cuanto al suelo utilizado, al riego empleado y a la intensidad lumínica.

#### 4.1.3 Altura de planta

Los resultados obtenidos en el cuadro 4, muestran que el coeficiente de variación alcanzo un valor de 3,84, es decir que es adecuado puesto que las condiciones experimentales eran homogéneas.

**Cuadro N° 5 Análisis de varianza para la variable altura de planta.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Prob > F	Significancia
<b>Bloques</b>	2	0,86021	0,43010	0,38	6,94	0,6989	NS
<b>Dosis</b>	2	13,57907	6,78953	6,96	6,94	0,0370	*
<b>Error A</b>	4	5,76612	1,44153	1,28			
<b>Densidades</b>	1	4,73293	4,73299	4,19	5,99	0,0867	NS
<b>Dosis*Densidades</b>	2	1,40414	0,70207	0,62	5,14	0,5686	NS
<b>Error B</b>	6	6,78186	1,13031				
<b>Total</b>	17	33,12436					

Fuente: Elaboración Propia, 2011

\* Significativo

NS No significativo

**C.V. = 3.84%**

Según el análisis de varianza del mismo cuadro, se observa que no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (Prob > F = 0.6989) sobre la altura de las plantas, que puedan ser atribuibles a los diferentes bloques.

Asimismo, el cuadro indica que el efecto de las dosis (Factor A) es significativo para la variable altura de planta con (Prob > F = 0.0370). Demostrando que las diferentes dosis

ejercieron influencia sobre el crecimiento de la planta en lo que concierne a la altura de la misma.

Por otra parte, los resultados obtenidos señalan que no existen diferencias significativas ( $\text{Prob} > F = 0.0867$ ) para la fuente de variación de distancias de plantación (Factor B). Indicándonos que ambas densidades de siembra no tuvieron influencia alguna sobre la altura de planta.

De la misma manera el cuadro muestra que no existen diferencias significativas en la interacción de los factores en estudio (Factor A x Factor B), estos resultados indican que las diferentes dosis de ácido giberélico por las distancias de plantación no fueron distintas, reportándose alturas similares en todos los tratamientos, por lo que se infiere que estos factores son independientes para la variable altura de planta.

Al respecto Barrientos (2002), indica en su trabajo de investigación de fertilidad y densidad en el cultivo de la acelga que no encontró diferencias entre densidades de (30cm), (40cm), (50cm), demostrándose que no existen muchas diferencias en cuanto a altura cuando se planta a estas distancias.

**Cuadro 6 prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre la altura de la planta.**

Dosis AG3 (mL/Ha)	Media (cm)	Duncan (5%)
40	28,61	a
20	27,87	ab
0	26,51	b

**Fuente:** Elaboración Propia, 2011

La prueba Duncan al 5%, indica que existen diferencias significativas entre dosis empleadas en el experimento, y los promedios observados confirman esta diferencia, donde la altura de planta de los tratamientos 1 y 4 (40 mL/Ha de AG3) son superiores a los demás tratamientos.

El mismo cuadro indica, que los tratamientos 2 y 5 en los que no se empleó ninguna dosis del ácido, son los que reportaron plantas más de menor tamaño. Finalmente en los tratamientos 3 y 6 (20 mL/Ha de AG<sub>3</sub>) se obtuvieron plantas con alturas intermedias. González *et al.*, (2007) señala: que la aplicación de GA<sub>3</sub> a los fenotipos normales sólo produce un ligero aumento de la altura de las plantas.

#### 4.1.4 Número de hojas

El análisis de varianza (ANVA) que se presenta para la variable número de hojas (cuadro 6) expresa un coeficiente de variación de 2,11%, es decir que es adecuado puesto que las condiciones experimentales eran homogéneas.

**Cuadro Nº 7 Análisis de varianza para la variable número de hojas.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Prob > F	Significancia
<b>Bloques</b>	2	0,05453	0,02726	1,30	6,94	0,3404	NS
<b>Dosis</b>	2	0,20463	0,10231	6,97	6,94	0,0055	**
<b>Error A</b>	4	0,01723	0,00430	0,20			*
<b>Densidades</b>	1	0,04805	0,04805	6,29	5,99	0,0181	NS
<b>Dosis*Densidades</b>	2	0,02703	0,01351	0,64	5,14	0,5585	
<b>Error B</b>	6	0,12616	0,02102				
<b>Total</b>	17	0,47765					

\*\* Altamente Significativo

\* Significativo

**NS** No significativo

**C.V. = 2.11%**

El cuadro anterior indica también que no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (Prob > F = 0.3404) sobre el número de hojas, que puedan ser atribuibles a los diferentes bloques.

Del mismo modo, el cuadro 6, recalca que el efecto de las dosis es altamente significativo para la variable número de hojas con (Prob > F = 0.0055). Infiriéndose de este modo que las dosis utilizadas en el experimento, tuvieron influencia en la cantidad de hojas que poseía cada planta.

