

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



TESIS DE GRADO

**RENDIMIENTO DE CULTIVO DE ACELGA (*Beta vulgaris* L. var. *cycla*) EN
RELACIÓN A DIFERENTES FORMAS DE APLICACIÓN DE UN BIOINSUMO,
EN BASE A ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS,
BAJO AMBIENTE PROTEGIDO**

Presentado por:

ROSMERY LUISA VILLALBA TONCONI

**La Paz - Bolivia
2013**

Universidad Mayor de San Andrés

**Facultad de Agronomía
Carrera de Ingeniería Agronómica**

**RENDIMIENTO DE CULTIVO DE ACELGA
(*Beta vulgaris* L. var. *cycla*) EN RELACIÓN A
DIFERENTES FORMAS DE APLICACIÓN DE UN BIOINSUMO,
EN BASE A ÁCIDOS HÚMICOS Y FÚLVICOS,
BAJO AMBIENTE PROTEGIDO**

Tesis de Grado presentado como Requisito
Parcial para optar al Título de
Ingeniero Agrónomo

Presentado por:
ROSMERY LUISA VILLALBA TONCONI

Asesores:

- M. Sc. Ing. Agr. Celia Fernández Chávez _____
- M. Sc. Ing. Agr. Freddy Porco Chiri _____

Tribunal revisor:

- M. Sc. Ing. Agr. Eduardo Chilon Camacho _____
- M. Sc. Ing. Agr. Rubén Trigo Riveros _____

**LA PAZ – BOLIVIA
2013**

AGRADECIMIENTOS

A la Estación Experimental de Cota-Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, por permitirme realizar el trabajo de campo en sus predios.

Al Ing. Juan Carlos Soria Meruvia e Ing. Williams Murillo Oporto por la colaboración brindada en la realización del presente estudio.

A mis asesores: M. Sc. Ing. Agr. Celia Fernández Chávez y M. Sc. Ing. Agr. Freddy Porco Chiri por sus sugerencias y la revisión del documento, ya que contribuyeron decididamente a mejorar su contenido.

Al tribunal revisor: M. Sc. Ing. Agr. Eduardo Chilon Camacho y M. Sc. Ing. Agr. Rubén Trigo Riveros, por su colaboración en la revisión y corrección del documento final.

A todos ellos mis agradecimientos más sinceros.

Rosmery Luisa Villalba Tonconi

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre Elena:

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre Eugenio:

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor. A mis hermanos, Fernando, Mónica y Milton, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

A mi hija, Adriana, para que veas en mí un ejemplo a seguir y por ser mi fuente de inspiración.

A una persona muy especial que me brindó su apoyo moral y material incondicionalmente durante todos estos años de formación profesional y estuvo conmigo alentándome siempre a seguir adelante.

A todos mis amigos: Williams, Paula, Nataly, Marcelo, Augusto, Gonzalo, Ismael, Vania, Giovanni, Marisabel, Mayck, Rodolfo, Julieta, Leocadio, Fabio, Melisa, Luis, etc. Por compartir los buenos y malos momentos.

A los docentes, aquellos que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esto. Ustedes saben quiénes son.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Índice de cuadros.....	i
Índice de Figuras.....	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos Específicos.....	2
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1 Rendimiento Agronómico.....	3
3.1.1 Componentes del Rendimiento.....	3
3.1.2 Variabilidad del Rendimiento.....	3
3.2 Cultivo de Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>Cycla</i>).....	4
3.2.1 Origen e Importancia.....	4
3.2.2 Descripción Taxonómica.....	5
3.2.3 Descripción Botánica.....	5
3.2.3.1 Raíz.....	5
3.2.3.2 Tallo.....	5
3.2.3.3 Hojas.....	5
3.2.3.4 Inflorescencia y Flor.....	6
3.2.3.5 Fruto y Semilla.....	7
3.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos.....	7
3.2.4.1 Temperatura.....	7
3.2.4.2 Luminosidad y Humedad Relativa.....	7
3.2.4.3 Suelo.....	8
3.2.5 Particularidades del Cultivo.....	8
3.2.5.1 Preparación del Terreno.....	8
3.2.5.2 Incorporación de Abono.....	8
3.2.5.3 Siembra.....	9
3.2.5.4 Aclareo.....	11
3.2.5.5 Escarda y Aporque.....	11
3.2.5.6 Riego.....	11
3.2.5.7 Plagas.....	12
3.2.5.8 Cosecha y Post-Cosecha.....	15
3.2.5.9 Rendimiento del Cultivo de Acelga.....	15
3.2.6 Valor nutricional.....	16
3.3 Variedades de Acelga.....	17
3.3.1 Variedad Fordook Giant.....	17
3.3.2 Variedad Large White Ribbed.....	17
3.3.3 Variedad Bresanne.....	18
3.3.4 Variedad Lucullus.....	18
3.3.5 Variedad Lyon Blonde.....	18
3.3.6 Variedad Rhubarb Chard.....	18
3.4 Bioinsumos: VigorTop.....	18
3.4.1 Características de VigorTop.....	19
3.4.2 Dosis.....	19

3.4.3	Composición de VigorTop.....	20
3.4.3.1	Ácidos Húmicos y Fulvicos.....	20
3.4.3.2	Fitohormonas: <i>Brasinoloides</i>	26
3.4.3.3	Extracto de <i>Marat (Moringa oleífera)</i>	29
3.5	Formas de Aplicación de Fertilizantes a la Planta	32
3.5.1	Fertilización Foliar	32
3.5.1.1	<i>La Hoja como Órgano de Absorción</i>	32
3.5.1.2	<i>Rutas y Mecanismos de Penetración Foliar</i>	33
3.5.1.3	<i>Factores que Afectan la Absorción Foliar</i>	36
3.5.1.4	<i>Limitaciones de la Fertilización Foliar</i>	39
3.5.2	Fertilización al Cuello de la Planta.....	39
3.5.2.1	<i>Ventajas de la Aplicación al Cuello de la Planta</i>	40
3.6	Ambientes Protegidos	41
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	42
4.1	Localización	42
4.1.1	Clima.....	42
4.1.2	Topografía y Vegetación.....	42
4.2	Materiales	42
4.2.1	Material Experimental.....	42
4.2.2	Material de Campo.....	43
4.3	Metodología	43
4.3.1	Metodología Procedimental.....	43
4.3.2	Metodología Experimental.....	47
4.3.2.1	<i>Factores de Estudio</i>	48
4.3.2.2	<i>Área Experimental</i>	49
4.3.2.3	<i>Variables de respuesta</i>	49
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	51
5.1	Respuesta a la Condiciones Climáticas	51
5.1.1	Temperaturas Máximas y Mínimas en el Ambiente Protegido.....	51
5.2	Comportamiento Agronómico del Cultivo	53
5.2.1	Fases del Cultivo.....	53
5.2.2	Respuestas Agronómicas del Cultivo durante el Crecimiento.....	54
5.2.2.1	<i>Altura de Planta</i>	54
5.2.2.2	<i>Numero de Hojas Totales por Planta</i>	58
5.2.3	Respuestas Agronómicas del Cultivo en cada Cosecha.....	61
5.2.3.1	<i>Numero de Hojas Aprovechables para cada Cosecha</i>	62
5.2.3.2	<i>Longitud de Hoja para Cada Cosecha</i>	74
5.2.3.3	<i>Rendimiento de Materia Verde (kg/m²) para Cada Cosecha</i>	88
5.2.4	Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m ²).....	102
5.3	Análisis Económico del Cultivo de la Acelga	106
5.3.1	Relación Beneficio/Costo.....	106
6.	CONCLUSIONES	109
7.	RECOMENDACIONES	111
8.	BIBLIOGRAFÍA	112

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Volumen de Solución utilizada en las Diferentes Formas de Aplicación de VigorTop.....	46
Cuadro 2. Factores y Niveles en el Estudio de dos Variedades del Cultivo de Acelga.....	48
Cuadro 3. Tratamientos en el Estudio de dos Variedades del Cultivo de Acelga....	48
Cuadro 4. Análisis de Varianza para Número de hojas Comercialmente Aprovechables, en la Primera Cosecha de Acelga.....	62
Cuadro 5. Prueba de Duncan para Medias de Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, entre Niveles del Factor A, para la Primera Cosecha de Acelga.....	63
Cuadro 6. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, en la Segunda Cosecha de Acelga.....	64
Cuadro 7. Comparación de Medias para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, entre Niveles del Factor A, para el Cultivo de Acelga.....	65
Cuadro 8. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	67
Cuadro 9. Promedio de Número de Hojas Comercialmente Aprovechables entre Niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga....	67
Cuadro 10. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	69
Cuadro 11. Comparación de Medias para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables entre Niveles del Factor A, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	71
Cuadro 12. Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	74
Cuadro 13. Comparación de Medias de Longitud de hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	75

Cuadro 14.	Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	77
Cuadro 15.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor A, para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	78
Cuadro 16.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	78
Cuadro 17.	Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	80
Cuadro 18.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	81
Cuadro 19.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor B para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	81
Cuadro 20.	Análisis de Varianza para Longitud de hoja (cm) en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	83
Cuadro 21.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor A, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	84
Cuadro 22.	Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	85
Cuadro 23.	Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²) en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	88
Cuadro 24.	Comparación de Medias para Rendimiento de materia verde (kg/m ²) entre Niveles del Factor A, en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	89
Cuadro 25.	Comparación de Medias para Rendimiento de materia verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor B, para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	89
Cuadro 26.	“Análisis de efecto simple” sobre el Efecto de Factor A en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), de la Primera Cosecha de dos Variedades del Cultivo de Acelga.....	91
Cuadro 27.	Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), en la Segunda Cosecha de Acelga	93
Cuadro 28.	Comparación de Promedios de Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor A, para la Segunda Cosecha de Acelga.....	93

Cuadro 29.	Comparación de Promedios de Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor B, para la Segunda Cosecha de Acelga.....	94
Cuadro 30.	Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	96
Cuadro 31.	Comparación de Medias para Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	96
Cuadro 32.	Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor B, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	98
Cuadro 33.	Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	99
Cuadro 34.	Comparación de Medias de Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor A, en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	100
Cuadro 35.	Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor B, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga.....	100
Cuadro 36.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), en las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga.....	101
Cuadro 37.	Análisis de Varianza para el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m ²) del Cultivo de Acelga.....	102
Cuadro 38.	Comparación de Medias para Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor A, en el Total de Cosechas del Cultivo de Acelga.....	103
Cuadro 39.	Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m ²), entre Niveles del Factor B, para las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga.....	103
Cuadro 40.	Relación Beneficio/Costo del Cultivo de Acelga.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Estructura Química del Brasinoesteroide.....	28
Figura 2. Modo de Aplicación de Fertilizante “Al Cuello de la Planta”.....	40
Figura 3. Promedio de Temperaturas Máximas y Mínimas Mensuales en el Ambiente Protegido.....	51
Figura 4. Efecto de los Tratamientos en el Desarrollo de Altura de Planta del Cultivo de Acelga.....	54
Figura 5. Curvas de Crecimiento de Altura de Planta por Variedades de Acelga.....	57
Figura 6. Efecto de la Forma de Aplicación de VigorTop en la Altura de Planta en Relación a Días después de la Siembra.....	57
Figura 7. Curva de Número de Hojas Totales por Planta, en los diferentes Tratamientos, en Relación a Días Después de la Siembra del Cultivo de Acelga.....	58
Figura 8. Curva de Número de Hojas Totales por Planta, para ambas Variedades, en Relación a Días Después de la Siembra	60
Figura 9. Efecto de la Forma de Aplicación del Bioinsumo, en el Número de Hojas Totales, en Relación a Días Después de la Siembra.....	61
Figura 10. Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, durante la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	64
Figura 11. Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Aprovechables por Planta en la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	66
Figura 12. Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	68
Figura 13. Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga...	69
Figura 14. Efecto de los Bloques en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta en el Cultivo de Acelga.....	70
Figura 15. Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga.....	71

Figura 16.	Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta en todas las Cosechas, por Variedades de Acelga.....	73
Figura 17.	Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga...	73
Figura 18.	Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm) para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	76
Figura 19.	Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm) para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	79
Figura 20.	Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm) para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	82
Figura 21.	Efecto de los Bloques en la Longitud de Hoja (cm), en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga.....	83
Figura 22.	Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en la Longitud de Hoja (cm), para todas las Cosechas del Cultivo de Acelga.....	84
Figura 23.	Longitud de Hoja (cm) de las Variedades en estudio en las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga.....	86
Figura 24.	Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm), en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga.....	87
Figura 25.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	90
Figura 26.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	91
Figura 27.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m ²), para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga.....	95
Figura 28.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento en Materia Verde (k/m ²), durante la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga.....	98
Figura 29.	Efecto de los Bloques en el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m ²) del Cultivo de Acelga.....	102
Figura 30.	Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m ²), en el Cultivo de Acelga.....	104

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Experimental de Cota-Cota perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés. Con la finalidad de investigar el efecto de un bioinsumo hecho a base de ácidos húmicos, ácidos fulvicos y brasinoesteroides conocido comercialmente como “VigorTop” en el rendimiento de dos variedades (Variedad Fordook Giant (F. G.) y Variedad Large White Ribbed (L. W. R.)) del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. *Cycla*), evaluándose las aplicaciones dirigidas del producto de la siguiente manera: **1)** sin aplicación a F. G. **2)** sin aplicación a L. W. R. **3)** el follaje de F. G. **4)** al follaje de L. W. R. **5)** al cuello de la planta de F. G. **6)** al cuello de la planta de L. W. R. **7)** al follaje+al cuello de la planta de F. G. **8)** al follaje+ al cuello de la planta de L. W. R. Obteniéndose rendimientos totales, en cuatro cosechas, de 10,02 kg/m²; 9,07 kg/m²; 17,59 kg/m²; 16,51 kg/m²; 16,83 kg/m²; 15,41 kg/m²; 18,16 kg/m² y 16,75 kg/m² para 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 respectivamente. Existiendo diferencias significativas entre las formas de aplicación ($P < 0,05$) y también entre las variedades de acelga. Concluyéndose que con la aplicación de “Vigortop” al follaje+al cuello de la planta se obtienen mejores rendimientos en el cultivo, debido a los nutrientes aportados por el bioinsumo a la planta; y también que la variedad Fordook Giant presenta un mejor comportamiento agronómico que Large White Ribbed debido a características genéticas propias del cultivar.

Palabras clave: acelga, bioinsumo, rendimiento.

ABSTRACT

This research was conducted at the greenhouse to the Experimental Center of Cota - Cota belonging to the Faculty of Agronomy of the University Mayor de San Andrés. To determine the effect of a biological input made from humic acids, fulvic acids and brassinosteroids known commercially as "VigorTop" in the production of two varieties (Variety Fordook Giant (F. G.) and Large White Ribbed Range (L. W. R.)) of the crop of chard (*Beta vulgaris* var. *Cycla*) was evaluated applications aimed product as follows: **1)** without applying to F. G. **2)** without applying to L. W. R. **3)** the foliage of F. G. **4)** to the foliage of L. W. R. **5)** to the neck of the plant F. G. **6)** to the neck of the plant L. W. R. **7)** neck plant + foliage F. G. **8)** neck plant + foliage L. W. R. We found a total yield in four harvests of 10,02 kg/m²; 9,07 kg/m²; 17,59 kg/m²; 16,51 kg/m²; 16,83 kg/m²; 15,41 kg / m²; 18,16 and 16,75 kg/m² for 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 respectively. Significant differences between the forms of application ($P > 0, 05$) and also between varieties of chard. It is concluded that the application of "VigorTop" to the neck plant + foliage produces better yields in the crop due to the nutrients provided by the biological input to the plant; and also the variety Fordook Giant has better agronomic Large White Ribbed that due to genetic characteristics of each Variety.

Keywords: chard, Variety, biological input, yields.

1. INTRODUCCIÓN

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

La acelga es un alimento con una cantidad considerable de vitamina A y C, hierro y otros minerales, tiene varias aplicaciones medicinales y alimenticias, por ser emoliente, refrescante, digestiva, diurética, diaforética y nutritiva. Por otra parte es una de las hortalizas que siempre está presente en los ambientes protegidos (Carpas solares) de los agricultores de la región ya que es de fácil cultivo, no es demasiado exigente en cuanto a suelo y clima, es un vegetal de ciclo breve y permite varios cortes, lo que incrementa su rentabilidad.

En vista de sus numerosas ventajas la presente investigación pretende incrementar el rendimiento a través del uso de un biopromotor del crecimiento foliar, elaborado en base a Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos y Brasinoesteroides conocido comercialmente con el nombre de "VigorTop". Para cumplir este objetivo se aplicó a diferentes partes de la planta de acelga el bioinsumo, a fin de determinar con que órgano vegetal se absorbe y aprovecha mejor los nutrientes aportados por VigorTop.

La investigación es un aporte a la solución de la problemática de la desnutrición infantil en Bolivia que es sumamente compleja, no sólo por la cantidad de factores que la originan, sino también por los irreparables daños físicos y psicológicos que ocasiona y el perjuicio que causa a la economía del país. Las personas más vulnerables a la inseguridad alimentaria, además de ser pobres, son indígenas, mujeres, niños y niñas que habitan en zonas rurales o en las periferias urbanas, los cuales con el poco dinero que disponen aseguran sólo alimentos energéticos (como cereales y tubérculos) y se privan de una dieta balanceada porque no

pueden comprar carne, frutas y hortalizas que proveen al ser humano de proteínas, vitaminas y minerales indispensables para su crecimiento y desarrollo. Esta alimentación poco equilibrada se ha convertido en un problema crónico y provoca serias consecuencias en la salud y el desarrollo físico de las personas que no satisfacen sus necesidades nutricionales diarias.

Por otra parte también se busca mejorar las condiciones de los horticultores de la región altiplánica, ya que enfrentan problemas tales como la falta de tecnificación, desconocimiento en la conservación de suelos como en el manejo de los cultivos en lo que respecta a fertilización; el uso indiscriminado de productos de elaboración sintética (plaguicidas y fertilizantes) y la falta de uso de materiales orgánicos como enmiendas del suelo; esto ha conllevado a bajos rendimientos en las cosechas y productos de mala calidad.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Evaluar el rendimiento de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris* L. var. *Cycla*) en relación diferentes formas de aplicación de un bioinsumo, en base a Ácidos Húmicos y Fúlvicos, bajo ambiente protegido.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la forma óptima de aplicación del bioinsumo para obtener un mayor rendimiento en el cultivo de acelga.
- Comparar el rendimiento de dos variedades de acelga bajo tres modalidades de aplicación del bioinsumo.
- Realizar el análisis económico parcial para una producción de cultivo de acelga en ambiente protegido.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Rendimiento Agronómico

El rendimiento se define como la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por área de terreno utilizada (EcuRed, 2011). Dicho de otra manera el rendimiento de un cultivo se obtiene al dividir la producción entre la superficie. La unidad de medida más utilizada es la Tonelada por Hectárea (Tm/Ha) (Wikipedia, 2012).

3.1.1 Componentes Del Rendimiento

Según EcuRed (2011) los dos componentes básicos que van a estructurar el rendimiento son:

- La cantidad de individuos existentes en esa unidad de superficie (densidad de población).
- Producción particular de cada individuo.

De estos componentes se derivan otros que tienen formas particulares de expresión para cada cultivo. Están relacionados con el rendimiento, en dependencia del cultivo que se trate.

3.1.2 Variabilidad del Rendimiento

El rendimiento que puede aportar un cultivo depende de sus características genéticas de productividad potencial, rusticidad y de las condiciones ambientales. La interacción de estos tres aspectos determina el rendimiento de un cultivo, y por esta razón, el rendimiento tiene una variabilidad alta en tiempo y en espacio. Así, por ejemplo, una misma variedad aporta rendimientos diferentes de una localidad geográfica a otra al variar las condiciones climáticas, aunque los demás factores ambientales sean iguales. Al suponer condiciones climáticas iguales, el

rendimiento puede variar de acuerdo con las características del suelo (EcuRed, 2011).

En cuanto a factores bióticos que inciden en el rendimiento se puede mencionar: la densidad de población, el grado de infestación por malas hierbas, el ataque de plagas y enfermedades, son aspectos de las relaciones bióticas que influyen en el rendimiento de los cultivos (EcuRed, 2011).

3.2 Cultivo de Acelga (*Beta vulgaris var. Cyclo*)

Las particularidades del cultivo se describen a continuación:

3.2.1 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 como falsos pejerreyes (peciolo).

3.2.2 Descripción Taxonómica

Según Rojas (2006), la acelga ha sido clasificada de acuerdo al siguiente sistema:

Orden: *Caryophylliales*
Familia: *Chenopodiaceae*
Género: *Beta*
Especie: *B. vulgaris var. Cycla*
Nombre común: Acelga
Otros nombres: beta, beterraba branca, selga, etc.

3.2.3 Descripción Botánica

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

3.2.3.1 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). Por otra parte la Fundación Hogares Juveniles Campesinos (2007) indica que su raíz es napiforme, larga y crecida de color blanco amarillento que al florecer o semilla emite un tallo que crece hasta 1,50 metros de altura, sobre la que se forman las hojas flores y semillas.

3.2.3.2 Tallo

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

3.2.3.3 Hojas

Es una planta herbácea de peciolo largos y suculentos, 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 peciolos).

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.

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

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 agamospermas. 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).

3.2.3.5 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 multigérmenes. Los multigérmenes, 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).

3.2.4 Requerimientos Edafoclimáticos

3.2.4.1 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 (www.infoagro.com, 2011).

Sin embargo, Giaconi (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.

3.2.4.2 Luminosidad y Humedad Relativa

No requiere excesiva luz. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90% en cultivos en invernadero (www.infoagro.com, 2011).

3.2.4.3 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).

3.2.5 Particularidades Del Cultivo

3.2.5.1 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 (Flórez, 2009; Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería Océano, 2001 y Aitken, 1987).

3.2.5.2 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 (Flórez 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 (Giaconi, 2004).