Asimismo, los resultados obtenidos señalan que existen diferencias significativas (Prob > F = 0.0181) para la fuente de variación de distancias de plantación. Demostrando que ambas distancias ejercieron influencia la cantidad de hojas de cada planta en estudio.

Por otra parte el cuadro muestra que no existen diferencias significativas en la interacción de los factores en estudio (Dosis x Densidades), estos resultados indican que las diferentes dosis de ácido giberélico por las distancias de plantación no tuvieron efecto sobre el número de hojas de las plantas, por lo que se puede aseverar que estos factores son independientes para esta variable.

**Fernández, 1995.** Citado por **González et al., 2007** señala: Las aplicaciones de giberelinas en las plantas de *beta* reducen el número de hojas formándolas tan sólo en condiciones débilmente inductivas (22°C).

**Cuadro N° 8 Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre el número de hojas.**

Dosis AG3 (mL/Ha)	Media (cm)	Duncan (5%)
0	8	a
20	7	ab
40	6	b

**Fuente:** Elaboración Propia, 2011

La prueba Duncan al 5%, muestra que el número de hojas de los tratamientos en los que no se utilizó ninguna dosis del ácido son superiores a los demás tratamientos; Siendo los tratamientos con mayor dosis de AG<sub>3</sub>, los que se obtuvieron plantas con menor número de hojas.



**Fernández, 1995.** Citado por **González et al., 2007** señala: Las aplicaciones de giberelinas en las plantas reducen el número de hojas.

Por lo que podemos concluir que el ácido giberélico ejerce influencia en la cantidad de hojas producidas por cada planta. Cuanto mayor sea la dosis de ácido giberélico empleada en la planta menor número de hojas se desarrollaran en la misma, mientras tanto, en plantas en las que no se aplique el mencionado ácido, el número de hojas será superior.

**Cuadro N° 9 Prueba de Duncan (5%) del efecto de las densidades sobre el número de hojas.**

Densidades (cm)	Media	Duncan (5%)
60 x 40	7	A
60 x 30	6	B

**Fuente:** Elaboración Propia, 2011

La prueba de Duncan al 5% de probabilidad de las densidades (Cuadro 9), indica que se tuvieron diferencias significativas sobre el número de hojas.

El cuadro anterior indica, que mientras mayor sea la distancia de trasplante (entre plantas), la cantidad de hojas desarrolladas será mayor, lo contrario ocurre cuando la distancia entre plantas es menor, reduciendo así el número de hojas por planta.

**UMTERLADSTATER (2000)**, manifiesta que en la horticultura intensiva es necesario determinar la presión poblacional adecuada a cada variedad y área geográfica, determinados para poder hacer un manejo adecuado del cultivo y tener rendimientos con buena calidad del producto.

**Hortiagro (2010)**, menciona que en la horticultura no solo es importante el rendimiento sino la calidad de la producción, por lo que recomienda efectuar un análisis integral de las densidades de plantación porque este factor juega un rol importante en la calidad de la producción hortícola.

La figura 5, muestra el comportamiento de las dos densidades de plantación respecto al promedio del número de hojas reportados durante el experimento, notándose así, que a mayor distancia de plantación, mayor cantidad de hojas producidas por la planta, y que a menor distancia existe menor cantidad de hojas contabilizadas.

#### 4.1.5 Diámetro de tallo

Según el cuadro 10, el coeficiente de variación alcanzó un valor de 12,75% e indica que el diseño siguió un manejo apropiado, por lo tanto, se puede asegurar que los datos son confiables.

De acuerdo a la regla de decisión el valor calculado de F (Fc) 3.46 es mucho menor que el valor tabular de F (Ft) 6.94 al 0.05, por lo que puede afirmarse que no existen diferencias significativas entre los bloques del experimento.

**Cuadro N° 10 efecto de las densidades sobre el diámetro de tallo.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Prob > F	Significancia
<b>Bloques</b>	2	0,28363	0,14181	3,46	6,94	0,1002	NS
<b>Dosis</b>	2	0,04853	0,02426	6,99	6,94	0,5827	*
<b>Error A</b>	4	0,02213	0,00553	0,13			*
<b>Densidades</b>	1	0,00027	0,00027	0,01	5,99	0,9377	NS
<b>Dosis*Densidades</b>	2	0,00964	0,00482	0,12	5,14	0,8911	NS
<b>Error B</b>	6	0,24603	0,04100				
<b>Total</b>	17	0,61025					

Fuente: Elaboración Propia, 2011

\* Significativo

NS No significativo

**C.V. = 12.75%**

El cuadro indica también que se obtuvieron diferencias estadísticas significativas (Prob > F = 0.5827) de las dosis sobre el diámetro de tallo, resaltando que las diferentes dosis utilizadas en el trabajo de investigación, tuvieron efecto sobre el engrosamiento del

tallos. Sin embargo, el mismo cuadro señala también que no existieron diferencias significativas ( $Prob > F = 0.9377$ ) de las densidades sobre el diámetro de tallo, demostrando que ambas densidades no ejercieron influencia alguna sobre el crecimiento del tallo.

Del mismo modo el cuadro remarca que no existen diferencias significativas en la interacción de los factores en estudio (Factor A x Factor B), estos resultados indican que las diferentes dosis de ácido giberélico por las distancias de plantación no fueron distintas, por lo que estos factores son independientes para la variable diámetro de tallo.

Al respecto **González et al., (2007)** señala, entre los efectos de las giberelinas, se conoce ampliamente el crecimiento de los tallos, el cual involucra una secuencia de procesos y respuestas, como son la recepción de señales, la activación de uno o más señales de transducción para la transcripción de la respuesta primaria por parte de los genes y una respuesta secundaria que se traduce como tal en la elongación celular.

Este efecto se evidencia en el incremento de la longitud en las células y el número de las mismas, lo cual es directamente proporcional al número de aplicaciones de AG<sub>3</sub>.

**Cuadro N° 11 Prueba de Duncan (5%), efecto de las dosis sobre el diámetro de tallo.**

Dosis AG <sub>3</sub> (mL/Ha)	Media (cm)	Duncan (5%)
40	1,65	a
20	1,59	ab
0	1,22	b

**Fuente:** Elaboración Propia, 2011

El cuadro 11, denota la existencia de diferencias entre las dosis utilizadas y los promedios obtenidos confirman esto.

El cuadro revela también que el diámetro de tallo para las dosis de 40 y 20 mL. respectivamente, presentan un comportamiento bastante similar, presentando promedios superiores a los diámetros obtenidos en los tratamientos en los que no se utilizó la fitohormona.

**Jaramillo, 1982.** Citado por **González et al., 2007** indica: Han sido publicadas diversas experiencias de aplicación de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) con el fin de obtener una producción precoz, alargar la longitud y el grosor de los tallos.

Por lo tanto, se deduce que el diámetro de los tallos se reduce cuando la dosis de ácido giberélico empleada en la planta es menor, lo contrario ocurre cuando la dosis empleada es mayor, demostrándose que el diámetro de los tallos es superior en estos casos.

#### 4.1.6 Rendimiento

El coeficiente de variación del análisis de varianza del cuadro 9, fue de 21,82% lo que indica que se encuentra en un rango aceptable para trabajos de investigación, remarcando que existió un buen manejo experimental, lo que a su vez confirma que los datos obtenidos son confiables.

#### Cuadro Nº 12 efecto de las densidades sobre el rendimiento

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	Prob > F	Significancia
<b>Bloques</b>	2	39490,45401	19745,22700	7,82	6,94	0,0240	*
<b>Dosis</b>	2	38709,72054	19354,86027	7,79	6,94	0,0024	**
<b>Error A</b>	4	20073,09815	5018,27453	0,46			
<b>Densidades</b>	1	8650,50889	8650,50888	0,80	5,99	0,4060	NS
<b>Dosis*Densidades</b>	2	11576,11881	5788,05940	0,53	5,14	0,6116	NS
<b>Error B</b>	6	65003,27990	10833,87998				
<b>Total</b>	17	183503,18031					

Fuente: Elaboración Propia, 2011

**\*\*** Altamente Significativo

**\*** Significativo

**NS** No significativo

**C.V. = 21.82%**

Asimismo, el cuadro indica que el efecto de las dosis (Factor A) es altamente significativo para el rendimiento con ( $\text{Prob} > F = 0.0024$ ). Lo que indica que las diferentes dosis ejercieron influencia sobre esta variable. A la vez el cuadro señala que en los resultados obtenidos no existe diferencias significativas ( $\text{Prob} > F = 0.4060$ ) para la fuente de variación de distancias de plantación (Factor B), indicando que ambas densidades no ejercieron influencia sobre el rendimiento de las plantas.

Del mismo modo se puede observar que las fuentes de variación de la interacción de los factores en estudio (Factor A x Factor B), dosis de ácido giberélico por las distancias de plantación no fueron distintas y por lo tanto no tienen efecto en el rendimiento del cultivo de acelga, por lo que estos factores son independientes para la variable rendimiento.

**Vigliola (1991)**, menciona que las presiones poblacionales fundamentalmente afectan a componentes de rendimiento, tales como tamaño del órgano comestible, producción de semilla y sobre todo en la calidad del fruto.