3.2.5.3 Siembra

El cultivo puede ser de siembra directa y por almacigo y transplante. 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 (Giaconi, 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, las principales características de la siembra del cultivo son:

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 peciolo más tiernos y apetecibles (Giaconi, 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 (Giaconi, 2004).

Al respecto Flórez (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 transplantar 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), por otra parte indica que el transplante 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 transplante 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-transplante de 1 a 2 kilogramos por hectárea, según se plante a uno o dos lados del surco (Giaconi, 2004).

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

3.2.5.4 Aclareo

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).

3.2.5.5 Escarda Y Aporque

Valadez (1993) citado por Chambi (2005) indica que la escarda se realiza con el fin de desaflojar el suelo y tener un buen control de las malezas, después de esta se efectúa el aporque para dar más apoyo a las plantas.

Sin embargo cuando el cultivo está más desarrollado 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).

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

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/m².

3.2.5.7 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 (*Melontha melontha*), el ciclo evolutivo larvario completo es de tres años, siendo la primavera del segundo año cuando producen mayores daños.
- Gusano alambre (*Agrotis lineatum*), son coleópteros que producen galerías en las raíces de las plantas, provocando heridas que más tarde son colonizadas por distintos hongos del suelo, causando enfermedad.
- Gusano gris (*Agrotis segetum*), este lepidóptero produce daños en la vegetación, seccionando el cuello de las plántulas recién plantadas.
- Mosca de la remolacha (*Pegomia betae*) las larvas perforan la epidermis y penetran en el interior de los tejidos del limbo, haciendo galerías que pueden llegar a ocupar toda la superficie foliar.
- 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 vittata* 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 Océano, 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, en el cultivo de hortalizas pueden presentarse las siguientes especies, consideradas como maleza: Diente de León (*Taraxacum sp.*), Bolsa-bolsa (*Capsella bursa-pastoris*), pasto o chij'i (*Poa sp.*), y otras del genero *Solanum*, *Chenopodium*, *Brassica*, etc (Fundación Hogares Juveniles Campesinos, 2007).

Para el control de estas se puede utilizar:

- 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 dicotiledonico hasta 4 hojas verdaderas (Giacconi, 2004).

- Malezas gramíneas anuales y perennes, puede emplearse uno de los siguientes herbicidas graminicidas 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 (Giaconi, 2004)

3.2.5.8 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 50 a 60 días de la siembra y las siguientes con un intervalo de 15 a 20 días (Giaconi, 2004 y Porco y Terrazas, 2009). Una vez cosechadas se deben lavar, embolsar y colocar en canastillas. Para la preservación del producto, la temperatura optima 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 et al., 2003).

3.2.5.9 Rendimiento Del Cultivo De Acelga

Hartman (1990) menciona que en un ambiente atemperado halló un rendimiento de 4 a 5 kg/m² por cada cosecha, y a la intemperie de 3 a 4 kg/m².

Ayaviri (1996) encontró rendimientos de 16,9 kg/m² para Walipinis de 0,6 metros de profundidad y 23,9 kg/m² para los de 1,80 metros, aplicando diferentes volúmenes de riego, el valor del rendimiento corresponde a la sumatoria de cinco cosechas realizadas, ponderando esta producción a rendimiento por cosecha individual se obtienen valores de 3,38 kg/m² y 4,78 kg/m² respectivamente.

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

Chambi (2005) realizó un trabajo de investigación con la variedad Large White Ribbed, bajo diferentes dosis de fertilización con humus de lombriz en carpa solar, encontró un rendimiento entre 11,8 kg/m² y 20,2 kg/m², dependiendo del nivel de abono empleado en cada tratamiento.

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

3.2.6 Valor Nutricional

El valor nutritivo de 100 gramos de acelga fresca se detalla a continuación:

- **Agua (%)**: 91,1
- **Hierro (mg)** : 5,3
- **Calcio (mg)** : 110,2
- **Hidratos de carbono (g)**: 4,6
- **Proteínas (g)**: 2,4
- **Potasio (mg)**: 550
- **Valor energético**: 25 Kilocalorías
- **Vitamina A (mcg)** : 576,6
- **Vitamina C (mg)** : 3,2
- **Vitamina B2 (Riboflavina)(mg)**: 0,17

3.3 Variedades de Acelga

Las variedades más conocidas en nuestro medio se describen a continuación:

3.3.1 Variedad Fordook Giant

Una acelga popular y conocida, es una reliquia de la década de 1750. Introducido comercialmente en 1934 por W. Atlee Burpee & Co.

Es una planta de hojas arrugadas de color verde oscuro, con peciolo blancos y gruesos, el tallo tienen un ancho de 5 a 6 centímetros. 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:** 45-50 centímetros.
- **Densidad de población:** 170000 a 350000 pl / ha es óptimo para esta variedad

(AFRIAGRO, 2011).

3.3.2 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 nervaduras centrales son lisos, gruesos, muy anchos y blancos. 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

- **Número 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 (2,2 kg/m²)
- (AFRIAGRO, 2011).

3.3.3 Variedad Bresanne

Este cultivar presenta hojas grandes, ovaladas, lisas, de color verde claro y peciolo blancos, muy gruesos y carnosos. Es una excelente variedad (Giaconi, 2004).

3.3.4 Variedad Lucullus

Presenta un porte erecto, hojas levemente crespas de color verde muy claro, peciolo verdosos, de poco diámetro (Giaconi, 2004).

3.3.5 Variedad Lyon Blonde

La variedad Lyon Blonde se destaca por poseer hojas color verde claro, lisas, tallos blancos, muy anchos y carnosos. Se recomienda en especial para cultivos de verano (Giaconi, 2004).

3.3.6 Variedad Rhubarb Chard

Es una planta que exhibe peciolo carmesí es una vistosa curiosidad para el huerto familiar (Casseres, 1981).

3.4 Bioinsumos: VigorTop

Los bioinsumos son productos desarrollados a partir del aislamiento y caracterización de cepas nativas de microorganismos benéficos (Ortuño et al, 2009).

Ortuño et al (2009) indica que el bioinsumo “VigorTop” es un biofertilizante, bioestimulante, promotor de crecimiento foliar, líquido. Se puede utilizar en una gran diversidad de plantas (hortalizas, frutales, plantas ornamentales, etc.).

3.4.1 Características de VigorTop

Ortuño et al, señala que VigorTop promueve el crecimiento y el incremento de follaje en las plantas, acrecentando su superficie fotosintética, además es un producto anti-estrés, recomendado para todo tipo de cultivos afectado por sequía y heladas.

Según el folleto informativo de Biotop (2012) sus principales características son:

- Promueve el crecimiento, el aumento y fortalecimiento de la raíz, el follaje y mejora la tasa fotosintética.
- Disminuye la caída de flores y estimula el cuajado de frutos, incrementando los rendimientos de los cultivos.
- Estimula el crecimiento de plantas afectadas por la sequía o la helada, porque promueve un rebrote vigoroso del follaje.

3.4.2 Dosis

La dosis recomendada es de 1L/20L de agua, se aplica después de la emergencia, al primer y segundo aporque y en la floración con una frecuencia de 7 a 14 días de acuerdo a requerimiento del cultivo (Ortuño et al., 2009).

El folleto informativo del producto indica que la dosis por área es de 5 L/ha. En cultivos anuales se recomienda su aplicación después de la emergencia a los 15 y 40 centímetros. Para aplicar mezclar los 5 litros del producto con agua (la cantidad varía dependiendo del tamaño de la planta). Aplicar al inicio del cultivo y continuar cada 15 días. Realizar entre 3 a 4 aplicaciones durante el proceso de cultivo (Biotop, 2012)

3.4.3 Composición de VigorTop

VigorTop es un abono líquido que está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos y fúlvicos) extraídos del humus de lombriz e ingredientes complementarios, ricos en fitohormonas obtenidas del Marat (*Moringa oleifera*) complementada con brasinoloides.

Según Biotop (2012) la composición porcentual de VigorTop es la siguiente:

Ácidos húmicos y fúlvicos	95 %
Brasinoloide (Extracto de brassicas)	4 %
Extracto de Marat (<i>Moringa oleifera</i>)	1%
TOTAL	100%

3.4.3.1 Ácidos Húmicos Y Fúlvicos

Según el Folleto Informativo proporcionado por Biotop (2012) VigorTop es un abono líquido que está compuesto por ácidos orgánicos (húmicos y fúlvicos) o sustancias húmicas extraídos del humus de lombriz. Las sustancias húmicas comprenden los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas, sus características y las de la materia orgánica que las contiene varían según cuál de las tres fracciones sea la predominante (Porta et al, 2003).

Cadahia (2005) define las sustancias húmicas como restos orgánicos ácidos de difícil degradación con elevado contenido de grupos carboxilo, fenólicos y quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de Nitrógeno heterocíclico. Más específicamente, las sustancias húmicas son polímeros producto de la acción de microorganismos, pero que difieren de los biopolímeros debido a su estructura molecular y su persistencia en el suelo. Esas sustancias son fuente de energía y suministran carbono para los microorganismos del suelo (Kass, 2006).

Con respecto a las características propias de las sustancias húmicas, Cadahia (2005) y Porta et al. (2003), indican que estas son:

- Dificil degradación microbiana, consecuencia de su alta estabilidad química.
- Gran capacidad de intercambio catiónico, debido a la alta presencia de grupos cargados negativamente (carboxilos, fenólicos, etc.)
- Son ácidos y quelatos. Los grupos funcionales mencionados son capaces de complejar metales, de hecho son los mismos que los presentes en los quelatos sintéticos, aunque la disposición espacial puede no favorecer la formación de quelatos estables.
- Pesos moleculares muy variables, lo que va influir en la existencia de pequeñas moléculas, que si tienen los grupos funcionales adecuados podrán disolverse, y moverse fácilmente realizando una reacción transportadora similar a la de los quelatos, así como en extensas macromoléculas que formaran coloides inmóviles que podrán retener y liberar nutrientes y contaminantes según sus equilibrios con la disolución del suelo.
- Solubilidad variable, en función de los grupos funcionales, pesos moleculares y elementos adsorbidos o complejados.
- Relativamente oxidadas, lo que contribuye a su estabilidad frente a la biodegradación.
- Su estructura tridimensional no es rígida (geometría variable), debido a la asociación intermolecular y a los cambios de configuración molecular en respuesta a los cambios de pH potencial REDOX, concentración de electrolitos y enlace de los grupos funcionales.
- Carga molecular dependiente del pH (carga variable). El punto de carga cero es bajo, alrededor de 3, por lo que la carga será negativa a pH superiores a 3, aumentando la carga negativa con el pH, debido a la disociación de protones de los grupos funcionales carboxílico (-COOH) y fenólico (-OH) que actúan como

ácidos débiles. Los ácidos fúlvicos tienen más grupos funcionales ácidos que los Ácidos húmicos, por lo que su acidez será mayor.

- Poder tampón, contribuye a amortiguar los cambios de pH en el suelo.
- Superficie específica muy elevada, del orden de 800 a $900 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$.
- Carácter hidrofílico, con capacidad de formación de enlaces Hidrogeno fuertes con moléculas de agua.
- Comportamiento coloidal, pueden servir de transportadores de metales tóxicos complejados, que de este modo pueden pasar a las aguas freáticas.
- Color: va del amarillo al negro.

Estas características, lógicamente, son transferidas al conjunto de la materia orgánica del suelo.

a) Absorción y Propiedades de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos sobre la Fisiología de las Plantas, el hecho de que las sustancias húmicas puedan tener un efecto directo sobre el desarrollo vegetal, implica su absorción por las plantas (Ramos, 2000).

Investigaciones muestran que los ácidos fúlvicos son transportados, en mayor medida, hacia la parte aérea que los ácidos húmicos (Fürh et al. 1967, citado por Ramos, 2000). De la misma manera, Vaughan et al. (1985) encontraron que los ácidos húmicos son absorbidos por raíces de trigo, y que aproximadamente un 5% es transportado hacia el tallo, en base a esto concluye que casi todas las fracciones de sustancias húmicas de bajo peso molecular son absorbidas activamente por las plantas y, que los ácidos fúlvicos pueden ser biológicamente algo más activos que los ácidos húmicos.

- **Efectos sobre la Germinación y el Crecimiento Radicular**, las sustancias húmicas muestran mayores efectos sobre las raíces que sobre la parte aérea (Ramos, 2000) el autor cita a Csicsor et al. (1994) los cuales revelan marcados

efectos beneficiosos para la germinación de semillas de tabaco en condiciones *in vitro*, por la aplicación de humatos potásicos o ácidos fúlvicos, apareciendo los mejores resultados para la dosis de 200 mg L⁻¹ de humato de Potasio. Los efectos beneficiosos son explicados en función de la capacidad de las sustancias húmicas de actuar como donadores de electrones, de manera que pueden intervenir en la cadena respiratoria celular, incrementando el suministro de energía a las células, el mismo autor resalta el hecho de que los humatos potásicos son más efectivos que los ácidos fúlvicos por el hecho de que la concentración de radicales libres en los primeros es mayor, de manera que su influencia en la cadena respiratoria es superior.

- **Desarrollo de la Parte Aérea**, aunque la influencia de las sustancias húmicas es más acusada sobre las raíces, existen numerosos estudios de su efecto sobre la parte aérea. Así Rauthan et al. (1981) citado por Ramos (2000) estudiaron la incidencia de la aplicación de ácidos fúlvicos a la disolución nutritiva de plantas de pepino. El resultado indica el óptimo crecimiento de los tallos para dosis de 100 a 300 mg/L.

- **Absorción de Macronutrientes**, el efecto estimulante de las sustancias húmicas sobre el crecimiento de las plantas ha sido comúnmente relacionado con el aumento de la absorción de macronutrientes (Guminsky et al., 1983).

Según Ramos (2000) David et al. (1994) observaron que la adición de 1280 mg/L de ácidos húmicos producía incrementos en los niveles foliares de P, K, Ca, Mg y radicales de N y Ca en plantas de tomate fertirrigadas.

El Mg se absorbe mejor por las plantas a pH 5 que a pH 7, aunque los humatos favorecen dicha absorción a ambos pH. La acción negativa mostrada por un inhibidor metabólico como el 2,4-dinitrofenol, demuestra que los ácidos húmicos actúan a través de procesos metabólicos (Sánchez-Andreu, 1994).

Esta propiedad de los ácidos húmicos se debe a que los ácidos húmicos y fúlvicos son capaces de formar películas protectoras sobre las superficies del suelo donde

éste se retiene o por la capacidad quelante de las sustancias húmicas sobre Al, Ca y Fe, los cuales forman fosfatos insolubles, de manera que se impide dicha formación (Sánchez-Andreu et al., 1994).

- **Absorción de Micronutrientes**, los metales de transición como Cu, Zn, Fe, Mn y otros son capaces de formar complejos con las sustancias húmicas. Este hecho puede convertirse en uno de los motivos fundamentales que justifique su empleo en zonas de suelos alcalinos, como los de las áreas mediterráneas, donde los problemas de microcarencias, particularmente de Fe, son de los más graves con los que se enfrentan los agricultores (Ramos, 2000).

Por otra parte Ramos (2000) indica: El efecto de las sustancias húmicas en la absorción de Zn y Cu por plantas de remolacha fue estudiado por Vaughan et al. (1976) empleando discos de tejido parenquimático. La adición de sustancias húmicas reduce ligeramente la absorción de Zn cuando las concentraciones sobrepasan los 25 mg/L de ácidos húmicos.

- **Efectos sobre las Membranas**, el estímulo mostrado en la absorción iónica por tratamientos húmicos ha provocado que muchos investigadores propongan, que estos productos afectan a la permeabilidad de las membranas debido a sus propiedades surfactantes (Ramos, 2000).

El modo de acción de las sustancias húmicas sobre las membranas no está definido, aunque está probablemente relacionado con la actividad superficial de las mismas (Chen et al., 1978) actividad resultante de la presencia de "zonas moleculares" de carácter hidrofóbico y otras de carácter hidrofílico. De esta manera las sustancias húmicas pueden interaccionar con los fosfolípidos de membrana y actuar como transportadores de nutrientes al medio celular. Otro posible modo de acción sobre la permeabilidad de las membranas es mediante una acción metabólica, desacoplando la fosforilación oxidativa en las propias membranas (Ramos, 2000).

- **Metabolismo Energético**, tanto la respiración como la fotosíntesis pueden ser aumentadas por la aplicación de sustancias húmicas, el oxígeno consumido se incrementa y se observa que los ácidos fúlvicos tienen un efecto mayor que los ácidos húmicos. El efecto de las sustancias húmicas sobre la respiración vegetal está muy relacionado con su capacidad de actuar como donadores/aceptores de electrones, y por consiguiente poder entrar en la cadena respiratoria (Ramos, 2000).

- **Síntesis de Proteínas y Ácidos Nucleicos y Actividad Enzimática**, la hipótesis de que las sustancias húmicas pueden actuar como hormonas y tener un efecto bioestimulante ha conducido a muchos investigadores a tratar el tema por ejemplo Biondi et al. (1994) citado por Ramos (2000) encontraron que la aplicación de ácidos húmicos, en dosis de 32 kg/ha, sobre plantas de trigo aumenta la actividad glutamato oxalacetato transaminasa (GOT) e inhibe la de la glutamato deshidrogenasa (GLDH). De esa manera, en el primer caso, se favorece la incorporación y la transferencia del amonio, y la síntesis de aminoácidos. Mientras que por otro lado se inhibe la acción catabólica de la GLDH (Ramos, 2000).

b) Los Ácidos Húmicos y Fúlvicos como Fertilizantes Vegetales, para que las propiedades antes descritas sean efectivas sobre el complejo suelo-planta, las dosis de sustancias húmicas deben ser las adecuadas. Así, es totalmente imposible que ninguna sustancia húmica, por muy buena que sea su calidad, mejore ninguna de las propiedades físicas del suelo o sustrato en las dosis normalmente recomendadas para fertirrigación. Para ello serían necesarios dosis al menos 1000 veces superiores a las indicadas en las etiquetas. Para la mejora de las propiedades químicas y sobre la biología del suelo serían necesario dosis entre 10 a 100 veces superiores a las indicadas adicionadas en el goteo para que tuvieran efecto. En un estudio realizado sobre diez muestras de ácidos húmicos concentrados todos ellos fueron capaces de incrementar significativamente la disponibilidad de micronutrientes en el suelo cuando se aplicaron en dosis igual a la acumulada indicada para todo un ciclo de cultivo de fertirrigación (Cadahia, 2005).

En cuanto a las acciones sobre la fisiología de la plantas, estas solo serían reales si de verdad proporcionaran sustancias precursoras de las hormonas vegetales o metabolitos que pudieran ser utilizados por las plantas. Estas sustancias estarían presentes en las fracciones de menor peso molecular, que por lo general está asociada a la fracción ácido fulvico de los productos. Por desgracia en las técnicas de análisis oficiales se incluye como ácido fulvico todo material orgánico, aunque no esté humificado, que sea soluble a $\text{pH} > 1$, por lo que existe un gran fraude en la fracción de ácido fulvico. Solo estudios que relacionen la estructura con la funcionalidad de estas moléculas podrán revelarnos en el futuro la verdadera acción de los ácidos fúlvicos sobre el metabolismo vegetal (Cadahia, 2005).

3.4.3.2 Fitohormonas: Brasinoloides

Según el Folleto Informativo de Biotop (2012), además de contener ácidos húmicos y fulvicos, VigorTop contiene ingredientes complementarios ricos en fitohormonas obtenidas del Marat complementada con Brasinoloides procedentes del extracto de Brassicas.

Según Núñez (2000) las fitohormonas son sustancias orgánicas producidas en muy bajas concentraciones en una parte del vegetal y transportadas a otra parte donde lleva a cabo su acción fisiológica. Se reconocen comúnmente como hormonas vegetales cinco tipos de compuestos: auxinas, citocininas, giberelinas, etileno y ácido abscísico. Cada uno de éstos tiene efectos fisiológicos propios. Además de estas cinco fitohormonas, consideradas clásicas, existen otros compuestos involucrados en diferentes procesos del desarrollo de las plantas, como las poliaminas, el ácido Jasmónico, el ácido salicílico y los brasinoesteroides (Brasinoloide).

Los brasinoesteroides son una familia de compuestos que actúan como reguladores de crecimiento vegetal. Son las únicas hormonas vegetales con una estructura química de tipo esteroidal en las plantas y están considerados como la sexta clase de hormonas vegetales. Desempeñan un papel esencial en el crecimiento y desarrollo, participando en procesos de expansión, división y

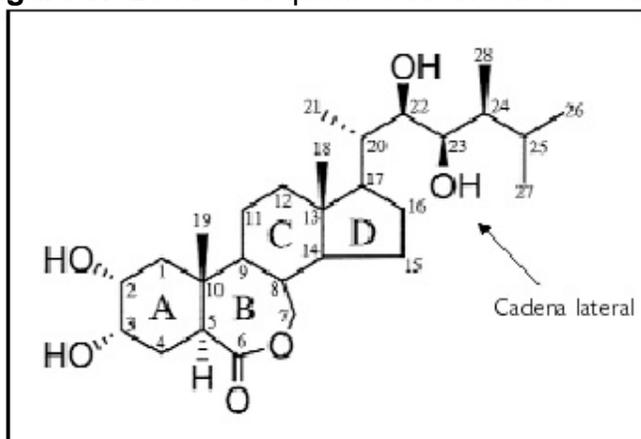
diferenciación celular en los tejidos jóvenes de las plantas en crecimiento. La ausencia, defecto o problemas de su asimilación en las plantas, se traduce inmediatamente en cambios drásticos del fenotipo de las plantas como son enanismo severo, disminución de la fertilidad, poco desarrollo de las raíces, cambios en la morfología de las hojas y otras anomalías. Además, diversas investigaciones han informado que estos compuestos no sólo son capaces de estimular la división y la elongación celular sino que además pueden incrementar el rendimiento de los cultivos (www.wikipedia.com, 2012).

La estructura básica de un Brasinoesteroide natural está constituida por varios anillos, existiendo formas con 27, 28 y 29 carbonos. La síntesis de los esteroides en plantas ocurre a partir del cicloartenol, derivado del esqualeno, el cual proviene del farnesil-pirofosfato. Entre los varios compuestos esteroides intermediarios, derivados del cicloarteno y precursores de Brasinoesteroides en plantas se pueden mencionar el obtusifoliol, colesterol, sitosterol y campesterol. El más importante de ellos es el campesterol que se transforma inicialmente a campestanol iniciando dos vías de conversión (oxidaciones C6 “temprana y tardía”) siendo ciclos simultáneos de retroalimentación (Jordán y Casaretto, 2006).

Como se mencionó anteriormente, el término “brasinoesteroides” fue asignado a los esteroides que promueven el crecimiento de los tejidos vegetales. Sin embargo, existen varios esteroides intermediarios en su síntesis, por lo que existía la duda de cuál era la característica de los brasinoesteroides (Sáenz et al., 2011). Para clarificar esta situación, Bishop y Yokota (2001) propusieron definir a los brasinoesteroides como esteroides que tengan un oxígeno en el átomo de carbono C-3 y otros adicionales en C-2, C-6, C-22 y C-23, de acuerdo al orden numérico de los carbonos de los esteroides, como se observa en la Figura 1.

a) Efectos Fisiológicos de los Brasinoesteroides en la Planta, los efectos producidos por los Brasinoesteroides sobre las plantas son los siguientes:

Figura 1. Estructura química del brasinoesteroide



Fuente: Sáenz et al., 2011

- **Crecimiento, Diferenciación y Morfogénesis**, los Brasiesteroideos provocan crecimiento por elongación de epicotilos, hipocotilos y pedúnculos en dicotiledóneas, mientras que en monocotiledóneas se expresa en coleotilos y mesocotilos. Otros efectos de crecimiento relacionados corresponden a la reorientación transversal de microtúbulos, producción de metabolitos secundarios, crecimiento del tubo polínico, inclinación y enrollamiento de las hojas.

Básicamente, en ausencia de IAA, los Brasiesteroideos pueden inducir además crecimiento por división celular y elongación. En forma sinérgica con auxina, los brasinoesteroideos promueven un incremento de la curvatura gravitrópica en maíz, inducen la proliferación de callo *in vitro* y la inducción de raíces adventicias. Por otro lado, los Brasiesteroideos promoverían la acumulación de citocininas. En relación a efectos asociados a etileno, pueden acelerar la madurez y senescencia aumentando la productividad de algunos cultivos (Jordán y Casaretto, 2006).

Por otro lado, los brasinoesteroideos también tienen efecto en los procesos de propagación *in vitro* o micropropagación. Esta última es un método alternativo para la multiplicación masiva de especies vegetales. Se realiza por medio del cultivo de células vegetales, tejidos o aislamiento de órganos de una planta madre en un medio nutritivo artificial bajo condiciones estériles. Actualmente los brasinoesteroideos están siendo investigados cada vez más durante el proceso de

micropropagación, ya que se ha reportado que estimulan la formación de nuevos brotes, la regeneración de plántulas a partir de embriones somáticos, y recientemente se ha determinado que promueven la formación de los embriones somáticos (Sáenz et al, 2011).

- **Tolerancia a Estrés Biótico y Abiótico**, junto a la gama de respuestas celulares y morfogénicas atribuidas exclusivamente a los brasinoesteroides, también se han encontrado respuestas frente a fenómenos de estrés biótico y abiótico. Entre ellos se ha encontrado mayor resistencia de cultivos a heladas, calor, sequía, sales; una mayor tolerancia a herbicidas y a enfermedades (Jordán y Casaretto, 2006).

Recientemente se ha informado que la aplicación de varios Brasinoesteroides en semillas de arroz reduce el impacto del estrés salino sobre el crecimiento (Anuradha & Rao 2003).

- **Incremento de la Productividad en Cultivos**, varios efectos promotores en cultivos han sido descritos sobre la aplicación de Brasinoesteroides y varias patentes sobre su empleo han sido registradas. Se ha citado un aumento del peso fresco en rábano, cebolla, trigo y racimos de uva, incremento del tamaño en plantas de soya y maíz y mayor producción en poroto (fríjol). Al aumentar también la cuaja en tomates, peras, duraznos, limones, kaki y manzanas, los Brasinoesteroides indirectamente logran reducir la caída de frutos. En lo que respecta a la propagación vegetativa de algunos cultivos comerciales, se ha indicado también que pueden aumentar el porcentaje de estacas enraizadas e incrementar la viabilidad de éstas (Jordán y Casaretto, 2006).

3.4.3.3 Extracto de Marat (*Moringa oleífera*)

El folleto informativo de Biotop (2012) indica que VigorTop, además de los componentes ya descritos, posee un ingrediente rico en fitohormonas obtenidas del Marat (*Moringa oleífera*).

El árbol conocido como Marat, Moringa, Marango, Paraíso, Paraíso blanco (América Central), Jazmín francés (Colombia y Puerto Rico), Palo de abeja (República Dominicana), Palo jeringa (Cuba), Perlas (Guatemala), Terebinto (Salvador), Jacinto (Panamá), Reseda (España) es originario del Norte de la India, se ha difundido a casi todos los países tropicales de Asia, África y América. En América su cultivo se extiende desde el sur de La Florida y California hasta Perú, Paraguay y Brasil (Geilfus, 1994).

a) Descripción Botánica, es un pequeño árbol caducifolio de hasta 10 m de altura, con la corteza blanco-grisácea que pasa de lisa a rugosa, pudiendo ser fisurada e incluso corchosa con los años. Hojas coriáceas con aspecto de helecho, triplemente pinnadas, de hasta 45 cm de longitud, con numerosos folíolos obovados de 4 – 24 mm de longitud. Flores blancas, aromáticas, dispuestas en racimos laterales de 10 – 20 cm de longitud. Frutos capsulares, colgantes, de 24 – 30 cm de longitud, de color marrón, abriéndose en tres valvas. Semillas papiráceas, redondeadas, aladas (López y Sánchez, 2001).

b) Clima y Suelos, el Marat es una especie de exigencias tropicales que se encuentra principalmente desde el nivel del mar hasta 600 metros, aunque en México asciende hasta los 1200 m.s.n.m. en lugares abrigados. Crece en climas semiáridos, semihúmedos y húmedos, desde 300 mm (pero con suelo fresco) hasta más de 2000 mm de precipitación anual. Crece mejor en suelos neutros o ligeramente alcalinos; prefiere los suelos ligeros, frescos y bien drenados (Geilfus, 1994).

c) Usos, según Geilfus (1994) el Marat es, sin duda alguna, uno de los árboles de uso múltiple más útiles de los Trópicos; se le conocen no menos de 30 usos diferentes, entre los cuales se puede destacar:

- **Alimentación Humana**, las hojas tiernas son comestibles como espinacas; son una fuente excepcional de vitamina A, B y C, de calcio, hierro, y de dos aminoácidos (constituyentes de las proteínas) generalmente deficientes en muchos alimentos, la metionina y la cistina. Se recomiendan para la dieta de

niños, y la prevención de la anemia. Deben separarse las hojuelas de sus tallitos que no se ablandan. Los frutos muy se comen cocinados y son de sabor agradable. Las semillas molidas se usan como condimento en salsas. La raíz de las plantas nuevas se utiliza rallada como condimento picante, con un sabor parecido al rábano blanco. Las flores se comen hervidas y en ensaladas, y con la resina del tronco se pueden espesar las salsas como se hace con maicena.

- **Forraje**, el Marat da un forraje excelente las hojas contienen 16 – 29 % de proteína cruda, altamente digestible y hasta 32 % de calcio. También se usan los frutos verdes (20 % de proteína).
- **Purificación del Agua**, las semillas de Marat se usan tradicionalmente en el Sudán para purificar el agua, se reducen las semillas secas a polvo después de remover las alas, se mezclan con un poco de agua y se filtra con un tejido, la suspensión así formada se echa al agua que se quiere purificar, mezclando lentamente durante 5 minutos, después se deja reposar al cabo de una hora, el polvo de ben provoca la sedimentación de todas las impurezas en suspensión en el agua, se logra eliminar hasta el 95 % de las impurezas y bacterias. Se usa el equivalente de una semilla para dos litros de agua sucia, y 1- 1,5 semillas para un litro de agua muy sucia. Esta propiedad extraordinaria del Marat es hoy en día el objeto de investigaciones y proyectos de difusión.
- **Aceite**, de las semillas se extrae el aceite de Ben de excelente calidad y conservación, que se usa en alimentación, como lubricante en mecánica de precisión (relojes) y en la industria cosmética.
- **Propiedades Medicinales**, las hojas, semillas, flores, corteza y raíces tienen propiedades medicinales, como desinfectantes y antiescorbúticas.
- **Usos Agroforestales**, el Marat se planta por estacas grandes y se usa para coberturas ligeras (excelente para hortalizas y cultivos de ciclo corto), cortinas rompevientos. Las hojas se pueden usar como abono verde.

- **Plaguicidas Naturales**, las hojas contienen un principio fungicida activo contra los hongos al “derretimiento” de las plántulas. Se entierra las hojas en el semillero una semana antes de la siembra. El jugo de las raíces tiene propiedades nematicidas.

3.5 Formas de Aplicación de Fertilizantes a la Planta

3.5.1 Fertilización Foliar

La absorción foliar se define como el paso de sustancias a través de las hojas. Este fenómeno fue descrito por primera vez por Mariotte en 1676. En 1789 Forsyth inicio aplicaciones foliares con fines de fertilización, adicionando vía las hojas la mezcla de estiércol, cenizas de madera, cal y orina (Swietlik y Faust 1984, citado por Alcántar y Trejo 2007)

En la actualidad se ha incrementado el uso de los fertilizantes foliares en la agricultura comercial, ya que es una técnica que provee los nutrimentos que requiere el cultivo como suplemento a la fertilización del suelo (Alcántar y Trejo, 2007).

3.5.1.1 La Hoja como Órgano de Absorción

Las hojas son órganos vegetativos, generalmente aplanados, situados lateralmente sobre el tallo, encargados de la fotosíntesis y del intercambio gaseoso.

La hoja es uno de los órganos de las plantas más variables en su forma estructura y función. No obstante, en cortes transversales de hojas de plantas superiores se observan de manera consistente los siguientes constituyentes: cutícula (superior e inferior); epidermis (superior e inferior); haces vasculares (xilema y floema), mesofilo (parénquima en empalizada y parénquima esponjoso), y estomas.

Las hojas tienen la capacidad de absorber elementos nutritivos, el movimiento y translocación fuera de las hojas después de la fertilización foliar dependen del movimiento del nutrimento en el floema y xilema. Los iones móviles en el floema,

tales como K, P, N y Mg se distribuyen dentro de la hoja de manera acropetala (por el xilema) y basipetalo (por el floema) y un alto porcentaje del nutrimento absorbido puede transportarse fuera de la hoja hacia otras partes de la planta que lo demanden. Con iones cuyo movimiento es limitado en el floema (Cu, Fe y Mn) se distribuyen principalmente en forma acropetala dentro de la hoja sin una translocación considerable fuera de la hoja. En el caso del Boro la movilidad dentro de la planta depende en gran medida del genotipo de la planta. De ahí que este factor tenga importantes consecuencias en la eficiencia de la fertilización foliar (Melgar 2004, citado por Alcántar y Trejo, 2007).

3.5.1.2 Rutas Y Mecanismos De Penetración Foliar

a) Penetración a través de Estomas, según Alcántar y Trejo (2007) existen varios argumentos por los cuales se considera que la cámara estomática no es una ruta de penetración foliar. Algunos de ellos son:

- Para que el proceso de absorción se dé tiene que haber un flujo de la gota de agua, conteniendo nutrimentos, hacia el interior de la cavidad estomática. Pero al comparar el espacio que existe entre las células de cierre (20 μm) con el tamaño de una gota pequeña (80 μm), este último es mucho mayor. Por lo tanto no existe flujo.
- La absorción a través de la cámara estomática no puede darse a causa de la gran tensión superficial (72 dina cm^{-1} a 25 °C) que tiene el agua, mayor que la de cualquier otro líquido.
- La difusión de la fase líquida a la fase gaseosa no puede darse.
- Las cámaras estomáticas tienen cierto grado de cutinización.

No obstante, utilizando bandas epidermales, las cuales proporcionan un mayor control experimental tanto cualitativo como cuantitativo de la absorción estomatal de sustancias en las hojas, se ha demostrado absorción vía estomas sin la aplicación de surfactantes o presiones, por lo que no es posible generalizar que la

absorción foliar es exclusivamente cuticular (Eichert et al. 1998 citado por Alcántar y Trejo, 2007).

Eichert (2001) ha demostrado que los solutos penetran a los estomas por difusión y que la absorción foliar vía estomas depende de una gran variedad de factores ambientales y fisiológicos. Entre los más importantes se mencionan la humedad relativa y la iluminación.

Otra evidencia reciente de la absorción foliar vía estomas, fue obtenida por Schreiber (2005) al realizar aplicaciones foliares de nitrato de plata en el cultivo de haba.

b) Penetración a través de la Cutícula, en la fertilización foliar la cutícula es la estructura que primero entra en contacto con la solución fertilizante; es decir, es la primera barrera para el proceso de penetración foliar.

El modelo conceptual más simple que explica de la penetración vía cutícula por una molécula no cargada es el de membrana sorción-difusión. Las moléculas permeadas son sorbidas en un lado de la membrana (exterior), difunden a través de ella y son desorbidas en el otro lado (interior). Este modelo explica perfectamente la permeabilidad de la cutícula a sustancias orgánicas lipofílicas no electrolíticas (no cargada) (Vieth 1991, citado por Alcántar y Trejo, 2007).

La infiltración o penetración de solutos de bajo peso molecular, así como la evapotranspiración de agua a través de la cutícula se llevan a cabo en los poros hidrofílicos dentro de la cutícula. La absorción de cationes por las hojas es más rápida que la de aniones y es particularmente más rápida para aquellos iones pequeños, y para moléculas sin carga como la urea. Cationes y aniones penetran en cantidades equivalentes para mantener la neutralidad. La penetración inicia con la deposición de sales sobre la superficie de la cutícula y estas desaparecen de ahí en forma exponencial en función del ion. La tasa de penetración está influenciada también por la humedad en la superficie de la cutícula y la higroscopia de la sal (Schonherr, 2002).

En resumen, la penetración a nivel cuticular la determinan factores como gradientes de polaridad, de carga, y químicos, la presencia de espacios interreticulares y espacios libres. La penetración de iones orgánicos o inorgánicos depende de la carga del ion, siendo más fácil la penetración de cationes. La adsorbilidad es una función de la valencia y del radio iónico. A mayor valencia y mayor radio iónico, mayor adsorción (Alcántar y Trejo, 2007).

Aspectos como tensión superficial, viscosidad, ángulo de contacto, diámetro de la apertura estomatal y velocidad de ascenso capilar son factores determinantes en la absorción de líquidos vía estoma. Sin embargo, la relación de estos factores con la penetración se encuentra escasamente documentada (Alcántar y Trejo, 2007).

c) Penetración a través de los Ectodesmos, los ectodesmos son conductillos que atraviesan la pared celular y la membrana de la epidermis (Cárdenas, 2011), estructuras finas en las paredes exteriores de las células epidérmicas, las cuales se extienden desde la cutícula y hasta la pared celular, por lo que representan una conexión casi directa del protoplasto con el medio exterior, por lo tanto estas estructuras se han involucrado en la penetración foliar (Alcántar y Trejo, 2007).

Los ectodesmos abundan en el estoma, alrededor de las células guarda, las paredes anticlinales de las células epidérmicas y alrededor de los tricomas glandulares localizados exactamente arriba de las nervaduras. La distribución característica de los ectodesmos puede ser explicada porque los espacios interfibrilares de estos sitios son de escaso diámetro, debido a factores mecánicos como presión o tensión, o que en estos sitios la excreción de sustancias ocurre entre los protoplastos quizá por un proceso inverso a la pinocitosis (Franke 1967, citado por Alcántar y Trejo, 2007).

d) Penetración a través de los Tricomas, según Cárdenas (2011) los tricomas son excrecencias de la epidermis, como los pelos, escamas y vesículas de agua.

Los tricomas no son considerados como una ruta independiente de absorción foliar por la mayoría de los autores, a pesar de que se ha demostrado absorción foliar a través de estos (Alcántar y Trejo, 2007).

Los tricomas son estructuras unicelulares o multicelulares de la epidermis. La etapa de desarrollo afecta significativamente la absorción foliar. El incremento de la cutina aumenta con la edad de la hoja, por lo tanto la absorción foliar por tricomas disminuye con la edad. El desarrollo cuticular es menor en la base de los tricomas, lo cual coincide con las observaciones de que la región basal de los tricomas es penetrada con mayor rapidez (Schreiber, 2005).

3.5.1.3 Factores que Afectan la Absorción Foliar

Los factores que afectan la absorción foliar se pueden clasificar en tres grupos: factores referentes a la solución a asperjar, factores ambientales y factores referentes a la especie vegetal (Alcántar y Trejo, 2007).

a) Factores referentes a la Solución Asperjar, los factores que pueden afectar la absorción foliar con respecto a la solución son:

- **pH de la Solución**, es aceptado que el valor óptimo de pH de los fertilizantes foliares se encuentra en un intervalo de 3 a 5,5 (Kannan 1980 citado por Alcántar y Trejo, 2007). Neumann et al (1983) reporta que valores de pH bajos (menores de 3,0) en las soluciones foliares causan daños al follaje, aun cuando la concentración de sales de esta sea baja.
- **Concentración de la Solución**, la concentración en un fertilizante foliar depende de la especie, el estado de desarrollo de la planta y su estatus nutrimental. La aplicación foliar de nutrimentos puede originar concentraciones de sales en la hoja más altas que aquellas encontradas en la solución del suelo; por ello el principal problema de las aspersiones foliares es la sensibilidad de las hojas a altas concentraciones (Alcántar y Trejo, 2007).

- **Surfactantes**, es un material que facilita e intensifica la emulsión, dispersión, difusión, humectación o modifica otras propiedades de la superficie de los tejidos (Alcántar y Trejo, 2007).
- **Tipo de Nutrimiento, Ion Acompañante.** La absorción de nutrimentos está relacionada con la CIC de la hoja y la valencia del ion influye en el intercambio. Los iones K^+ y NH_4^+ requieren solo de un H^+ en el intercambio mientras que el Ca^{2+} y el Mg^{2+} requieren de $2H^+$, por lo tanto los iones monovalentes penetran con mayor facilidad que aquellos con mayor número de valencia. Los iones de menor diámetro penetran más rápido que los iones de mayor tamaño (Fregoni, 1986).

b) Factores Ambientales

- **Temperatura** la óptima para la absorción foliar se encuentra entre 16° y 20° °C. con temperaturas mayores a 30° °C la absorción es nula, debido al incremento en la transpiración de las hojas y la concentración de la solución aplicada aumenta por la rápida evaporación, de la misma manera, bajas temperaturas inhiben la incorporación de las sustancias foliares (Gonzales y López, 1994).
- **Luz**, la luz estimula la apertura del estoma y la tasa metabólica, lo que conlleva la liberación de energía disponible para la absorción activa (Rodríguez, 1989).
- **Humedad relativa**, una Humedad relativa alta disminuye la tasa de evaporación de la solución asperjada al follaje, además de favorecer la permeabilidad de la cutícula y disminuir el daño por quemaduras. El mejor momento para realizar aplicaciones foliares es por la mañana, cuando los estomas están abiertos, la cutícula esta hidratada por la humedad relativa alta y temperatura media, lo que favorece el incremento del metabolismo de la hoja y la absorción foliar (Wintey, 1999).

- **Viento**, el efecto principal del viento sobre la absorción foliar radica en la remoción del microclima húmedo que se forma alrededor de las superficies asperjadas, debido a lo cual la película de solución se mantiene en contacto con aire de menor humedad relativa, por lo que la evaporación de la solución es más rápida (Silva y Rodríguez, 1995).

c) Factores Referentes a la Especie Vegetal

- **Edad de la Hoja**, la tasa de absorción foliar de la mayoría de los nutrimentos en hojas jóvenes son mayores a las hojas viejas. La absorción nutrimental baja en hojas basales (viejas) ha sido atribuida a una disminución en la actividad metabólica y a la baja cantidad de ectodesmos en la superficie de la hoja (Alcántar y Trejo, 2007).
- **Superficie de la Hoja**, la absorción nutrimental es directamente proporcional a la superficie de la hoja que es mojada por el fertilizante foliar. La superficie de contacto debe ser lo más grande posible, por esta razón es que se adicionan surfactantes a las soluciones que se aplican vía foliar. Adicionalmente, el lado asperjado (adaxial o abaxial), la distribución y densidad estomática, el tipo y densidad de tricomas, entre otros factores, tienen efectos sobre la eficiencia de absorción foliar. El envés de la hoja puede absorber tres a cinco veces más que el haz, debido a que presenta una cutícula más delgada, presenta una mayor densidad de estomas y por su cercanía de los vasos floemáticos (Alcántar y Trejo, 2007).
- **Etapas Vegetativas**, De acuerdo con Alcántar y Trejo (2007) existe una relación significativa entre la capacidad de las hojas de absorber nutrimentos y la etapa de crecimiento de la planta. Al inicio de la etapa vegetativa (plántula) es importante la nutrición, sobre todo cuando se trata de hortalizas y ornamentales que requieren transplante (Villegas, 2001).

- **Estatus Nutricional de la Planta**, plantas con un óptimo abastecimiento nutricional no absorben la misma cantidad de nutrimentos que aquellas que presentan deficiencias nutricionales (Estañol et al., 2005).

3.5.1.4 Limitaciones de la Fertilización Foliar

Según Alcántar y Trejo (2007), las principales limitaciones de esta técnica son:

- **Riesgo de Fitotoxicidad**, las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de formulaciones concentradas. Para cada nutrimento existen valores límites de concentración.
- **Dosis Limitadas de Macronutrientes**, el riesgo de fitotoxicidad sumado al hecho que los macronutrientes se requieren en cantidades mayores, limita la nutrición foliar.
- **Requiere buen Desarrollo del Follaje**, si se tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente, los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el área foliar.