**Cuadro N° 13 Prueba de duncan (5%), efecto de las dosis sobre el rendimiento.**

<b>Dosis AG3 (mL/Ha)</b>	<b>Media (cm)</b>	<b>Duncan (5%)</b>
40	0,54	a
20	0,47	a
0	0,43	b

**Fuente:** Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en el cuadro 10, se puede observar que las dosis que obtuvieron un mejor comportamiento para la variable rendimiento son las de

(40 mL.) con 0.54 Kg. seguida de la dosis de (20 mL.) con 0.47 Kg., y finalmente los tratamientos que no tuvieron aplicación de ácido giberélico (0 mL.) con 0.43 Kg. obteniendo de esta manera el promedio más bajo en cuanto a rendimiento.

#### **4.1.7 Costos de Producción**

El cuadro 11, refleja el análisis económico, en el que se presentan: El Ingreso Bruto, Costos de Producción, Ingreso Neto y Beneficio/Costo por tratamiento.

Se observa también en el (cuadro 18) que el tratamiento 1 y el tratamiento 4, (40 mL.) de ácido giberélico y densidad de (60 x 40 y 60 x 30 cm.) entre plantas y entre surcos, obtuvieron rendimientos de 595 y 479,58 g. respectivamente, demostrando así que estos fueron los tratamientos con mayor rendimiento, a diferencia de los tratamiento 5 y 2 (0 mL.) de ácido giberélico y densidad de (60 x 30 y 60 x 40 cm.) entre plantas y entre surcos que obtuvieron rendimientos de 430,56 y 418,40 g. resultando estos, los tratamientos con menor rendimiento reportado.

En el mismo cuadro se puede apreciar también que los tratamientos 3 y 6 (20 mL.) de ácido giberélico y densidad de (60 x 40 y 60 x 30 cm.) entre plantas y entre surcos, muestran rendimientos medios con 471,35 y 467,39 g. comparados con los demás tratamientos.

El ingreso bruto se ajustó a (-) 20% de pellas que no entraron a la venta por ser pequeñas o por pérdidas reportadas en la cosecha.

Este ingreso bruto indica que los tratamientos T1 y T4 quienes fueron sometidos a aspersion con ácido giberélico (40 mL.) son los tratamientos que tuvieron el mayor ingreso bruto con Bs. 3570 y con Bs. 2877,48. Seguidos por los tratamientos T3 y T6 (20 mL.) con Bs. 2820,10 y Bs. 2804,34.

El ingreso bruto más bajo obtenido fue para el tratamiento T2 (0 mL.) con Bs. 2510,40 y para el tratamiento T5 (0 mL.) con Bs. 2583,36.

Se puede observar además en el (cuadro 11), los costos de producción por cada tratamiento, que en el caso de los tratamientos T1, T4, T3 y T6, alcanzaron un valor de Bs. 1497,50 cada uno, esto debido a que en estos tratamientos se utilizaron dos dosis diferentes de ácido giberélico lo que incrementó el costo, en cuanto a las densidades, estas no fueron muy influyentes debido a que la cantidad de semilla utilizada no variaba en gran magnitud.

Los tratamientos T5 y T2 fueron los que obtuvieron un menor costo de producción (Bs.1492,50), esta reducción en costo es debida a que en estos tratamientos no se utilizó ninguna dosis de ácido giberélico (0 mL.).

El ingreso neto que se observa en el cuadro, correspondiente al cultivo de acelga presenta lo siguiente: Los tratamientos que reportan mayores ingresos son los tratamientos T1 y T4 con Bs. 2072,50 y con Bs. 1379,98 respectivamente. A continuación se tienen los tratamientos que reportan los más bajos ingresos obtenidos, estos son los tratamientos T3 y T6 con Bs. 1322,60 y Bs. 1306,84 respectivamente.

Por otro lado se tienen los tratamientos en los que se obtuvieron ingresos intermedios, vale decir que no alcanzaron a los mayores ingresos ni fueron tan bajos como los obtenidos en otros tratamientos, nos referimos a los tratamientos T5 con Bs.1090,86 y T2 con Bs. 1017,90.

Asimismo el cuadro 18, muestra el Beneficio/costo obtenido en cada tratamiento, notándose que el tratamiento más rentable económicamente es el tratamiento T1 con un valor de 2,38; lo que significa que se obtuvo una ganancia de 1,38 bs por cada boliviano invertido, obteniéndose así ingresos económicos mayores a los gastos de producción.

Los tratamientos T3 y T6 indican valores intermedios con 1,88 y 1,87 respectivamente.

Finalmente nos encontrarnos con los tratamientos T5 y T2 con 1,73 y 1,68 respectivamente; Podemos notar que todos los valores obtenidos son mayores a 1, por lo tanto, no existen pérdidas y el agricultor obtiene beneficios en todos los tratamientos.

**CUADRO Nº 14**  
**COSTOS DE PRODUCCIÓN POR TRATAMIENTOS.**

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
<b>INGRESOS</b>						
Rendimiento	595.00	418.40	471.35	479.58	430.56	467.39
Valor por amarro	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
<b>Ingreso Bruto (Bs.)</b>	<b>3,570.00</b>	<b>2,510.40</b>	<b>2,828.10</b>	<b>2,877.48</b>	<b>2,583.36</b>	<b>2,804.34</b>
<b>EGRESOS</b>						
<b>a) Insumos</b>						
Fordook Giant	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Large White Ribbed	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Acido Giberélico (AG3) (MULTIGIBER)	5.00	0.00	5.00	5.00	0.00	5.00
<b>b) Costos de Producción</b>						
<b>Preparación del almacigo</b>						
Compra de almaciguera	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50	12.50
Preparación del sustrato	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Siembra	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Riego y Mantenimiento	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Preparación del Terreno</b>						
Preparación del suelo	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Nivelado	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>Trasplante</b>						
Apertura de surcos	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Plantación	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Riego	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>Labores Culturales</b>						
Riego	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
Deshierbe	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Aporque	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00	50.00
<b>Cosecha</b>						
Recolección	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
<b>Total Costos Variables (a+b)</b>	<b>1,097.50</b>	<b>1,092.50</b>	<b>1,097.50</b>	<b>1,097.50</b>	<b>1,092.50</b>	<b>1,097.50</b>
<b>c) Costos fijos</b>						
Picota	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Pala	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Chontilla	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
Manguera	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
Mochila	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>	<b>400.00</b>
<b>Total Costos de Produccion (a+b+c)</b>	<b>1,497.50</b>	<b>1,492.50</b>	<b>1,497.50</b>	<b>1,497.50</b>	<b>1,492.50</b>	<b>1,497.50</b>
<b>INGRESO NETO (Bs.)</b>	<b>2,072.50</b>	<b>1,017.90</b>	<b>1,330.60</b>	<b>1,379.98</b>	<b>1,090.86</b>	<b>1,306.84</b>
<b>Relación B/C</b>	<b>2.38</b>	<b>1.68</b>	<b>1.89</b>	<b>1.92</b>	<b>1.73</b>	<b>1.87</b>

Fuente: Elaboración Propia, 2011



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos y una vez analizadas las evaluaciones de campo del presente trabajo se puede concluir que:

- a) Las distancias de siembra y las dosis de ácido giberélico utilizadas son dos factores importantes, ambos intervienen sobre el mejoramiento del rendimiento, tamaño y la calidad de la hoja y el tallo del cultivo de acelga, donde la mayor dosis y la mayor densidad fueron las que obtuvieron un mayor rendimiento.
- b) El análisis realizado para la variable altura de planta, demostró que ésta tuvo un comportamiento similar en ambas distancias de plantación, obteniendo en ambos casos promedios de altura semejantes, del mismo modo la interacción de ambos factores (Dosis x Densidades) no fue significativo, demostrando que ambos factores se comportaron de manera independiente para la mencionada variable. Por otro lado respecto a la dosis (Factor A), los mayores promedios de altura obtenidos fueron aquellos en los que se utilizó una mayor dosis de ácido giberélico, alcanzando promedios de hasta 28,61 cm de altura (40 ml.).
- c) En lo que se refiere al número de hojas, se pudo observar que la cantidad de éstas era superior cuanto mayor era la distancia existente entre plantas, debiéndose esto a la poca competencia que existía entre ellas, lo contrario ocurría cuando la distancia entre plantas era menor. En cuanto al comportamiento de las dosis, se encontraron diferencias entre estas, remarcando que a mayor dosis utilizada el número de hojas disminuía (6.71 hojas con 40 ml.), y que a menor dosis empleada la cantidad de hojas era superior (6.97 hojas con 0 ml).

- d) El diámetro de tallo obtuvo mejores resultados en lo que se refiere a las dosis, reduciendo el diámetro de los mismos cuanto mayor era la dosis de ácido giberélico aplicada sobre la planta 1,65 cm. con (0 ml.) y 1,52 cm con (40 ml.). En cuanto a la interacción de ambos factores (Dosis x Densidades) no tuvieron significancia alguna, demostrando que tanto las distancias de plantación como las dosis no intervinieron de ninguna manera en esta variable.
- e) Para las variables diámetro de hoja el factor densidad y la interacción de ambos factores no mostraron significancia, remarcando que estos no intervenían de ninguna manera en el peso ni en el diámetro de la hoja, por el contrario el factor dosis, sí intervino de manera significativa en ambas variables, demostrando que a mayor dosis de ácido giberélico utilizada, mayor era el peso 639,17 g. (40 ml.) y por lo tanto mayor era el diámetro de hoja obtenido 22.64 cm (40 ml.).
- f) Se pudo observar que, para el rendimiento, los tratamientos en los que se utilizó mayor dosis de ácido giberélico, son los que alcanzaron mayor peso y mayor diámetro de hoja, aumentando de esa manera el rendimiento obtenido (539,27 g.).
- g) La relación B/C de los tratamientos utilizados en el experimento, refleja valores positivos mayores a 1, entonces el cultivo se considera rentable, obteniéndose mayores beneficios para el agricultor con el tratamiento T1 con un valor de B/C = 2,38; notándose también que el menor beneficio económico obtenido fue con el tratamiento T2 = 1,68. Concluyéndose de esta manera que todos los tratamientos llegan a cubrir los gastos realizados además de obtener de estos un beneficio económico adicional.
- h) Los altos valores obtenidos en el rendimiento y en el Beneficio/Costo además de deberse a la acción de la fitohormona (ácido giberélico) se debieron a la calidad de la semilla empleada, al tratarse de las variedades *Fordook Giant* y *Large White Ribbed* excelentes para su uso.