Los trabajos de fertilización deben ser avalados o soportados por un análisis económico para conocer su rentabilidad, que sin duda dependerá del cultivo que se está fertilizando (Trinidad y Aguilar, 2000).

3.5.2 Fertilización al Cuello de la Planta

Es importante tener en cuenta que todos los órganos vegetales (ramas leñosas, tallos y frutos) son capaces de absorber nutrimentos en solución (Alcántar y Trejo, 2007).

Fundamentalmente la técnica de fertilización “aplicada al cuello de la planta” consiste en aplicar el 70% del 100% de los fertilizantes, disueltos en agua, al cuello de la planta y en la banda de fertilización en donde se encuentran raicillas absorbentes (Quijano, 2010).

Para ésta aplicación se puede utilizar una aspersora normal de mochila, para lo cual se remueve la boquilla, aplicando un chorro del caldo al cuello de la planta, como se observa en la Figura 2 (www.syngenta.com, 2011).

Figura 2. Modo de aplicación “al cuello de la planta”



Fuente: www.syngenta.com, 2011

3.5.2.1 Ventajas de la Aplicación al Cuello de la Planta

Este método de fertilización presenta varias ventajas Quijano (2010) enumera las siguientes:

- Reduce el costo de la actividad de fertilización, hasta en 30% (en plantines y cultivos establecidos), al compararla con la fertilización tradicional del suelo.
- Favorece una alta disponibilidad de nutrimentos en la banda de fertilización, que ayuda a formar una mayor cantidad de raicillas absorbentes.
- Aumenta la eficiencia de los fertilizantes en vivero, plantines y plantaciones establecidas.

- Pueden utilizarse fertilizantes tradicionales granulados de buena solubilidad y de fácil obtención, que al mezclarlos suplen el requerimiento de una fórmula de N, P y K.
- Los resultados de volumen de follaje, color de hoja, crecimiento y productividad en el cafeto, son similares a los obtenidos en la fertilización tradicional.
- Permite utilizar simultáneamente los fertilizantes tradicionales, en mezcla con plaguicidas.
- Permite la conservación del mantillo orgánico, la humedad del suelo, incrementar las raíces absorbentes, disminuir malezas y evitar la erosión.
- La aplicación al cuello de la planta y en la banda de fertilización, aumenta la asimilación de los nutrientes, reduciendo su pérdida por arrastre o vapores.
- El incremento de la acidez del suelo y el daño al medio ambiente se reduce.

3.6 Ambientes Protegidos

Yuste (1997) citado por Flores (2007) afirma que la principal diferencia entre el cultivo al aire libre y en ambiente protegido es el control del medio que las plantas necesitan para obtener su máximo desarrollo.

Hartmann (1990) citado por Avalos (2008) indica que una carpa solar es una construcción sofisticada de ambiente atemperado que permite la producción de cultivos más delicados. En el altiplano boliviano se han desarrollado diferentes tipos de carpas solares, las más comunes son “túnel”, “medio túnel” una y dos aguas, donde mejor resultado el conocido como “una agua”, la construcción es sencilla, se utilizan adobes para los muros, maderas o fierros de construcción para la armazón del techo y agofilm o calamina plástica para el techo.

Por su parte Blanco et al. (1999), citado por Flores (2007), señala que un invernadero es una estructura con cubierta transparente o translúcida en la que es posible mantener un ambiente más o menos controlado en relación a la

temperatura, humedad y energía radiante para conseguir un adelanto o retraso en las cosechas, proteger los cultivos y hacer un mejor uso del agua.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Localización

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental de Cota-Cota, perteneciente a 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 una altitud de 3400 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas 16°32´ latitud Sur y 68°8´ longitud Oeste.

4.1.1 Clima

El lugar se clasifica como cabecera de valle, la temperatura máxima es de 25,1 °C, una media de 11,5° y una mínima de 0,6 °C.

La precipitación promedio por año es de 400 mm.

4.1.2 Topografía y Vegetación

Presenta una topografía accidentada con pendientes regulares a fuertes, donde se realizan terraceos con fines agrícolas. Se presentan las siguientes especies vegetales: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Acacias (*Acacia sp.*), Queñua (*Polylepis incana*), Retama (*Spartium junceum*), Ligustro (*Ligustrum sinensis*), Chillka (*Baccharis*), etc.

4.2 Materiales

4.2.1 Material Experimental

Para el presente estudio se utilizaron dos variedades de acelga: Large White Ribbed y Fordook Giant.

Por otra parte se empleó el Bioinsumo “VigorTop” uno de los factores en estudio.

Finalmente el experimento se realizó en un ambiente protegido con paredes de ladrillo, techo de agrofilm de 250 micrones de espesor, ventanas en la parte delantera y trasera, cubiertas con malla antigranizo y cortina de agrofilm.

4.2.2 Material de campo

El material de campo empleado durante la presente investigación se detalla a continuación:

- Palas
- Cordeles
- Cuaderno de campo
- Picotas
- Manguera
- Mochila aspersora de 20 Litros
- Rastrillo
- Envases plásticos
- Cuchillos
- Marbetes
- Bolsas Nylon
- Balanza electrónica de 5 Kilogramos
- Regla metálica de 100 centímetros

4.3 Metodología

4.3.1 Metodología Procedimental

Durante el desarrollo del actual estudio se siguieron los siguientes pasos en orden cronológico:

a) Reconocimiento del Área de Estudio, anterior al establecimiento del estudio se realizó un reconocimiento del área experimental con el fin delimitar el área experimental, de acuerdo al croquis de campo establecido.

b) Preparación del Suelo, una vez reconocida y delimitada el área experimental se procedió a la remoción del suelo, a una profundidad de 20 cm, recomendable para el buen desarrollo de la acelga. Posteriormente se realizó la incorporación de materia orgánica (estiércol de ovino y vacuno), para luego mullir y nivelar el terreno.

c) Siembra, la siembra se realizó, en fecha 2 de Noviembre de 2011; 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.

Las características de la siembra se presentan a continuación:

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

d) Raleo, se realizó en forma manual, cuando la acelga presentaba de tres a cuatro hojas verdaderas.

e) Riego, el riego se efectuó diariamente, con una regadera, hasta la emergencia de las plántulas. Posteriormente, una vez que las plántulas presentaron entre 3 y 4 hojas verdaderas el riego se realizó con una frecuencia de tres veces por semana, con una manguera conectada a una pileta de agua potable.

f) 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.

g) Control de Plagas, durante el ensayo se presentaron plagas esporádicas como son Pulgones verdes (*Aphis sp.*) y larvas de Cosinga (*Cosinga cosinga*), sin embargo como estas no influyeron de manera significativa en el cultivo se realizaron tres recolecciones de larvas (caso Cosinga) y ningún tipo de control en el caso del pulgón.

h) Escarda y Aporque, las escardas se realizaron de forma manual al mes de la siembra, con una chonta para evitar la compactación del suelo, posterior a esto se hizo un aporque con el fin de dar apoyo a las plántulas que aun presentaban peciolos frágiles y fácilmente quebradizos. También se efectuó la escarda, seguida de un aporque, después de cada cosecha.

i) Aplicación del Bioinsumo, la aplicación del bioinsumo se realizó en intervalos de 14 días, por tres ocasiones antes de la primera cosecha, las fechas e intervalos de aplicación se detallan a continuación:

- **SIEMBRA:** **2 de Noviembre de 2011**
- **1ra. Aplicación:** 16 de Noviembre de 2011
- **2da. Aplicación:** 30 de Noviembre de 2011
- **3ra. Aplicación:** 14 de Diciembre de 2011
- **PRIMERA COSECHA:** **26 de Diciembre de 2011**
- **4ta. Aplicación** 30 de Diciembre de 2011
- **SEGUNDA COSECHA:** **9 de Enero de 2012**
- **5ta. Aplicación:** 13 de Enero de 2012
- **TERCERA COSECHA:** **23 de Enero de 2012**
- **6ta. Aplicación:** 27 de Enero de 2012
- **CUARTA COSECHA:** **6 de febrero de 2012**

La frecuencia de aplicación se realizó en función de la información adjunta al bioinsumo, ya que según Ortuño et al. (2009) el producto debe aplicarse de 7 a 14 días de acuerdo a requerimiento del cultivo.

En cuanto a la dosis se utilizó la señalada en el envase del producto (1 L en 20 L de agua), la solución fue aplicada con una mochila aspersora con una capacidad de 20 litros. La cantidad de solución para cada aplicación fue calculada por diferencia de volúmenes y se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Volumen utilizado y ponderado en las diferentes Formas de Aplicación de VigorTop

Modalidad de aplicación	Volumen utilizado en cada aplicación por unidad experimental (L)	Volumen ponderado por una aplicación (L/m²)
Aplicación foliar	2,00	1,11
Aplicación al cuello de la planta	1,50	0,83
Aplicación foliar y al cuello de la planta	3,00	1,66

j) Cosecha, se realizaron cuatro cosechas en el experimento, la primera cuando las láminas de hoja más el pecíolo alcanzaron una altura mayor a 45 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 pecíolo con los dedos pulgar e índice, para luego realizar un movimiento firme de 90° de izquierda a derecha, de esta manera se desprendió la hoja del cuello de la planta.

k) 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 0,5 kg.

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

l) Recolección y Sistematización de Datos, 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 versión 6.12).

4.3.2 Metodología Experimental

El presente estudio se desarrolló bajo el diseño bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas con tres repeticiones (tres bloques) donde el factor “Métodos de Aplicación de VigorTop” se estableció en las parcelas como Factor “A” (parcela grande), con cuatro niveles y el factor “Variedad de Acelga” en subparcelas como Factor “B” (parcela chica), con dos niveles, presentando un total de ocho tratamientos, bajo el siguiente modelo lineal aditivo:

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \varepsilon_{ik} + \gamma_j + (\alpha \gamma)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo nivel de método de aplicación de VigorTop

ε_{ik} = Error experimental de “A”

γ_j = Efecto del j-ésimo nivel de variedad de Acelga

$(\alpha \gamma)_{ij}$ = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de método de aplicación de VigorTop con el j-ésimo nivel de variedad de Acelga

ε_{ijk} = Error experimental de “B”

El factor a bloquear es la variación de temperatura, ya que colindante al tercer bloque del área experimental se ubica la ventana trasera del ambiente protegido esta se encuentra cubierta con una malla antigranizo y una cortina de agrofilm la cual se levanta cada mañana con el fin de ventilar el ambiente protegido y se cierra al atardecer para evitar que descienda la temperatura en la carpa solar. Al estar expuesto a la ventana abierta el tercer bloque recibe con más intensidad que

los otros el impacto del viento (corrientes de aire frío) lo que produce variaciones térmicas en el lugar donde se desarrolló el estudio.

4.3.2.1 Factores De Estudio

Los factores de estudio y niveles se detallan en el Cuadro 2:

Cuadro 2. Factores y Niveles en el estudio de dos Variedades del Cultivo de Acelga

Factor A: Métodos de Aplicación de VigorTop		Factor B: Variedades de Acelga	
Niveles	a_0 = Sin aplicación de VigorTop	Niveles	b_1 = Variedad Fordook Giant
	a_1 = Aplicación foliar de VigorTop		b_2 = Variedad Large White Ribbed
	a_2 = Aplicación al cuello de la planta de VigorTop		
	a_3 = Aplicación foliar y al cuello de la planta de VigorTop		

De acuerdo a los factores y niveles planteados, los tratamientos establecidos se detallan en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Tratamientos en el estudio de dos Variedades del Cultivo de Acelga

Tratamientos	Combinación de Factores (A X B)	Descripción
T ₁	a_0b_1	Var. FORDHOOK GIANT sin aplicación de VigorTop
T ₂	a_0b_2	Var. LARGE WHITE RIBBED sin aplicación de VigorTop
T ₃	a_1b_1	Var. FORDHOOK GIANT con aplicación foliar de VigorTop
T ₄	a_1b_2	Var. LARGE WHITE RIBBED con aplicación foliar de VigorTop
T ₅	a_2b_1	Var. FORDHOOK GIANT con aplicación al cuello de la planta de VigorTop
T ₆	a_2b_2	Var. LARGE WHITE RIBBED con aplicación al cuello de la planta de VigorTop
T ₇	a_3b_1	Var. FORDHOOK GIANT con aplicación foliar y al cuello de la planta de VigorTop
T ₈	a_3b_2	Var. LARGE WHITE RIBBED con aplicación foliar y al cuello de la planta de VigorTop

4.3.2.2 Área Experimental

Las características del área experimental se detallan a continuación:

- **Área experimental:** 47,04 m²
- **Área del bloque:** 14,4 m²
- **Área de la Unidad experimental:** 1,8 m²
- **Pasillo entre bloques:** 0,2 m

4.3.2.3 Variables de Respuesta

Las variables de respuesta evaluadas en el presente estudio fueron las siguientes:

- **Respuesta a las Condiciones Climáticas**, durante el periodo del desarrollo del cultivo de acelga se registró diariamente la temperatura máxima y mínima dentro del ambiente protegido. Este procedimiento se realizó con un termómetro digital.
- **Altura de Planta**, se determinó a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra considerando la altura desde la parte basal hasta el ápice de la hoja de mayor longitud, para esto se muestreo diez plantas al azar del área útil de cada unidad experimental. La medición se realizó con una regla graduada en centímetros.
- **Numero de Hojas Totales por Planta**, se cuantifico el número total de hojas (sin considerar la longitud de lámina, ni el peciolo) a los 10, 20, 30, 40 y 50 días post-siembra, de las mismas plantas señaladas para la anterior variable de respuesta.
- **Numero de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta en cada Cosecha**, se contabilizo las hojas comercialmente aprovechables, de cada planta seleccionada para el estudio. El conteo se realizó durante cada una de las cosechas.

- **Longitud de Hoja a la Cosecha**, las hojas comercialmente aprovechables recolectadas durante las cosechas fueron medidas desde la base del pecíolo hasta el ápice del limbo. Este procedimiento se efectuó con una regla metálica graduada en centímetros.
- **Peso de Hojas Aprovechables por Planta**, se pesó las hojas comercialmente aprovechables, de cada planta muestreada, después de cada cosecha. El procedimiento se realizó con una balanza electrónica, marca CAMRY, modelo EK5055, con una capacidad de cinco kilogramos.
- **Rendimiento de Materia Verde**, para obtener los datos de rendimiento se pesó las hojas cosechadas de cada unidad experimental con una balanza electrónica, estos datos se promediaron y ponderaron para conseguir la producción en Kilogramos por metro cuadrado.
- **Análisis Económico del Cultivo de Acelga**, según CIMMYT (1988), citado por Chambi (2005), para conocer la rentabilidad del cultivo es necesario una serie de análisis económicos empleando indicadores biodinámicos. Se recurrió a la relación beneficio/costo para medir la capacidad que tiene la aplicación de un tratamiento alternativo y generar rentabilidad por cada unidad monetaria gastada (Terrazas 2002, citado por Avalos, 2008).

Según IBTA-PROINPA (1995), citado por Chambi (2005), la relación beneficio-costo se calcula por:

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

Dónde:

B/C= Relación beneficio/costo

BB = Beneficio Bruto (Precio de campo * Rendimiento ajustado)

CT = Costo Total (Suma de costos fijos + costos variables)

5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

El actual estudio trato de incrementar el rendimiento del cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* var. *Cycla*) aplicando un bioinsumo elaborado en base a Ácidos húmicos, Ácidos Fúlvicos y Brasinoesteroides (VigorTop) a diferentes órganos de la planta: hojas y cuello de la planta. A continuación se detallan los resultados obtenidos en el presente ensayo.

5.1 Respuesta a las Condiciones Climáticas

5.1.1 Temperaturas Máximas y Mínimas en el Ambiente Protegido

Las plantas están expuestas continuamente a las variaciones climatológicas que se producen tanto de forma diaria como estacionalmente. Estos cambios tienen una influencia notable en las actividades y el metabolismo de las plantas y se producen respuestas por parte de la planta para adaptarse a las condiciones ambientales y sacar mayor provecho de ellas (Flórez, 2007) en vista de esto se consideró necesario realizar un seguimiento de las variaciones térmicas registradas durante el presente experimento en la Figura 3, se observa la variación térmica en el ambiente protegido donde se efectuó el presente estudio.

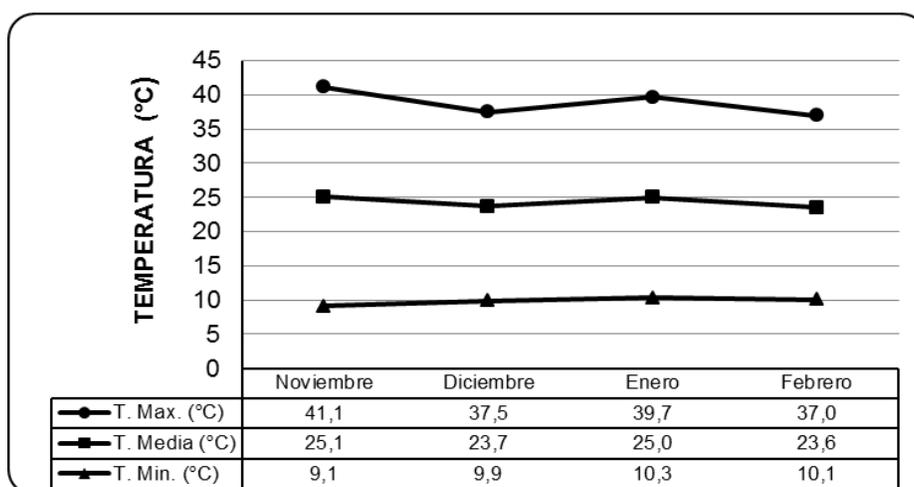


Figura 3. Promedio de temperaturas máximas y mínimas mensuales en el ambiente protegido

Como se puede ver las temperaturas mas altas se registraron en el mes de Noviembre de 2011 cuando se iniciaba el experimento, estas favorecieron el establecimiento del cultivo ya que como mencionan Yuste (1997) y Mier (2010) la temperatura optima para la germinacion de las semillas de acelga es de 25°C, lo que coincide con la registrada en el ambiente protegido.

La temperatura promedio fue de 24,3°C, al respecto Casseres (1981), Martinez et al. (2003) y Barbado (2003), señalan que la temperatura optima para el desarrollo de este cultivo esta entre los 13°C hasta los 18°C. Sin embargo Giaconi (1993) y De la Paz y Souza-Egipsy (2003) indican que este cultivo se adapta a variadas condiciones climaticas y que resiste bien los rigores del invierno y los calores del verano, en el presente caso el cultivo presento muy buen desarrollo aunque el promedio de temperatura estuvo por encima del señalado en bibliografia. Flores (2007) realizo un experimento utilizando la variedad Fordook Giant entre los meses de Octubre y Mayo de 2006, donde registro temperaturas maximas entre 30,1°C y 35,5°C, ligeramente inferiores a las presentadas en esta investigacion, señala que el cultivar presento un buen comportamiento en dichas condiciones, puesto que se obtuvo buenas cosechas, lo que acontecio tambien en el actual estudio.

De la Paz y Souza-Egipsy (2003) y Giaconi (2004), indican que la planta de acelga por efecto de altas temperaturas presenta la subida prematura del tallo floral y la floracion, a raiz de lo cual sus hojas adquieren un sabor amargo; sin embargo este problema no se presentó durante los meses en que se desarrolló el cultivo, Flores (2007), mencionado anteriormente, tampoco presentó el problema de la flor precoz, aunque las temperaturas sobrepasaron las maximas requeridas que oscilan entre 30°C y 35°C tal como señala Serrano (1985), quien ademas afirma que la fluctuacion termica influye en las funciones vitales de floracion y fructificacion.

5.2 Comportamiento Agronómico del Cultivo

5.2.1 Fases del Cultivo

A lo largo del trabajo de investigación se realizó la evaluación del crecimiento del cultivo desde el momento de la siembra (2 de Noviembre de 2011) hasta las respectivas cosechas.

Se puede observar que la emergencia de ambos cultivares de acelga se dio a los 10 días de la siembra (12 de Noviembre de 2011), al respecto Avalos (2008) y Flores (2007) indican que la emergencia de plántulas de la variedad Fordook Giant ocurre entre los 8 a 12 días de la siembra, los datos anteriores concuerdan con lo afirmado por ambos autores. En cuanto a la variedad Large White Ribbed, Chambi (2005) menciona que su emergencia ocurre entre los 8 a 10 días de la siembra, esto corrobora la información obtenida a través del presente estudio.

El criterio utilizado para determinar el momento óptimo para la cosecha, es la longitud de hoja, la cual debe ser mayor a 40 centímetros (Martínez et al, 2003; Flórez, 2009; De la Paz y Souza-Egipsy, 2003), en base a esta información la primera cosecha se realizó a los 54 días de la siembra (26 de Diciembre de 2011). Avalos (2008) señala que en su experimento con la variedad Fordook Giant efectuó la primera siega 80 días después de la siembra; la diferencia de días con la presente investigación se debe principalmente a que Avalos (2008) realizó la siembra en almácigo para después traspasar al terreno definitivo, el transplante incrementa el ciclo del cultivo, ya que la planta sufre cierto stress al ser cambiada de medio y sustrato, el vegetal demora entre 7 a 10 días en prender y acomodarse al terreno definitivo (SEMTA, 1993). Acerca de la variedad Large White Ribbed, la cosecha también se realizó a los 54 días posteriores a la siembra (26 de Diciembre de 2011), aunque las plantas presentaban un desarrollo menor a la otra variedad (sin embargo las hojas presentaban la longitud necesaria para ser cosechadas), en una investigación realizada con el mismo material varietal por Chambi (2005) se concretó la cosecha a los 62 días de la siembra, cuando las hojas alcanzaron entre 50 y 60 centímetros de largo; la diferencia de tiempo

demostrada entre estos estudios posiblemente se deba a características genéticas propias del cultivar Large White Ribbed, al fertilizante utilizado, sustrato y condiciones ambientales dadas al cultivo.

La segunda, tercera y cuarta cosecha se realizaron con intervalos de 14 días ya que después de transcurrido este tiempo la planta ya mostraba el indicador visual propio de la cosecha, en una investigación realizada con variedad Fordook Giant la cosecha se efectuó con un intervalo de 15 días, porque tras este tiempo las hojas ya presentan el tamaño comercial (Flores, 2007), como se observa existe coincidencia entre ambos estudios. En cuanto al cultivar Large White Ribbed en un trabajo de investigación realizado anteriormente, el tiempo transcurrido entre cosechas es de 19 días (Chambi, 2005) estas disimilitudes se deben posiblemente a factores ambientales y a características propias de cada estudio.

5.2.2 Respuestas Agronómicas del Cultivo durante el Crecimiento

5.2.2.1 Altura de Planta

El desarrollo de la altura de planta de ambas variedades de acelga presenta diferencias de crecimiento a lo largo del ciclo del cultivo, como se observa en la Figura 4.

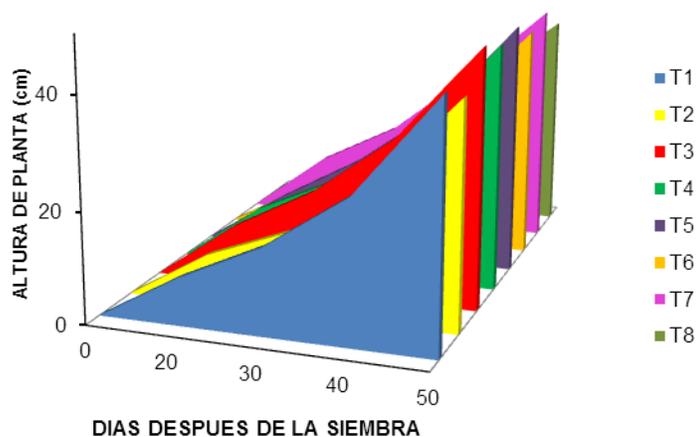


Figura 4. Efecto de los tratamientos en la Altura de Planta del Cultivo de Acelga

Los tratamientos T₃, T₄, T₅ y T₇ (con aplicación de VigorTop) son los que presentan una mayor altura con respecto a los tratamientos T₁ y T₂ (sin aplicación de VigorTop) en el tiempo en que se desarrollo el cultivo, en vista de esto se puede afirmar que la aplicación del bioinsumo tiene efecto sobre la altura de planta, al respecto Mier (2010) realizó un ensayo en la variedad de acelga Bresanne, utilizando diferentes dosis de ácidos húmicos y fúlvicos en fertirriego, presenta los resultados de los valores medios de altura de planta a los 30, 60 y 90 días después del trasplante la altitud promedio descrita por la autora a los 30 días después del trasplante es de 19,41 cm, a los 60 días observa 38,18 cm y finalmente a los 90 días señala que las plantas alcanzaron una altura de 48,46 cm, como se observa los valores son ligeramente inferiores a los presentados en el actual estudio, esto se debe a diferencias genéticas entre los cultivares de acelga Bresanne, Large White Ribbed y Fordook Giant, y también a características propias de cada investigación. Por otra parte la citada autora al efectuar el análisis de varianza para la variable altura de planta determinó que los tratamientos T₁(5,0 L/ha de ácido fulvico), T₂ (10,0 L/ha de ácido fulvico), T₃ (15,0 L/ha de ácido fulvico), T₅(5,0 L/ha de ácido húmico), y T₆ (10,0 L/ha de ácido húmico), se muestran significativamente superiores (1 %) al tratamiento testigo (sin aplicación de enmienda orgánica), esto se atribuye al efecto positivo de los “Ácidos Fúlvicos” sobre el comportamiento de las hojas en la planta y además sobre las propiedades del sustrato ya que mejora sus características tanto físicas, químicas y biológicas lo que permitió un mejor desenvolvimiento de los elementos constituyentes del suelo en beneficio de la parte aérea de la planta.

Asimismo Ramos (2000) efectuó un estudio en el cultivo del tomate con aplicaciones de tres diferentes dosis de acidos húmicos y fúlvicos (componentes del Vigortp), en ellos se comprueba que todos los tratamientos con sustancias húmicas aumentan el valor del crecimiento de las plantas respecto al control. Esto se debe a que estos ácidos producen un incremento de la fotosíntesis, además de esto la asimilación por parte de las células del contenido de azúcar y de vitaminas aumenta (HuminTech, 2011).

Por otro lado el otro componente de “VigorTop”, los brasinoesteroides, presentan efectos sobre la altura de plantas de acelga, ya que en una investigación realizada por Alfonso et al., (2009) se aplicó foliarmente a un cultivo de lechuga (cultivar BSS-13), tres diferentes bioestimulantes: Pectimorf (T_1), Liplant (T_2) y Biobras-16 (T_3) (cuyo componente principal son los brasinoesteroides), además se tuvo un testigo (T_4); al realizar la evaluación en el momento de la cosecha se observó un efecto superior de Biobras-16 sobre el crecimiento de las plantas, según los autores la altura de planta alcanzada por los vegetales tratados con este es de 28,43 cm significativamente superior a la longitud obtenida con los tratamientos: T_1 (27,57 cm), T_2 (25,13 cm) y T_4 (22,26 cm), en base a esto los autores destacan la importancia del papel que desempeñan los brasinoesteroides en las primeras etapas del crecimiento vegetativo, especialmente como promotor del crecimiento. Esta hormona se caracteriza por producir la estimulación del desarrollo vegetal, la reproducción e interacción con otras hormonas, el aumento de los rendimientos y la producción de biomasa en diferentes cultivos, así como el aceleramiento de la maduración de la cosecha, a lo que se le suma el aumento de resistencia de las plantas a las plagas y a diferentes factores de estrés, como la alta salinidad, sequía, temperaturas bajas y altas, y agentes químicos agresivos como los plaguicidas y herbicidas (Benítez et al., 2006 citado por Alfonso et al., 2009) .

Ademas para una mejor comprension de estos datos se realizó las curvas de desarrollo para las dos Variedades utilizadas asi como para las diferentes modalidades de aplicación.

Se puede notar que la variedad Fordook Giant presento una mayor altura de planta que la variedad Large White Ribbed (Figura 5), estudios realizados por Flores (2007) confirman que el cultivar Fordook Giant presenta una altura superior con respecto a otras variedades de acelga, principalmente debido a la naturaleza de su crecimiento, ya que presenta un porte más erecto por lo cual alcanza mayor longitud vertical.

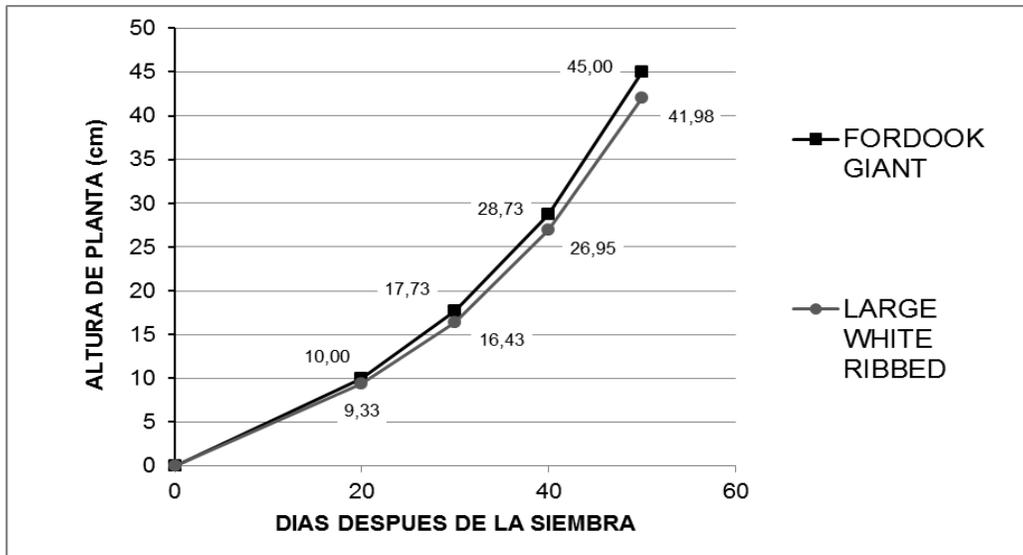


Figura 5. Curvas de crecimiento de altura de planta por Variedades de Acelga

Acerca de la influencia de las diferentes modalidades de aplicación del bioinsumo en el cultivo, en la Figura 6 se observa que las plantas con aplicación foliar y con aplicación foliar y al cuello de la planta presentan mayor altura a lo largo del ciclo del cultivo, por lo que se puede afirmar que aplicando foliarmente un fertilizante, este es mejor asimilado por la planta.

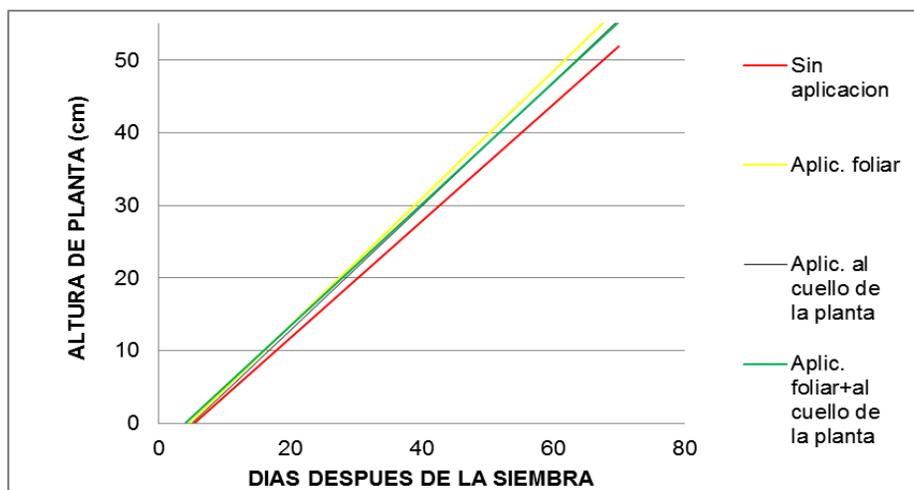


Figura 6. Efecto de la Forma de aplicación de VigorTop en la Altura de Planta en Relación a Días después de la Siembra

5.2.2.2 Número de Hojas Totales por Planta

A los 10 días después de la siembra (90% de emergencia) las plántulas presentaban de 1 a 2 hojas verdaderas, a los 20 días de la siembra las plantas presentaban un promedio de 4 hojas, transcurridos 30 días después del sembrado ambos cultivares de acelga poseían entre 6 y 8 hojas de diferentes alturas, a los 40 días post-siembra los vegetales exhibían entre 8 y 10 hojas de variadas longitudes, finalmente a los 50 días (cuatro días antes de la primera cosecha) las plantas presentaban entre 12 y 14 hojas en diferentes estados de desarrollo.

En la Figura 7 se puede distinguir que los tratamientos T₃, T₄, T₅, T₆, T₇, T₈ (con aplicaciones de VigorTop) presentan un número de hojas totales/planta superiores a los tratamientos T₁ y T₂ (sin aplicación), por lo tanto se confirma que los componentes del Bioinsumo incrementan el número de hojas de plantas de acelga.

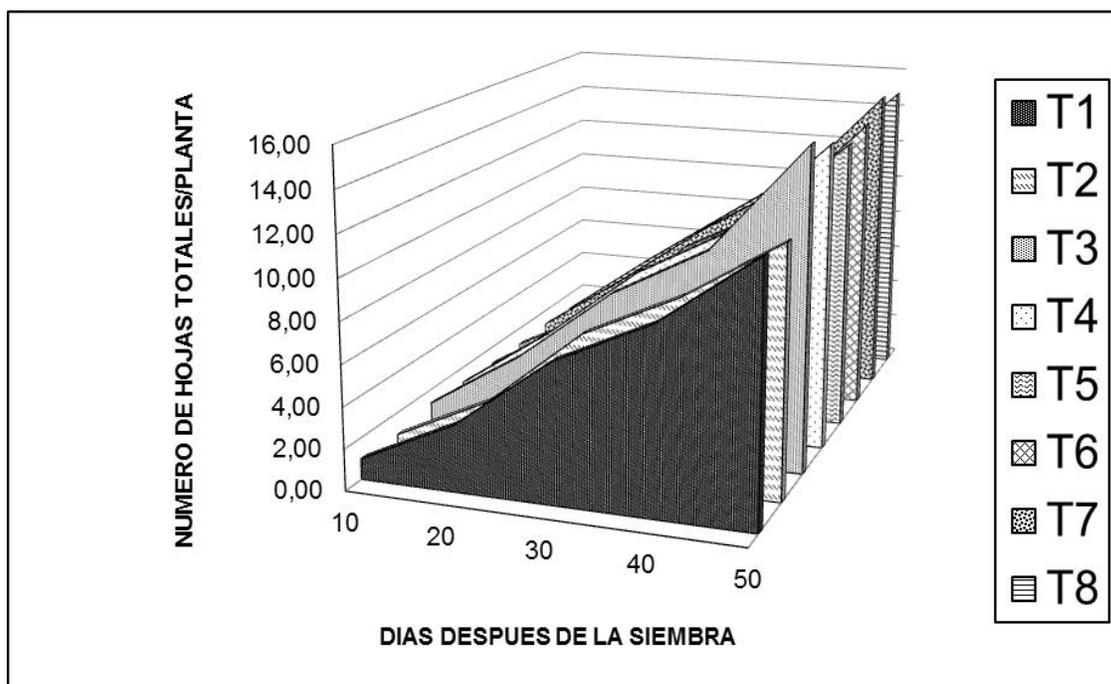


Figura 7. Curva de Número de Hojas Totales por Planta, en los diferentes Tratamientos, en Relación a Días Después de la Siembra del Cultivo de Acelga

Al respecto Mier (2010) indica que los ácidos húmicos y fúlvicos demuestran un efecto positivo sobre el comportamiento de las hojas de la planta de acelga, afirma esto en base a resultados propios de su experimento, donde al aplicar una dosis de 15 L/ha de ácido fulvico y 10 L/ha de ácido húmico, obtuvo 16,35 y 16,33 hojas totales por planta, respectivamente, notablemente superiores al Testigo (sin aplicación de enmienda orgánica) que solo alcanzo a tener 10,53 hojas por planta. Es importante destacar que el experimento se realizó con la variedad Bresanne y la cuantificación de hojas, en su totalidad, fue efectuada a los 90 días después del transplante, como se puede notar los valores para número de hojas totales/planta son inferiores a los presentados en el actual estudio, sin embargo esto se debe a características genéticas de las diferentes variedades utilizadas, factores ambientales y características propias de cada investigación. También Ramos (2000) concluye que la aplicación foliar de una sustancia húmica comercial procedente de lignitos a dosis bajas (0,005 % v/v), aumenta la producción de materia vegetal aérea de plantas de tomate cv. Daniela mejorando así su porte vegetativo con este tratamiento, el autor, obtiene 1076 gramos de masa fresca de hojas por planta, superior al testigo donde solo se obtuvo 606 gramos de biomasa foliar fresca por planta.

Por otra parte estudios anteriores confirman que el brasinoesteroides también tienen influencia sobre el número de hojas totales por planta, se puede citar el estudio realizado por Alfonso et al., (2009) en plantas de lechuga, cultivar BSS-13, donde se aplicó tres diferentes bioestimulantes: Pectimorf (a base de Pectina), Liplant (a partir de humus líquido y vermicompost) y Biobras-16 (a base de brasinoesteroides) comparados con un tratamiento control sin aplicación, a los 20 días posteriores a la germinación, las plantas de lechuga tratadas con Biobras-16 presentaba 5,79 hojas totales por planta notablemente superior a los otros tratamientos, en especial al testigo que solo mostraba 3,97 hojas totales por planta; similar resultado se observó en la segunda evaluación, realizada a los 30 días post-siembra donde los vegetales a los que se aplicó Biobras-16 exhibían 7,31 hojas totales por planta, frente al testigo que solo mostro 5,03 hojas por

planta; según los autores este producto bioactivo estimuló el número de hojas de las plantas, lo cual presupone un efecto sinérgico o aditivo con las auxinas en dicho proceso (Capote et al. 2009, citado por Alfonso et al., 2009). Los cambios inducidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas al aplicar los brasinoesteroides, son el resultado de una cascada de eventos bioquímicos, que pueden ser iniciados directamente sobre el genoma o a través de rutas que no impliquen la acción directa de los genes (Gonzales et al., 2005 citado por Alfonso et al. 2009).

Por otro lado también se realizó el seguimiento de número de hojas totales por planta, diferenciando entre las diferentes variedades en estudio en la Figura 8, se puede apreciar que ambos cultivares presentan similar número total de hojas a lo largo del ciclo del cultivo.

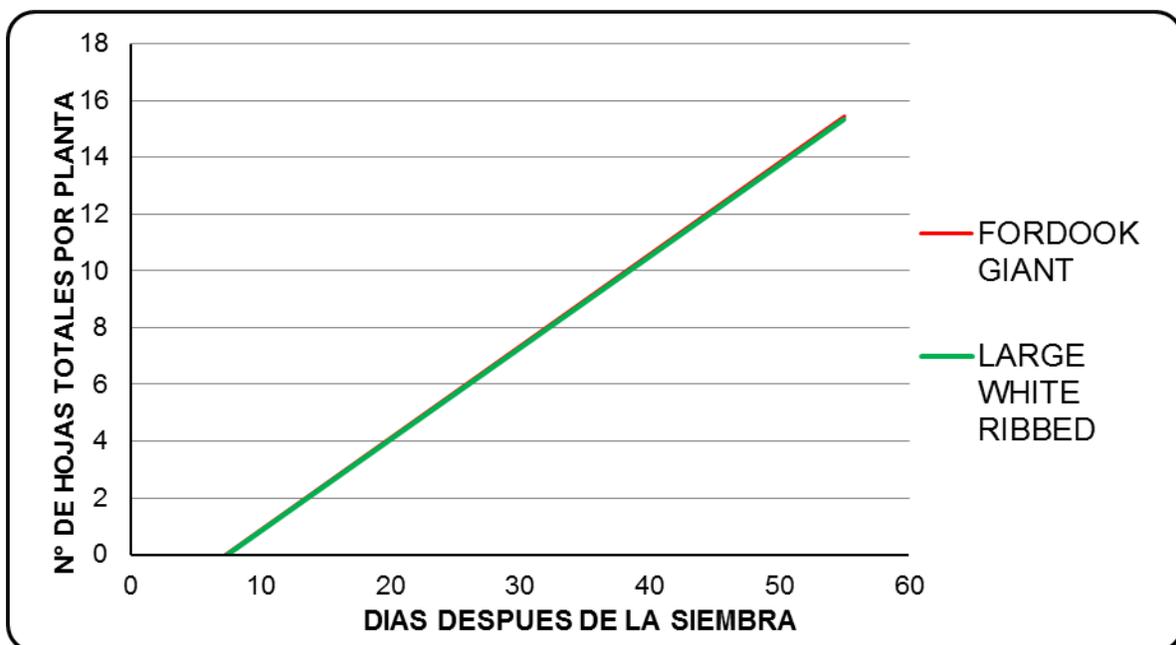


Figura 8. Curva de Número de hojas totales por planta, para ambas variedades, en relación a días después de la siembra

Finalmente en cuanto a esta variable, se realizó la curva de desarrollo de número de hojas totales por planta, versus modalidad de aplicación, se puede notar en la

Figura 9 que las plantas con aplicación foliar y aplicación foliar y al cuello de la planta, muestran mayor número de hojas a lo largo del ciclo del cultivo, por lo que se puede afirmar que asperjando foliarmente el bioinsumo se obtienen mejores resultados que aplicando este solamente al cuello de la planta. Esto debido a que la aplicación foliar de nutrientes complementa el suministro de nutrientes al suelo, produce respuestas rápidas luego de ser aplicado a los cultivos y contribuye a la superación de cualquier tipo de estrés que adquiera la planta (Rodríguez, 1989; citado por García, 2010).

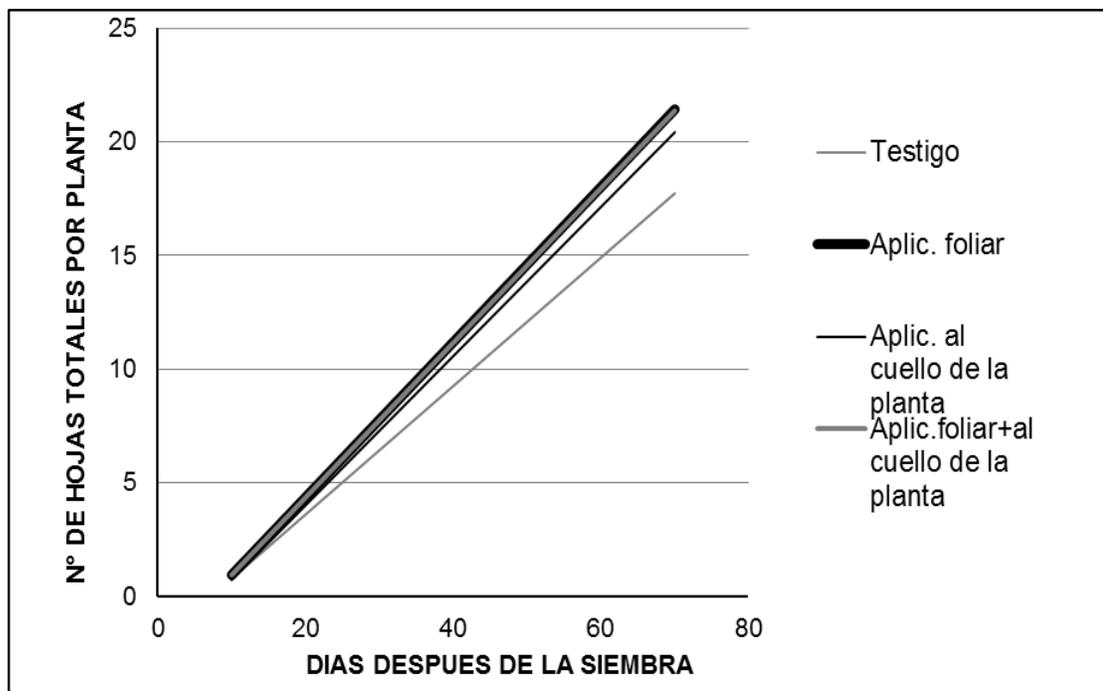


Figura 9. Efecto de la Forma de Aplicación del Bioinsumo en el Número de Hojas Totales, en Relación a Días Después de la Siembra

5.2.3 Respuestas Agronómicas del Cultivo en cada Cosecha

Durante el ciclo del presente experimento se realizaron cuatro cosechas a los 54, 68, 82 y 96 días posteriores a la siembra del cultivo. Después de cada cosecha se recolectaron datos inherentes al rendimiento, los cuales fueron analizados

estadísticamente mediante el Análisis de Varianza (ANVA), los resultados se muestran y discuten a continuación.