## 5.2 RECOMENDACIONES

De acuerdo y en base a las conclusiones obtenidas se hacen las siguientes recomendaciones:

- a) Utilizar una distancia de plantación “b<sub>2</sub>”, (60 cm. entre plantas x 30 cm. entre surcos), y la dosis “a<sub>3</sub>” (40 ml. de ácido giberélico) puesto que con estos factores se obtuvo mejores promedios en cuanto a rendimiento, comparado con los otros tratamientos.
- b) Realizar estudios sobre diferentes variedades de acelgas, utilizando diferentes distancias de plantación para comparar los resultados con los valores obtenidos en el presente trabajo.
- c) Se sugiere la utilización de fitohormonas, de fácil acceso en el mercado, como el ácido giberélico, que no representan mayor inversión económica al necesitarse este en pequeñas cantidades, logrando buenos resultados en cuanto a producción.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGROALIMENTACIÓN.** Acelga. Cultivo y Manejo. Consultado 02 enero 2010. Disponible en: [htm://www.agroalimentacion%20Acelga%20Cultivo%yManejo%20](http://www.agroalimentacion%20Acelga%20Cultivo%yManejo%20).

**AGRICAL, 2010.** Snow Mystique. Consultado 22 septiembre 2010. Disponible en: [http://www.agricol.cl/snowmystique\\_fich.htm#](http://www.agricol.cl/snowmystique_fich.htm#)

**AGROALIMENTACIÓN, 2010.** Coliflor. Cultivo y Manejo. Consultado 02 enero 2010. Disponible en: [htm://www.agroalimentacion%20Coliflor%20Cultivo%yManejo%20](http://www.agroalimentacion%20Coliflor%20Cultivo%yManejo%20).

**AVILES, D., 1992.** Producción de Hortalizas bajo Diferentes Condiciones Microclimáticas en el Altiplano. Tesis Ingeniero Agrónomo. UMSA. La Paz Bolivia.

**BARRIENTOS, A. E., 2002.** Evaluación agronómica de dos factores de Producción de Acelga (*Beta vulgaris*) Fertilidad y Densidad. Tesis Licenciatura Ingeniero. Cochabamba Bolivia. U. M. S. S.

**BIRRUETA, V. E., 1994.** Efecto de Diferentes Distancias de Siembra en dos variedades de Soya (*Bibosi* y *2621*). Tesis Ingeniero Agrónomo. La Paz – Bolivia. Escuela Militar de Ingeniería Mcal. Antonio José de Sucre. E. M. I.

**CASSERES, E., 1984.** Producción de Hortalizas. Instituto Interamericano de Desarrollo. Tercera Edición. Serie Libros.

**CASTAÑOS, C., 1993.** Horticultura Manejo Simplificado. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Texaco – México

**CERMEÑO, R. 1979.** Fertilización con abonos orgánicos. Seminario Taller internacional sobre Fertilidad y Nutrición Vegetal. Editorial OMEGA S.A. Barcelona – España. P 516

**GONZÁLEZ, M. et al. 2007.** Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de Acelga (*Beta vulgaris*)

**HARTMAN, L. F., 1990.** Invernaderos y Ambientes Atemperados. Fundación para Alternativas de Desarrollo (FADES). Editorial FOCET boliviano Ltda. EDOBOL. La Paz – Bolivia.

**HORTIAGRO, 2010.** Hortalizas. Consultado 22 septiembre 2010. Disponible en: [http://www.hortiagro.net/otras\\_hortalizas.htm](http://www.hortiagro.net/otras_hortalizas.htm)

**INFOAGRO, 2010.** Acelga, Cultivo y Manejo. Consultado 20 julio 2010. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/coliflor.htm>

**INFOJARDIN, 2010.** Huerto - Cultivo Acelga Consultado 29 septiembre 2010. Disponible en: <http://articulos.infojardin.com/huerto/cultivo-coliflor-coliflores.htm>

**HOLLE, M. Y MONTES, A., 1985.** Manual de Horticultura. Editorial Bluma. Barcelona España.

**LORENTE, M. B., 1993.** Biblioteca de Agricultura. Barcelona España. Editorial Emegs. Industria Gráfica.

**MAROTO, J. V., 1995.** Horticultura Herbácea Especial. Cuarta edición. Madrid España. Editorial Mundi Prensa.

**MAGNO, R. y RYCHEGHERA, M., 1994.** Horticultura en el Altiplano. Primera Edición. CEDIPAS. Oruro – Bolivia.

**PERRIN, R. et. al., 1981.** Formulación de Recomendaciones a partir de datos agronómicos. Manual de metodología de Evaluación Agronómica. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo. CIMMYT. 3ra edición. México D.F.

**RODRIGUEZ, P.J., 1991.** Métodos de Investigación Agropecuario. Ed. Trillas. México D.F.

**SAAVEDRA, S. G., 2008.** Estructuras de Hormonas Vegetales. Departamento de Suelos y Recursos Naturales. Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción.

**SALUNKHE, D.K., 2004.** Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas. Ed. ACRIBIA, S.A. Zaragoza España.

**SENAMHI., 2012.** Boletín Agroclimatológico. M.T.C.A.N. La Paz, Bolivia.

**SERRANO, Z. 1985.** Cultivo de Hortalizas en invernadero. Ed. AEDOS. Barcelona – España. P 79.

**SUPERB, 1987.** Manual Agrícola. Superb Producto Superb. Guatemala C. A. Editado por productos Superb.

**TISCORNIA, J., 1982.** Hortalizas Terrestres, Bulbos, Raíces, etc. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina.

**UMTERLADSTATER K. R., 2000.** La Horticultura en el Subtrópico Húmedo y Subhúmedo de Bolivia. Primera Edición Santa Cruz – Bolivia. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Facultad de Ciencias Agrícolas. Dirección de Carrera de Ingeniería Agronómica.

**VALDEZ, L. A., 1993.** Producción de Hortalizas. Primera Edición México D. F. Editorial Limusa.

**VIGLIOLA, M., 1991.** Manual de Horticultura. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

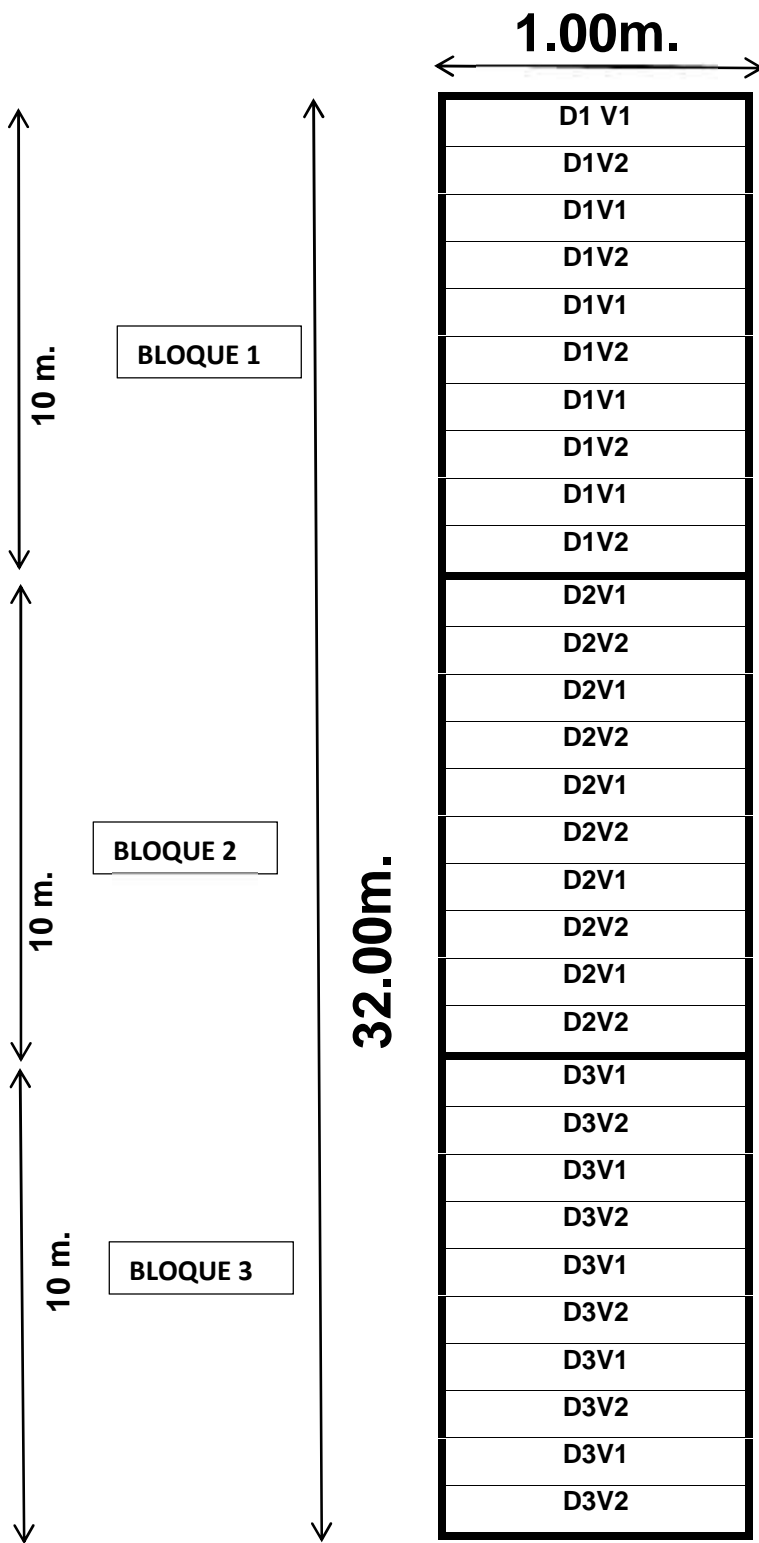
**YÁNEZ, J., 2002.** Nutrición y Regulación del crecimiento en Hortalizas y Frutales. Ed. WATTS. Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