5.2.3.1 Número de Hojas Aprovechables para cada Cosecha

a) **Primera Cosecha**, el análisis de varianza para esta variable se observa en el Cuadro 4, se puede notar que existen diferencias altamente significativas (1%) entre los bloques, lo que indica que se logró bloquear las variaciones térmicas causadas por la ventana del ambiente protegido sobre el experimento, lo que lleva a deducir que la temperatura presenta efectos notorios sobre la variable número de hojas aprovechables.

Cuadro 4. Análisis de varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	10,75	5,38	16,81 **	5,14	10,92
Forma de Aplicación (A)	3	26,83	8,94	27,93 **	4,76	9,78
Error de A	6	1,92	0,32			
Variedad(B)	1	0,17	0,17	0,68 NS	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	2,83	0,94	3,76 NS	4,07	7,59
Error B	8	2,00	0,25			
TOTAL	23	44,50				

* = Significativo al nivel 0,05

**= Altamente significativo al nivel 0,01

NS= No Significativo

CV = 6,45%

También se puede observar que las diferentes modalidades de aplicación presentan diferencias estadísticas altamente significativas entre sí, a este respecto se realizó la Prueba de Duncan (5%) para distinguir mejor estas variaciones (Cuadro 5) se puede ver que los niveles a_1 y a_3 se muestran significativamente superiores a los niveles a_2 y a_0 . Por lo que se puede

afirmar que aplicando VigorTop foliarmente se obtiene mejores resultados que con una aplicación al cuello de la planta.

Cuadro 5. Prueba de Duncan para Medias de Numero de Hojas Comercialmente Aprovechables, entre niveles del Factor A, para la Primera Cosecha de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₁	9,0	A
a₃	8,5	A
a₂	7,2	b
a₀	6,3	c

*Letras iguales, no difieren significativamente

En cuanto al número de hojas aprovechables por cada variedad en estudio (Cuadro 4), estas no difieren significativamente entre si lo cual indica que ambos cultivares presentan similar cantidad de hojas comercialmente aprovechables.

Acerca de la interacción de los factores A y B (Tratamientos), el Análisis de Varianza se muestra estadísticamente no significativo, por lo que ambos factores se muestran independientes en el experimento. Como se observa en la Figura 10 los tratamientos T₃, T₄, T₇ y T₈ se muestran superiores a los demás tratamientos, lo que indica que VigorTop presenta efectos positivos sobre ambos cultivares de acelga, principalmente cuando el bioinsumo se aplica foliarmente y también al follaje y al cuello de la planta.

Finalmente se puede acotar que se puede confiar en los datos obtenidos, ya que el coeficiente de variación alcanzó un valor de 6,45%, lo que indica que existió un buen manejo de las unidades experimentales.

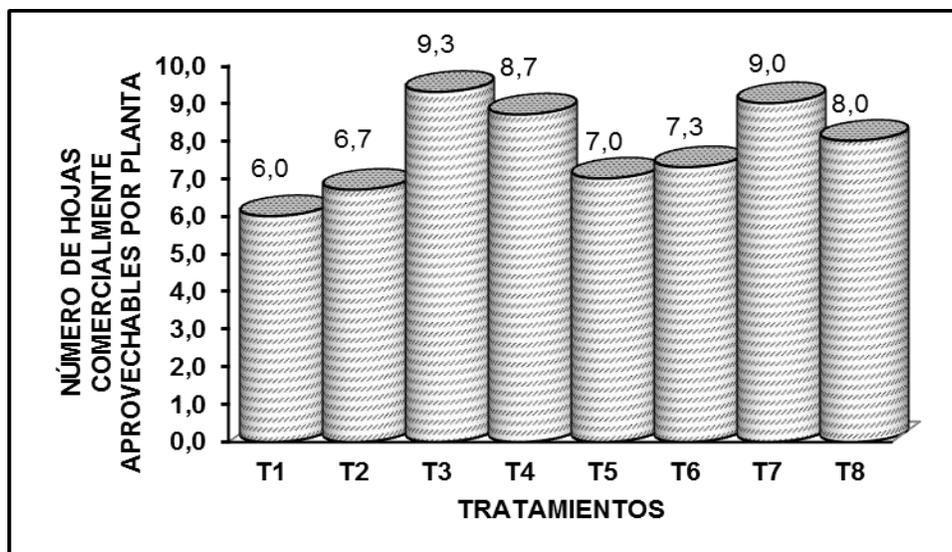


Figura 10. Efecto de los tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por planta, durante la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

b) **Segunda Cosecha**, según el análisis de varianza realizado se observa que no existen diferencias significativas entre bloques, posiblemente debido a que cuando se efectuó la segunda cosecha se presentó menos variación térmica (Cuadro 6) que en cosechas anteriores y posteriores. El coeficiente de variación mostro un valor de 6,52 % siendo un indicador para establecer el buen manejo de la unidades experimentales.

Cuadro 6. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, en la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F _c	F _t	
					5%	1%
Bloque	2	6,33	3,17	3,82 NS	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	37,00	12,33	14,86 **	4,76	9,78
Error de A	6	5,00	0,83			
Variedad (B)	1	0,17	0,17	0,68 NS	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,83	0,28	0,68 NS	4,07	7,59
Error B	8	2,00	0,25			
TOTAL	23					

* = Significativo
 **= Altamente significativo
 NS= No Significativo

CV = 6,52 %

Considerando que existen diferencias significativas en el número de hojas aprovechables por planta por efecto de las diferentes formas de aplicación de VigorTop (Factor A), se efectuó la prueba de comparación de medias de Duncan con un 5% de significancia, como se observa en el Cuadro 7, las plantas que recibieron aplicación foliar y al cuello de la planta del bioinsumo muestran un número de hojas aprovechables significativamente superior a las plantas que solo recibieron aspersiones foliares, estas a su vez muestran cierta superioridad con respecto a los vegetales que recibieron aplicaciones de VigorTop en el cuello de la planta, en base a esto se puede señalar que se presenta una mejor absorción del bioinsumo si este se aplica de forma foliar ya que según Rondón (2010) existen casos en que la fertilización foliar es más ventajosa y eficiente para ciertos elementos, que la fertilización al suelo, ya que la hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrimentos aplicados por aspersion, aunque un nutrimento también puede penetrar a través del tallo (como es el caso de la aplicación al cuello de la planta), si éste no presenta una suberización o lignificación muy fuerte; tal es el caso de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

Cuadro 7. Comparación de Medias para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, entre niveles del Factor A para el Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₃	9,2	a
a₁	8,3	b
a₂	7,3	c
a₀	5,8	d

*Letras iguales, no difieren significativamente

Acerca del efecto de los tratamientos (Interacción AxB) sobre esta variable en Análisis de Varianza no indica diferencias significativas, lo que

da a entender que ambos factores se mantienen independientes en el experimento. En la Figura 11, al igual que en la primera cosecha se observa que los tratamientos T₃, T₄, T₇ y T₈ se muestran superiores a los demás tratamientos, por lo que al igual que en el anterior caso se deduce que VigorTop presenta efectos positivos sobre la cantidad de hojas comercialmente aprovechables, en las dos variedades de acelga.

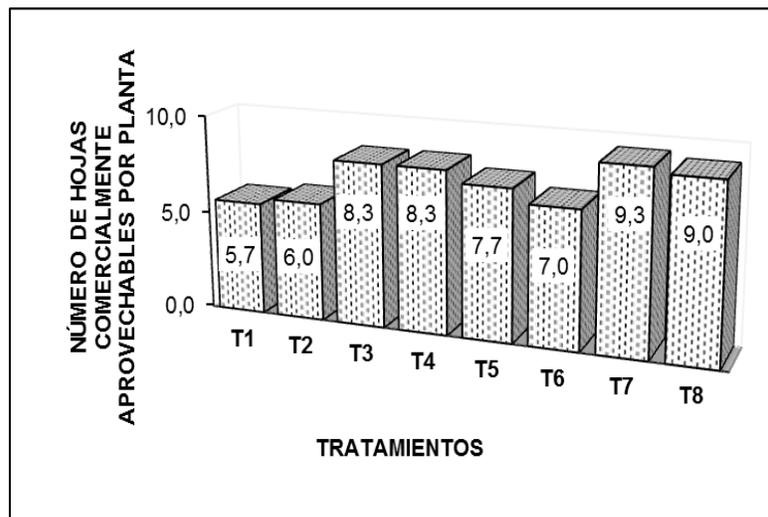


Figura 11. Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Aprovechables por Planta en la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

c) Tercera Cosecha, el análisis de varianza (Cuadro 8) determinó que entre bloques del área experimental existen diferencias altamente significativas, lo que corrobora la información obtenida durante la primera cosecha, que el número de hojas comercialmente aprovechables por planta está influenciado por la temperatura, ya que como indica Flórez (2007) esta, dentro de límites muy concretos, repercute en el metabolismo de la planta. La sensibilidad de la planta a las variaciones de temperatura va a depender de la etapa del ciclo biológico en la que se encuentre.

Cuadro 8. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	F _c	F _t	
					5%	1%
Bloque	2	7,75	3,88	18,48 **	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	56,50	18,83	89,67 **	4,76	9,78
Error de A	6	1,25	0,21			
Variedad (B)	1	0,17	0,17	0,24 NS	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	3,17	1,06	1,49 NS	4,07	7,59
Error de B	8	5,67	0,71			
TOTAL	23	74,50				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 10,86 %

El Análisis también determinó una influencia altamente significativa en el número de hojas comercialmente aprovechables por planta, por efecto de las diferentes modalidades de aplicación de VigorTop, la prueba de comparación de medias (Duncan al 5%) estableció que la aplicación foliar y la aplicación foliar y al cuello de la planta, no presentan diferencias estadísticas entre sí, sin embargo ambas son significativamente superiores a la aplicación al cuello de la planta (Cuadro 9).

Cuadro 9. Promedio de Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, entre niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Modos de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio	Duncan (α= 5%)
a₁	9,2	a
a₃	9,2	a
a₂	7,2	b
a₀	5,5	c

*Letras iguales, no difieren significativamente

En la Figura 12 se aprecia la diferencia en la variable en estudio por efecto de la forma de aplicación del bioinsumo, como en la anteriores cosecha las plantas que recibieron aplicaciones foliares y al follaje y al cuello de la planta, tuvieron mayor cantidad de hojas aceptables para la comercialización, lo que permite afirmar que las aspersiones foliares en ciertos casos son más ventajosas que otras formas de aplicación de fertilizantes, ya que la hoja tiene una función específica de ser la fábrica de los carbohidratos, pero por sus características anatómicas presenta condiciones ventajosas para una incorporación inmediata de los nutrimentos a los fotosintatos y la translocación de estos a los lugares de la planta de mayor demanda (Rondón, 2010).

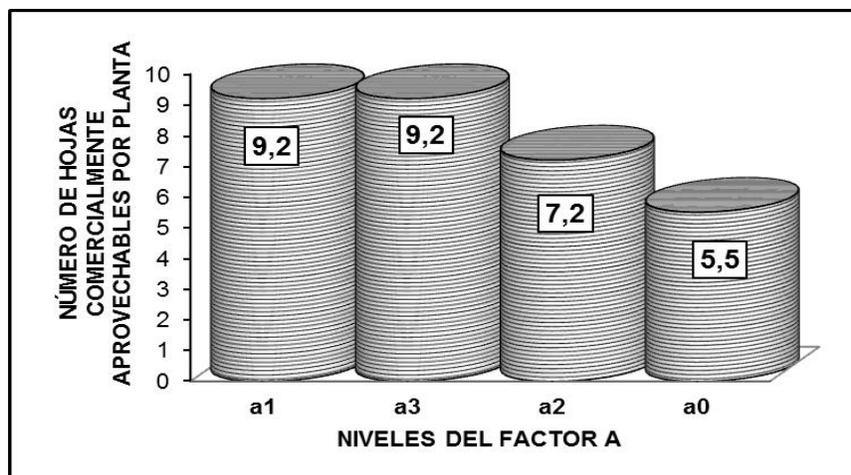


Figura 12. Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

En cuanto al efecto de los tratamientos (Interacción A x B) sobre esta variable de respuesta, el análisis de varianza no determinó significancia estadística, sin embargo se puede notar diferencias numéricas en los promedios de número de hojas comercialmente aprovechables por planta (Figura 13)

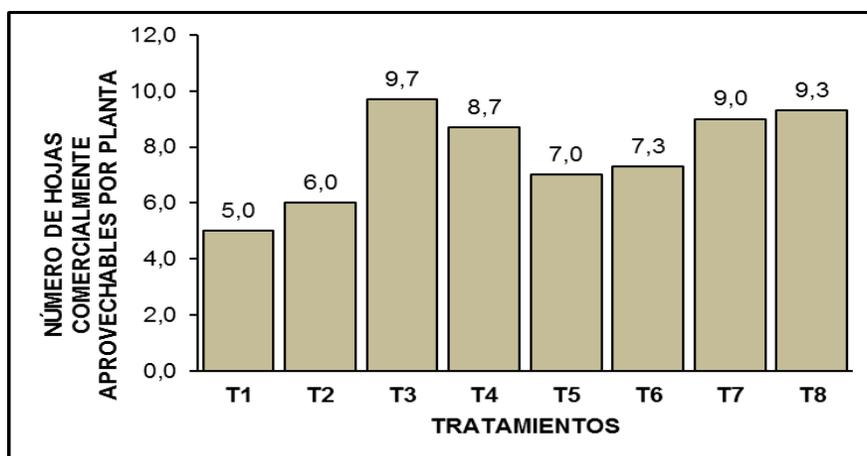


Figura 13. Efecto de los Tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

Al igual que en la primera y segunda cosecha los tratamientos 3, 4, 7 y 8 se muestran superiores a los demás.

d) Cuarta Cosecha, realizado el análisis de varianza (Cuadro 10) se concluye que se puede fiar plenamente de los datos ya que el coeficiente de variación es de 8,83 %, que según Calzada (1982) está dentro del rango aceptable para este tipo de experimentos.

Cuadro 10. Análisis de Varianza para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	4,08	2,04	51,00 **	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	36,00	12,00	300,00 **	4,76	9,78
Error de A	6	0,25	0,04			
Variedad (B)	1	0,00	0,00	0,00 NS	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	1,33	0,44	0,96 NS	4,07	7,59
Error B	8	3,67	0,46			
TOTAL	23	45,33				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 8,83 %

En vista de que el factor Bloque presenta alta significancia en el análisis de varianza efectuado para las cuatro de las cosechas y en base al promedio de número de hojas comercialmente aprovechables de todos los cortes, se realizó la Figura 14, en la que se observa que las plantas del Bloque III presentan menor cantidad de hojas aceptables para comercialización que los otros dos, esto se debe a que este Bloque se ubicó cerca de la ventana del ambiente protegido, por lo que sufría constantes variaciones térmicas provocadas por el viento, pérdida de calor y humedad, estos factores ambientales externos afectan el desarrollo de la planta, si bien no se comprende con claridad como las plantas perciben o reaccionan a las fluctuaciones de temperatura, estas pueden tener profundos efectos fisiológicos en ciertas especies (Bidwell, 1983).

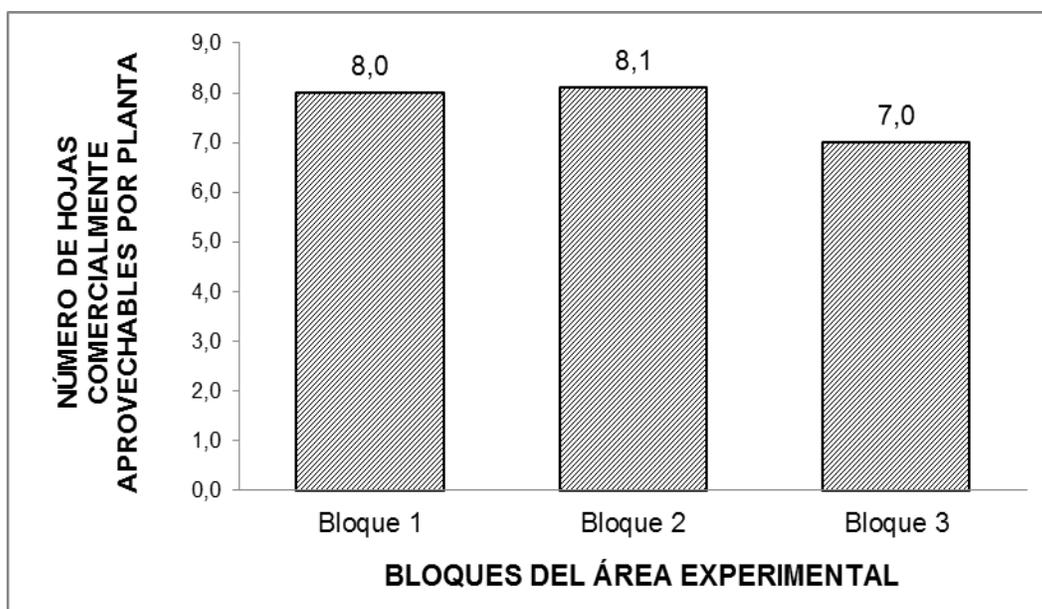


Figura 14. Efecto de los Bloques en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta en el Cultivo de Acelga

Las formas de aplicación del bioinsumo (Factor A), similar a las anteriores cosechas, muestran diferencias de alta significancia por lo que se efectuó la Prueba de Duncan (5 %) que se observa en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Comparación de Medias para Número de Hojas Comercialmente Aprovechables entre Niveles del Factor A, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A (Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₁	9,0	a
a₃	8,7	a
a₂	7,0	b
a₀	6,0	c

*Letras iguales, no difieren significativamente

Al comparar el efecto que tuvieron los diferentes modos de aplicación del bioinsumo a lo largo de las cuatro cosechas (Figura 15) en el número de hojas comercialmente aprovechables, se observa que las plantas que fueron asperjadas foliarmente, así como las que recibieron aplicaciones foliares y al cuello, fueron las que presentaron un mejor comportamiento para esta variable.

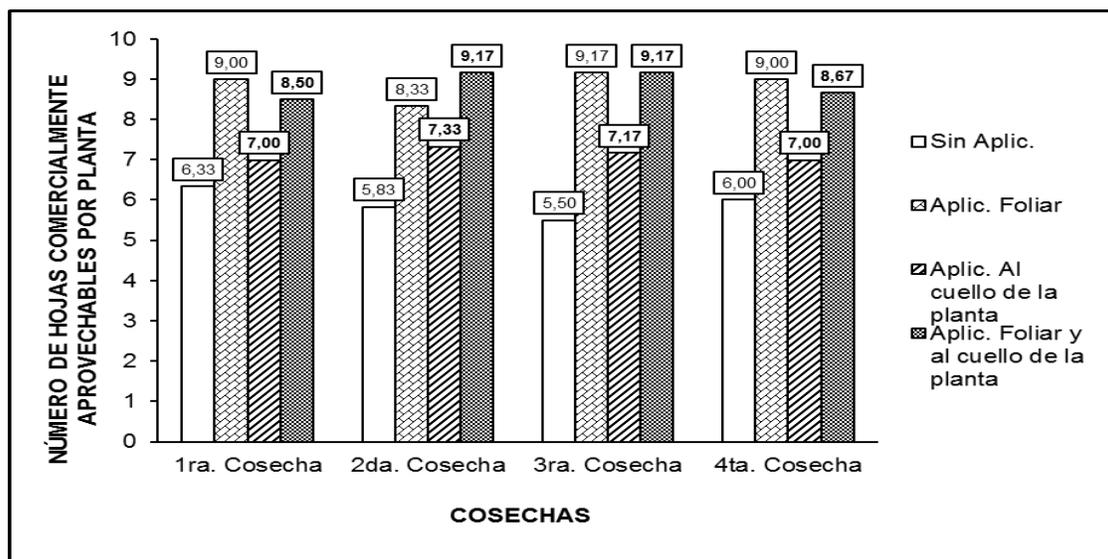


Figura 15. Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta, en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga

Al respecto Quispe (2005) comparó dos métodos de aplicación de biol al cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.), foliar y radicular, sus resultados para número de frutos por planta, no muestran diferencias significativas por lo que el autor indica que la planta absorbe los nutrientes de igual manera ya sea a través de la hoja o de las raíces, y que sus efectos se manifestaran de similar forma en la parte aérea de la planta. En otra investigación realizada por Rondón (2010) en el cultivo del Frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad BAT- 304, la autora comparó aplicaciones foliares de Bayfolan (biofertilizante foliar) y aplicaciones de humus de lombriz directamente al sustrato, sus resultados para la variable Número de inflorescencias/planta, son de 20,06 y 25,01 respectivamente, lo que le lleva a señalar que la aplicación al sustrato presenta efectos positivos relacionados con la eficiencia simbiótica de la materia orgánica empleada, acota que la aplicación al sustrato es mejor que la aplicación foliar ya que promueve un mejoramiento e incremento de la absorción de elementos esenciales para el metabolismo de la plantas.

Sin embargo en el presente estudio, a diferencia de los anteriormente citados, es evidente que la aplicación foliar presenta efectos positivos en la parte aérea del vegetal, posiblemente debido a que la porción aprovechable de este son las hojas y no como en los anteriores casos, los frutos.

Para el Factor B (variedades de acelga), la prueba estadística no señala diferencias significativas, lo cual indica que ambas variedades presentaron número similar de hojas comercialmente aprovechables, se observa en la Figura 16, el comportamiento por cultivares, en las cuatro cosechas.

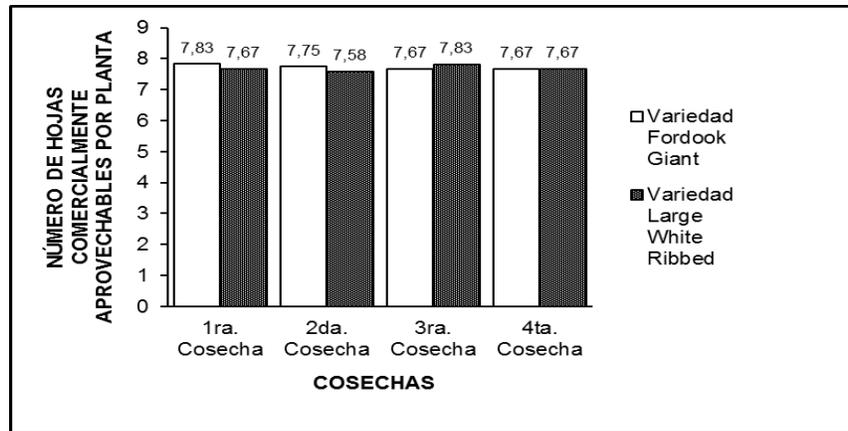


Figura 16. Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por Planta en todas las Cosechas, por Variedades de Acelga

En cuanto a la interacción de los Factores AxB (tratamientos) al igual que en las anteriores cosechas, el análisis de varianza para la cuarta cosecha no indica significancia, lo que lleva a concluir que ambos factores actúan con independencia en cuanto a la variable en análisis. Sin embargo al efectuar una comparación grafica de los tratamientos (Figura 17) en todas las cosechas, se puede ver claramente que los tratamientos 2, 3, 7 y 8 (con aplicación de VigorTop) son los que muestran mayor número de hojas comercialmente aprovechables, los tratamientos 1 y 2 (sin aplicación de VigorTop) se muestran inferiores con respecto a los anteriores.

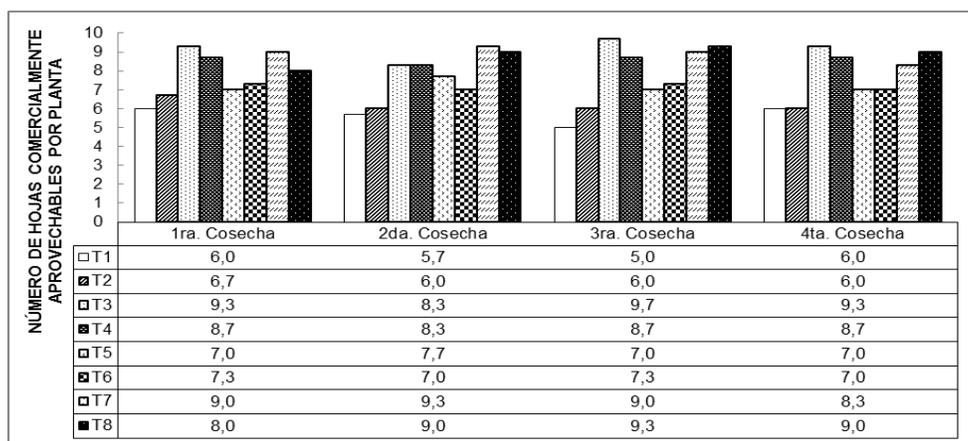


Figura 17. Efecto de los tratamientos en el Número de Hojas Comercialmente Aprovechables por planta, en todas las cosechas del Cultivo de Acelga

Es de suponer que los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y brasinoesteroides (ingredientes de VigorTop) incrementan la cantidad de hojas comercialmente aprovechables, sin embargo en un experimento realizado por Ortuño et al. (2010) en la variedad Crespa de lechuga (*Lactuca sativa*) aplicando varias dosis de ácidos húmicos y fúlvicos, en el número de hojas por planta no se identificaron diferencias notables, aunque este factor se incrementó a medida que pasa el tiempo tanto en los tratamientos como en el testigo (sin aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos), pero sin mostrar diferencias significativas, se realizó el análisis de tendencia, en el que el número de hojas se ajustó a un modelo cuadrático, pero los tratamientos no muestran significancia respecto al testigo

5.2.3.2 Longitud de Hoja para cada Cosecha

a) **Primera Cosecha**, según el análisis de varianza (Cuadro 12) existen diferencias altamente significativas entre bloques, por lo que el diseño fue bien aplicado, ya que se controló la variabilidad, causada por las fluctuaciones térmicas (factor bloqueado), en los datos obtenidos.

Cuadro 12. Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F _c	F _t	
					5%	1%
Bloque	2	118,98	59,49	20,51**	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	26,57	8,86	3,06 NS	4,76	9,78
Error de A	6	17,40	2,90			
Variedad (B)	1	109,65	109,65	52,72 **	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	1,77	0,59	0,28 NS	4,07	7,59
Error B	8	16,63	2,08			
TOTAL	23	274,38				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 2,87%

Se evidenció que no existen diferencias significativas en la longitud de hoja por efecto de las diferentes modalidades de aplicación de VigorTop,

se deduce que la forma de aplicar el bioinsumo no tiene ningún efecto sobre esta variable.

En cuanto al Factor B (Variedades de Acelga) se observa que existen diferencias altamente significativas, al realizar la Prueba de Duncan (Cuadro 13) la diferencia estadística entre promedios demuestra que la Variedad Fordook Giant presenta mayor desarrollo que Large White Ribbed debido a condiciones genéticas propias del cultivar.

Cuadro 13. Comparación de Medias para Longitud de hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	52,4	a
b₂	48,2	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

Al respecto Avalos (2008), mencionado anteriormente, para la primera cosecha encontró que el promedio de largo de hoja para la variedad Fordook Giant es de 49,5 cm superior a su otro cultivar en estudio, Petoseed que solo alcanzo 48,7 cm, basado en esto el autor indica que Fordook Giant aprovecha mejor la luz, el agua y los nutrientes disponibles, coadyuvando a alcanzar un mayor crecimiento longitudinal.

Como se observa el valor obtenido por Avalos es ligeramente inferior al presentado en la actual investigación, posiblemente debido a condiciones medioambientales y propias de cada estudio.

En cuanto a la variedad Large White Ribbed, Chambi (2005) efectuó un estudio con esta aplicándole humus de lombriz, en la primera cosecha obtuvo longitudes

de hoja entre 47,5 cm y 36,6 dependiendo de la dosis de abono utilizada, el autor señala que la variedad responde bien a las aplicaciones del abono orgánico ya que este contiene nitrógeno que favorece el desarrollo de las hojas. Sin embargo el experimento presente muestra valores promedio superiores al anterior, lo se debe a que además de proveer un abono orgánico, VigorTop incorpora al cultivo hormonas que incrementan su crecimiento.

El coeficiente de variación es de 2,87 % lo que indica que los resultados experimentales son confiables y que el experimento fue bien manejado.

En el análisis de varianza no se encontró diferencias significativas en la longitud de la hoja por efecto de los tratamientos. En la Figura 18 se observa que los tratamientos T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈ (con aplicación de VigorTop) presentan una mayor longitud de hoja que los tratamientos testigo (T₁ y T₂).

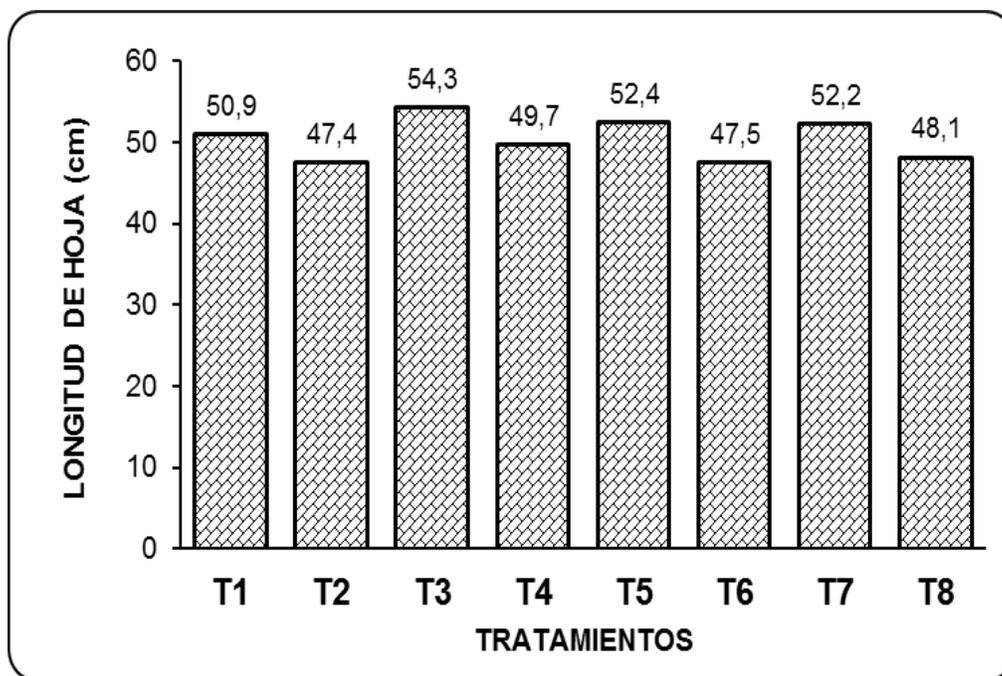


Figura 18. Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm), para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

También puede notarse que el T₁ (Variedad Fordook Giant sin aplicación de VigorTop) muestra una menor longitud de hoja con respecto a los demás tratamientos de la misma variedad, que si recibieron aplicaciones del Bioinsumo. Al respecto AFRIAGRO (2011) señala que esta variedad específicamente puede alcanzar longitudes entre 45 y 50 centímetros, en el presente caso se observa que las plantas sometidas a aplicación de VigorTop superaron los 50 cm esto puede atribuirse al efecto de los componentes del bioinsumo sobre los vegetales.

b) Segunda Cosecha, según el análisis de varianza (Cuadro 14) realizado existe diferencias altamente significativas entre bloques lo que indica que la temperatura tiene efectos sobre la longitud de hoja de plantas de acelga. El coeficiente de variación es de 1,67 % lo que permite afirmar que los datos son confiables y que se realizó un buen manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 14. Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	65,43	32,72	31,46**	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	21,77	7,26	6,98*	4,76	9,78
Error de A	6	6,27	1,04			
Variedad (B)	1	39,53	39,53	56,47**	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,91	0,31	0,44 NS	4,07	7,59
Error B	8	5,57	0,70			
TOTAL	23	133,91				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 1,67%

A diferencia de la primera cosecha existe significancia entre niveles del Factor A, por lo que las formas de aplicar VigorTop presentan efecto sobre esta variable. En

vista de este resultado se realizó la Prueba de Duncan para comparar medias de niveles del Factor A (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de Promedios de Longitud de hoja (cm) entre niveles del Factor A, para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₁	50,6	a
a₃	50,6	a
a₂	50,0	a
a₀	48,3	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

La Prueba muestra que los niveles a₁, a₂, y a₃, son significativamente superiores al nivel a₀ (sin aplicación de VigorTop); también se puede notar que las anteriores medias no difieren estadísticamente entre sí. Por lo que se logra afirmar que los componentes del bioinsumo muestran efectos positivos sobre la longitud de hoja de acelga.

Cuadro 16. Comparación de Promedios de Longitud de hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	51,2	a
b₂	48,6	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

Acerca del Factor B (variedades de Acelga) el análisis indica que existen diferencias significativas entre sus dos niveles, en base a esto se realizó la Prueba de Duncan (Cuadro 16) donde se puede ver que el nivel b_1 es significativamente superior al nivel b_2 . Al igual que en la primera cosecha la variedad Fordook Giant muestra una longitud de hoja superior al del cultivar Large White Ribbed.

Al respecto Avalos (2008) en la segunda cosecha obtuvo una media de largo de hoja de 50,5 cm para el cultivar Fordook aplicando diferentes dosis de biol porcino, el autor menciona que esta variedad aprovecha mejor los abonos orgánicos, reflejando esto en una mayor longitud de hoja; el promedio obtenido en esta investigación se muestra similar al descrito.

En cuanto a la variedad Large White Ribbed durante la segunda cosecha Chambi (2005) encontró valores promedio de 38,4 cm y 48,6 cm para longitud de hoja, el valor más alto lo obtuvo aplicando dosis alta de humus de lombriz (0,72 kg/m²), el autor indica que esta variedad debido a sus características genéticas aprovecha notablemente los abonos orgánicos lo que se refleja en el incremento de la longitud foliar; los resultados de la actual investigación son semejantes a los reportados por Chambi.

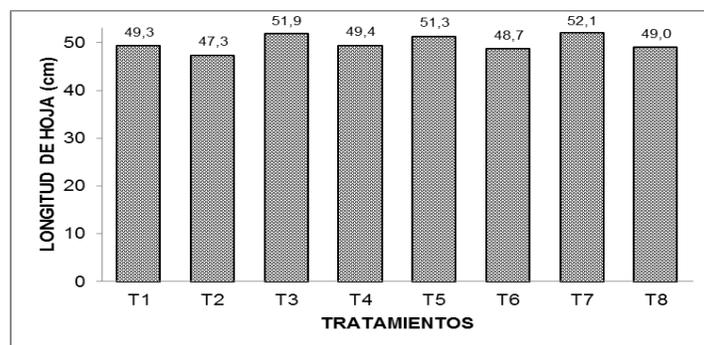


Figura 19. Efecto de los tratamientos en la Longitud de Hoja (cm), para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

Por otra parte no existe significancia en la longitud de hoja para los tratamientos, en la Figura 19, se puede ver que los tratamientos T₁ y T₂ (sin aplicación de VigorTop) presentan una longitud menor con respecto a los demás tratamientos.

c) Tercera Cosecha, el análisis de varianza (Cuadro 17) determino que existen diferencias altamente significativas entre bloques, por lo que el diseño empleado fue correcto y se ganó precisión estadística utilizándolo.

Cuadro 17. Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	38,31	19,16	29,94**	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	19,53	6,51	10,17**	4,76	9,78
Error de A	6	3,81	0,64			
Variedad (B)	1	37,00	37,00	40,66**	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	9,43	3,14	3,45 NS	4,07	7,59
Error B	8	7,27	0,91			
TOTAL	23	115,35				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 1,97%

Además de esto el coeficiente de Variación de 1,97 % indica que se puede confiar en los datos obtenidos ya que se realizó el manejo adecuado de las unidades experimentales.

Al existir diferencias altamente significativas para el factor (A), se efectuó la Prueba de Duncan para medias al 5 % de Significancia, en el Cuadro 18 se puede constatar que el nivel a₀ (sin aplicación del bioinsumo) es significativamente inferior con respecto a los niveles a₂, a₁ y a₃ (con aplicación del bioinsumo) los cuales no presentan diferencias estadísticas entre sí.

Cuadro 18. Comparación de Promedios de Longitud de Hoja (cm) entre Niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₂	49,1	a
a₁	49,0	a
a₃	48,8	a
a₀	46,9	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

Similar a la segunda cosecha, las diferencias estadísticas no se dan entre los niveles que recibieron diferentes modalidades de aplicación del Bioinsumo, si no con el nivel al que no se trató con VigorTop, en base a esto se puede afirmar que este presenta efectos positivos sobre la longitud de hojas de acelga.

Asimismo el Factor B presenta significancia en el análisis de varianza, la Prueba de Duncan realizada para tal efecto (Cuadro 19) muestra que la longitud de hoja de la Variedad Fordook Giant es significativamente superior al de la Variedad Large White Ribbed.

Cuadro 19. Comparación de Promedios de Longitud de hoja (cm) entre niveles del Factor B para la tercera cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	49,7	a
b₂	47,2	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

Sobre esto Avalos (2008) reporta una media de 46,2 cm de longitud foliar en la tercera cosecha (para el cultivar Fordook Giant), como se observa el valor es menor al del presente estudio lo que puede atribuirse a factores ambientales ya que el autor realizó esta siega durante el mes de Mayo, cuando se presentó un marcado descenso de temperatura en el año en que se realizó el ensayo. Acerca de la variedad Large White Ribbed Chambi (2005), durante la tercera cosecha obtuvo valores entre 41,20 cm y 54,5 cm, similares a los del actual experimento, además destaca que en su caso los resultados se incrementan considerablemente con respecto a la segunda cosecha, el autor atribuye esto a la temperatura ya que es un factor muy importante para el crecimiento de la planta, porque el estímulo de fotoperiodo es recibido por las hojas para el desarrollo de la planta.

En cuanto al efecto de los tratamientos (Interacción AxB) en la longitud de hoja, no existe significancia. Sin embargo en la Figura 20 también se puede ver que los tratamientos T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈ (con aplicación) presentan mayor longitud de hoja que los tratamientos testigo T₁ y T₂.

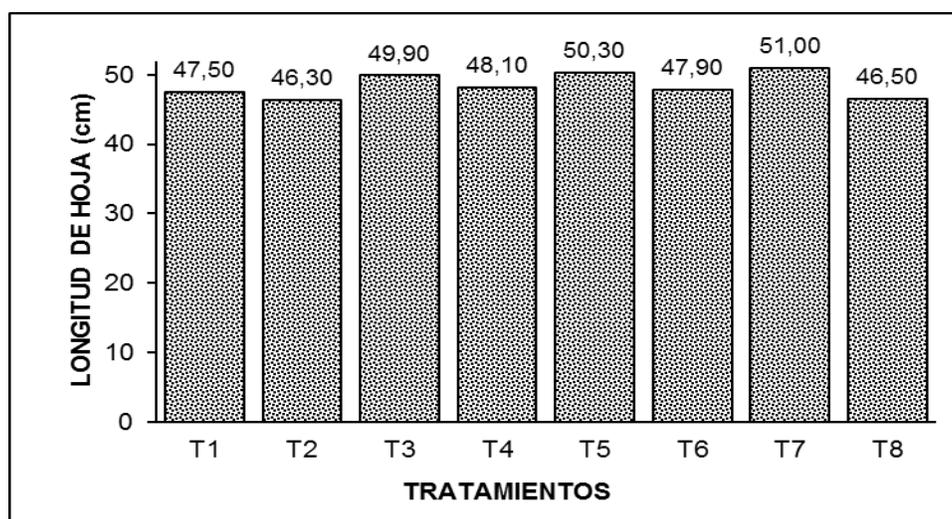


Figura 20. Efecto de los tratamientos en la Longitud de Hoja (cm) para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

d) Cuarta Cosecha

El análisis estadístico (Cuadro 20) demostró que existen diferencias altamente significativas entre bloques.

Cuadro 20. Análisis de Varianza para Longitud de Hoja (cm) en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	88,94	44,47	12,08**	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	31,97	10,66	2,90 NS	4,76	9,78
Error de A	6	22,06	3,68			
Variedad (B)	1	21,47	21,47	22,13**	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	2,20	0,73	0,75 NS	4,07	7,59
Error B	8	7,73	0,97			
TOTAL	23	174,37				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 2,0%

En la Figura 21 se puede ver que las longitudes de hoja correspondientes a los Bloques I y II son superiores a los del Bloque III, las plantas de estas unidades experimentales sufrían constantes variaciones térmicas que producen en las plantas un efecto conocido como estrés térmico, crecen menos y también producen menos (Moneo, 2011).

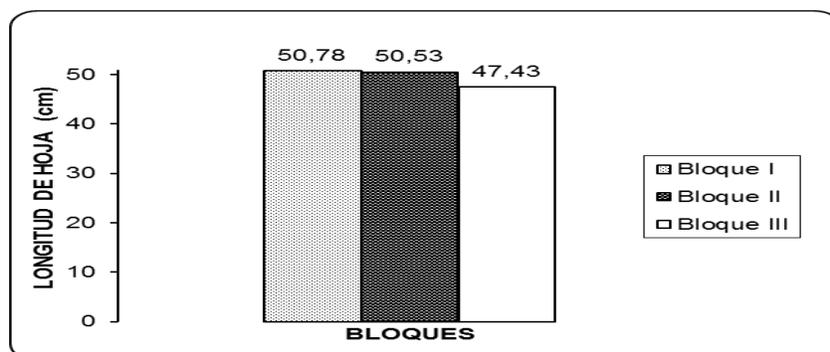


Figura 21. Efecto de los Bloques en Longitud de Hoja (cm), en todas las Cosechas del Cultivo de Acelga

Además de esto el Coeficiente de variación (2,0%) señala que se puede confiar en los datos obtenidos ya que se realizó un buen manejo de las unidades experimentales.

La Prueba de Duncan (Cuadro 21) y al Análisis de Varianza (Cuadro 20) indican que no existen diferencias significativas en la longitud de hoja, en relación al “Factor A” (Formas de Aplicación de VigorTop), puede observarse que los niveles a_3 , a_2 y a_1 no difieren estadísticamente entre ellos, en cambio se muestran significativamente superiores al nivel a_0 (sin aplicación de VigorTop).