**WIKIPEDIA, 2010.** Consultado 03 marzo 2010. Disponible en:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_giber%C3%A9lico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_giber%C3%A9lico).

# ANEXOS



# ANEXO 1. CROQUIS DEL EXPERIMENTO



## ANEXO 2. PRESUPUESTO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD USADA	PRECIO UNITARIO Bs.	COSTO TOTAL Bs.
<b>a) Insumos</b>				
Beta vulgaris. Var. Cicla L.	Oz.	2	15.00	30.00
Ácido Giberélico (AG3)	ml.	2	2.50	5.00
<b>b) Costos de Producción</b>				
<b>Preparación del Terreno</b>				
Preparación del terreno	Caja	1	2.50	2.50
Preparación del suelo	Jornal	0.5	50.00	25.00
Mullido	Jornal	0.5	50.00	25.00
Nivelado	Jornal	2	50.00	100.00
<b>Labores Culturales</b>				
Riego	Jornal	1	50.00	50.00
Deshierbe	Jornal	0.5	50.00	25.00
Aporque	Jornal	0.5	50.00	25.00
<b>Cosecha</b>				
Recolección	Jornal	1	50.00	50.00
	Jornal	1	50.00	50.00
	Jornal	0.5	50.00	25.00
	Jornal	10	50.00	500.00
	Jornal	1	50.00	50.00
	Jornal	2	50.00	100.00
	Jornal	0.7	50.00	35.00
<b>Total Costos Variables</b>				<b><u>1,097.50</u></b>
<b>c) Costos Fijos</b>				
Picota	Pieza	1	30.00	30.00
Pala	Pieza	1	30.00	30.00
Chontilla	Pieza	1	15.00	15.00
Manguera	Pieza	1	25.00	25.00
Mochila	Pieza	1	300.00	300.00
<b>Total Costos Fijos</b>				<b><u>400.00</u></b>
<b>Total Costos Parciales</b>				<b><u>1,497.50</u></b>
<b>Improvisos (5%)</b>				<b><u>74.88</u></b>
<b>Costos Totales</b>				<b><u><u>1,572.38</u></u></b>

**FIGURA N° 4: TERRENO**



**FIGURA N° 5: PREPARACION DEL TERRENO**



**FIGURA N° 6: DELIMITACION**



**FIGURA N° 7. ALMACIGADO**



**FIGURA N° 8 ALTURA DE PLANTINES**



**FIGURA N° 9 TRASPLANTE**



**FIGURA N° 10. MARVETEADO**



**FIGURA N° 11 DESMALEZADO**



**FIGURA N° 12 RIEGO**



**FIGURA N° 13 RALEO**



**FIGURA N° 14 ACIDO GIBERELICO**



**FIGURA N° 15 PREPARACION DE LAS DOSIS DE AG3**





**FIGURA N° 16 APLICACIÓN DEL ACIDO GIBERELICO AG3**



**FIGURA N° 17 NÚMERO DE HOJAS**



**FIGURA N° 18 ANCHO DE HOJA**



**FIGURA N° 19 DIAMETRO DE TALLO**



**FIGURA N° 20 ALTURA DE LA PLANTA**



**FIGURA N° 21 COSECHA**



**FIGURA N° 22 EMBOLSADO**



**FIGURA N° 23 COMERCIALIZACION**