Cuadro 21. Comparación de Promedios de Longitud de hoja (cm) entre Niveles del Factor A, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A (Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a_3	50,0	a
a_2	49,9	a
a_1	49,8	a
a_0	47,2	b

La comparación de promedios de longitud de hoja para todas las cosechas se observa en la Figura 22:

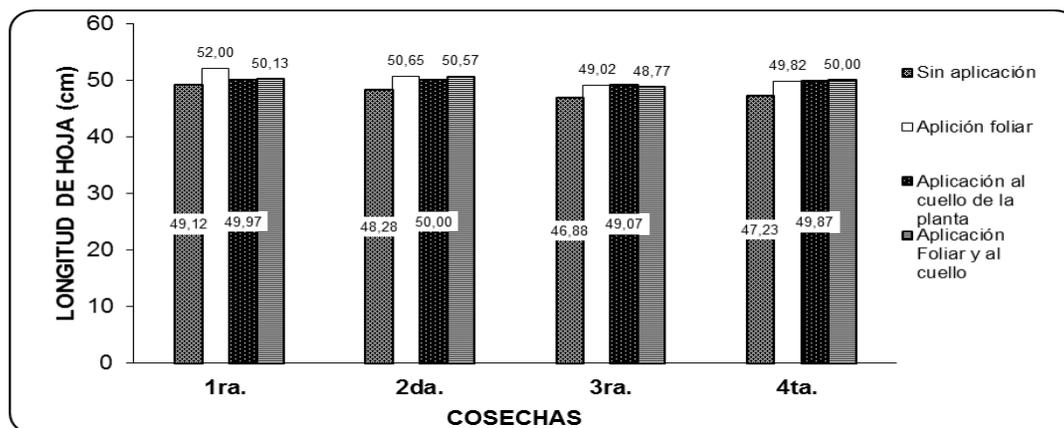


Figura 22. Efecto de las Formas de Aplicación de VigorTop en la Longitud de Hoja (cm), para todas las cosechas del Cultivo de Acelga

Acerca del Factor B, nuevamente el análisis de varianza encuentra diferencias altamente significativas entre ambas variedades, la prueba de Duncan al 5 % de significancia se observa en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Comparación de Promedios de Longitud de hoja (cm) entre Niveles del Factor B, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (cm)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	50,2	a
b₂	48,3	b

El cultivar Fordook Giant, al igual que en las anteriores cosechas muestra una longitud de hoja superior, al respecto Avalos (2008) en la cuarta cosecha muestra un promedio de 45,8 cm indicando que la variedad presenta hojas más gruesas y un mayor vigor vegetativo, sin embargo su valor medio es inferior al observado en el actual ensayo lo que se debe principalmente a factores ambientales y a características propias de cada estudio.

En cuanto a la variedad Large White Ribbed nuevamente presenta un promedio inferior para largo de hoja (48,3 cm), Chambi (2005) en la cuarta cosecha indica que los valores medios están entre 39,2 cm y 51,3 cm, sus resultados son similares a los expuestos en el presente trabajo.

Por otra parte, en la Figura 23 se observa el comportamiento de las dos variedades en las cuatro cosechas con lo cual se corrobora que el cultivar Fordook Giant muestra mayor longitud de hoja que Large White Ribbed, también se puede ver que no existen marcadas diferencias en los valores medios registrados, esto debido a que las condiciones dadas al cultivo se mantuvieron estables durante el tiempo que duró el experimento.

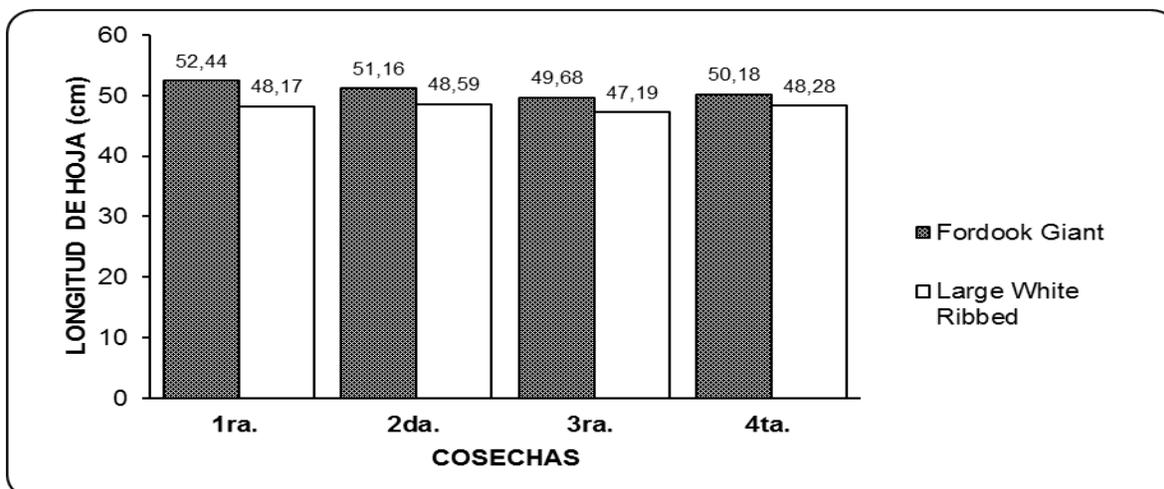


Figura 23. Longitud de Hoja (cm) de las variedades en estudio en las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga

Aunque el análisis de varianza no indica significancia entre tratamientos (Interacción AxB), en la Figura 24 se observa que al igual que en las anteriores cosechas, los tratamientos 3, 4, 5, 6, 7 y 8 (con aplicación del bioinsumo) muestran valores superiores para longitud de hoja (cm) que los tratamientos 1 y 2, entonces los componentes de VigorTop tienen un efecto positivo sobre esta variable, al este respecto Zermeño (2002) indica que las sustancias húmicas promueven el crecimiento de las plantas directamente por efectos fisiológicos positivos y ayudan a la mejor asimilación de nutrientes al ser aplicados como fertilizantes. Por otra parte Dávila et al. (2002) efectuaron un experimento aplicando ácidos húmicos al cultivo de Chile Habanero (*Capsicum chinense*), reportaron que la planta incremento su cobertura foliar en un 32,8 % con respecto al testigo, según señalan los autores esto es debido a que al aplicar Ácidos Húmicos y Fúlvicos se presenta un mayor crecimiento en los vegetales a través de la aceleración de los procesos respiratorios.

Los Brasinoesteroides (otro ingrediente de VigorTop), también presentan efectos sobre la longitud de hojas de acelga, como indica www.wikipedia.com (2011) la aplicación de Brasinos a niveles de nanomoles a micromoles causa una pronunciada elongación de hipocótilos, epicótilos y pedúnculos en las

dicotiledóneas, los tejidos jóvenes son particularmente sensibles a estas hormonas, y de hecho los Brasinós endógenos están directamente involucrados en el control de la expansión celular ya que están presentes en dichos tejidos, y además se acumulan en las zonas de activa elongación.

Acerca de esto Vargas e Irizar (2005) efectuaron una investigación aplicando Brasinósteroides al cultivo de frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), concluyeron que la hormona incremento la biomasa total y por órganos, porque causa un sobrecrecimiento debido principalmente al efecto de alargamiento celular, en este caso el aumento de biomasa en peso de hojas de Frijol ayocote fue de 1,39 t/ha (testigo) a 2,25 t/ha (con aplicación de brasinóesteroide).

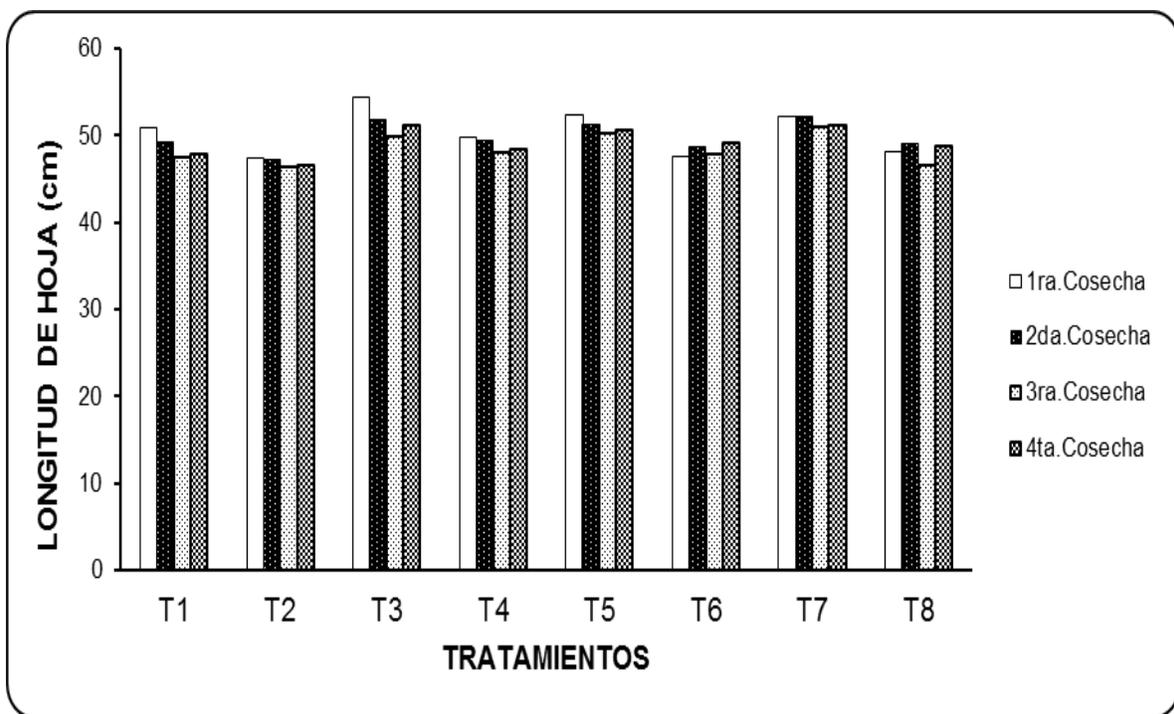


Figura 24. Efecto de los Tratamientos en la Longitud de Hoja (cm), en todas las cosechas del Cultivo de Acelga

5.2.3.3 Rendimiento de Materia Verde (kg/m²) para cada Cosecha

a) **Primera Cosecha**, el análisis de varianza para esta variable se observa en el Cuadro 23, los bloques del área experimental muestran diferencias significativas lo que estadísticamente demuestra que se logró bloquear el factor variación térmica sobre el cultivo en estudio, por otra parte esto también indica que las fluctuaciones de temperatura presentan efectos sobre el rendimiento del cultivo de acelga.

El coeficiente de variación alcanzo un valor de 1,88 % lo que permite otorgar confiabilidad a los datos obtenidos, ya que se realizó un manejo adecuado de las unidades experimentales.

Cuadro 23. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), en la Primera Cosecha de Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	1,95	0,97	8,18 *	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	11,36	3,78	34,36 **	4,76	9,78
Error de A	6	0,63	0,11			
Variedad (B)	1	0,48	0,49	81,67 **	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,08	0,03	5,00 *	4,07	7,59
Error B	8	0,05	0,006			
TOTAL	23	14,56				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 1,88 %

En cuanto al efecto de las diferentes formas de aplicación en el rendimiento, se observa que existe alta significancia estadística, por lo que se efectuó la Prueba de Duncan (5 %), se observa en el Cuadro 24, que la aplicación foliar y al cuello de la planta se muestra estadísticamente superior a los demás niveles, seguida por la aplicación foliar; los valores más bajos se registran con la aplicación al cuello de la planta y sin aplicación.

Cuadro 24. Comparación de Medias para Rendimiento de Materia Verde (kg/m^2) entre Niveles del Factor A, en la Primera Cosecha de Cultivo de Acelga

FACTOR A (Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₃	4,52	a
a₁	4,48	a
a₂	4,24	b
a₀	2,85	c

*Letras iguales, no difieren significativamente

El rendimiento también presenta diferencias altamente significativas por efecto de los niveles del Factor B (Variedades de Acelga), la Prueba de Duncan al 5 % de significancia (Cuadro 25) indica que el cultivar Fordook Giant muestra superioridad estadística, sobre esto Avalos (2008) reporta un rendimiento de $3,20 \text{ kg/m}^2$ para la primera cosecha, inferior al actual estudio, añade que la variedad presenta hojas más gruesas lo que parece indicar que existe una mayor concentración de nitrógeno en la parte foliar por lo que esta se ve resaltada con un elevado contenido de agua en las hojas y tallos, el presente ensayo corrobora estas características.

Cuadro 25. Comparación de Medias para Rendimiento de Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor B, en la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B (Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	4,17	a
b₂	3,88	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

La variedad Large White Ribbed muestra un rendimiento significativamente inferior (Cuadro 25) al respecto Chambi (2005) señala un rendimiento de 3,10 kg/m² aplicando humus de lombriz roja californiana, el resultado es similar al actual, también indica que el humus es uno de los abonos orgánicos de mejor calidad que favorece la asimilación inmediata de nutrientes, por el contenido de ácidos fúlvicos que favorecen el desarrollo de las plantas, lo que se expresa en el peso de hojas de acelga.

En la primera cosecha se presentan diferencias significativas entre la Interacción AxB para el rendimiento, en la Figura 25 se establece que los tratamientos T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈ (con aplicación de VigorTop) son estadísticamente superiores a los tratamientos testigo (T₁ y T₂), por lo que el bioinsumo incrementa el rendimiento del cultivo.

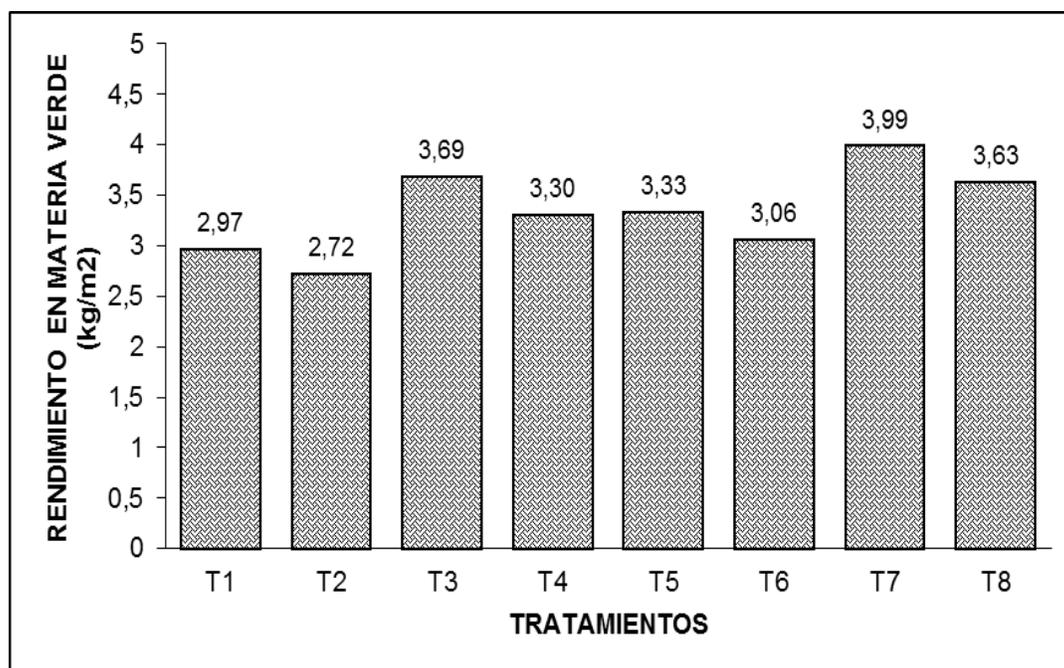


Figura 25. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), para la Primera Cosecha del Cultivo de Acelga

En vista de que existe significancia entre tratamientos se realizó el análisis de efecto simple para la interacción (Formas de Aplicación del Bioinsumo x Variedad de Acelga) que se observa en el Cuadro 26.

Cuadro 26. “Análisis de efecto simple”, sobre el efecto de Factor A en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), de la Primera Cosecha de dos Variedades de Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F c	F t	
					5 %	1 %
B(a0)	1	0,004	0,004	0,67 NS	5,32	11,26
B(a1)	1	0,004	0,004	0,67 NS	5,32	11,26
B(a2)	1	0,037	0,037	6,17 *	5,32	11,26
B(a3)	1	0,012	0,012	2,00 NS	5,32	11,26
Error de B	8	0,050	0,006			

Sin embargo, para una mejor interpretación, se efectuó la “Comparación de Efecto Simple” gráficamente (Figura 26):

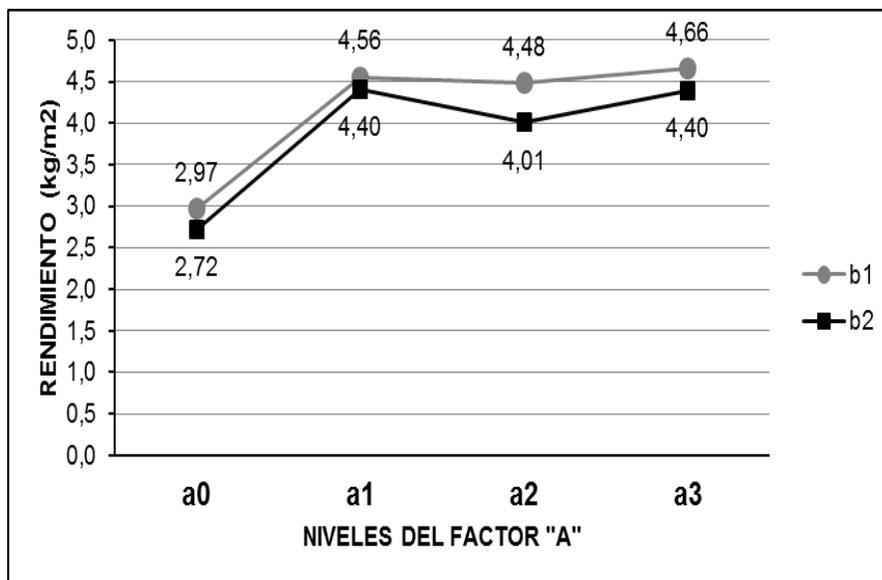


Figura 26. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), para la Primera Cosecha de Acelga

Se observa que en el nivel a_0 (sin aplicación de VigorTop) la variedad b_1 (Fordook Giant) tiene mayor rendimiento que b_2 (Large White Ribbed), el análisis de efecto simple indica que dichas diferencias no son significativas. En el nivel a_1 del Factor A (Aplicación foliar) al igual que en el anterior caso Fordook Giant presenta un mejor comportamiento que la otra variedad, la superioridad no es significativa según se observa en el Cuadro 26.

En cuanto al nivel a_2 , nuevamente el nivel b_2 presenta una producción inferior respecto a b_1 , estas diferencias presentan significancia según el análisis de varianza para efectos simples, lo que indica que al aplicar VigorTop al cuello de la planta de la variedad Fordook Giant el rendimiento se incrementa significativamente con respecto a la variedad Large White Ribbed, lo que parece indicar que el cultivar Fordook asimila de mejor manera los nutrientes del bioinsumo lo que se traduce en una mayor producción. Finalmente al aplicar VigorTop al follaje más al cuello de la planta (a_3) se obtiene un mayor rendimiento del nivel b_1 , el cual no es estadísticamente superior al nivel b_2 .

b) Segunda Cosecha, en el Cuadro 27 se observa el análisis de varianza, que indica que existen diferencias altamente significativas entre bloques, nuevamente la temperatura presenta efectos en el rendimiento de la segunda cosecha del cultivo de dos variedades de Acelga.

El coeficiente de variación de 2,11 % permite confiar en los datos recolectados, por el adecuado manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 27. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), en la Segunda Cosecha de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	3,18	1,59	9,94*	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	15,53	5,18	32,38 **	4,76	9,78
Error de A	6	0,97	0,16			
Variedad (B)	1	0,51	0,52	86,67 **	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,02	0,007	1,17 NS	4,07	7,59
Error B	8	0,05	0,006			
TOTAL	23	20,28				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 2,11 %

Las formas de aplicar VigorTop tienen efectos altamente significativos en el rendimiento del cultivo de acelga, por lo que se efectuó la Prueba de Duncan al 5 % de significancia, en el Cuadro 28 se observa que la aspersión del bioinsumo al follaje más al cuello de la planta presenta un rendimiento estadísticamente superior a las plantas que fueron tratadas foliarmente, los valores más bajos se dan con la aplicación al cuello de la planta y sin aplicación.

Cuadro 28. Comparación de Promedios de Rendimiento de Materia Verde (kg/m²) entre Niveles del Factor A, para la Segunda Cosecha de Acelga

FACTOR A (Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (kg/m ²)	Duncan (α= 5%)
a ₃	4,55	a
a ₁	4,31	b
a ₂	4,10	c
a ₀	2,50	D

*Letras iguales, no difieren significativamente

Entre los niveles de Factor B, también se observan diferencias altamente significativas, al efectuar la prueba de Duncan con un 5 % de Significancia (Cuadro 29) se puede notar que la variedad Fordook Giant presenta un mejor comportamiento que el cultivar Large White Ribbed.

El estudio efectuado por Avalos (2008), durante la segunda cosecha de la variedad Fordook Giant, presenta un producción de 3,2 kg/m² en materia verde como se observa el resultado es inferior al expuesto aquí, también resalta que esta variedad muestra hojas de mayor consistencia y grosor, lo que también se observó en el actual ensayo. Con respecto al cultivar Large White Ribbed, Chambi (2005) indica que el rendimiento es de 2,4 kg/m² a 3,8 kg/m², dependiendo de la dosis de humus de lombriz aplicada, además recalca que la producción se incrementó con respecto a la primera cosecha, lo que no ocurrió en el presente caso ya que las dos variedades en estudio presentaron menor rendimiento en relación a la primera cosecha

Cuadro 29. Comparación de Promedios de Rendimiento de Materia Verde (kg/m²) entre Niveles del Factor B, para la Segunda Cosecha de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (kg/m²)	Duncan (α= 5%)
b₁	4,01	a
b₂	3,72	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

No se presentan diferencias estadísticas en el rendimiento por efecto de los tratamientos (Interacción AxB), sin embargo en la Figura 27 se observa que los tratamientos T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈ (con aplicación del bioinsumo) presentan valores superiores a los tratamientos testigo T₁ y T₂

(sin aplicación), por lo que los componentes de VigorTop incrementan el rendimiento del cultivo.

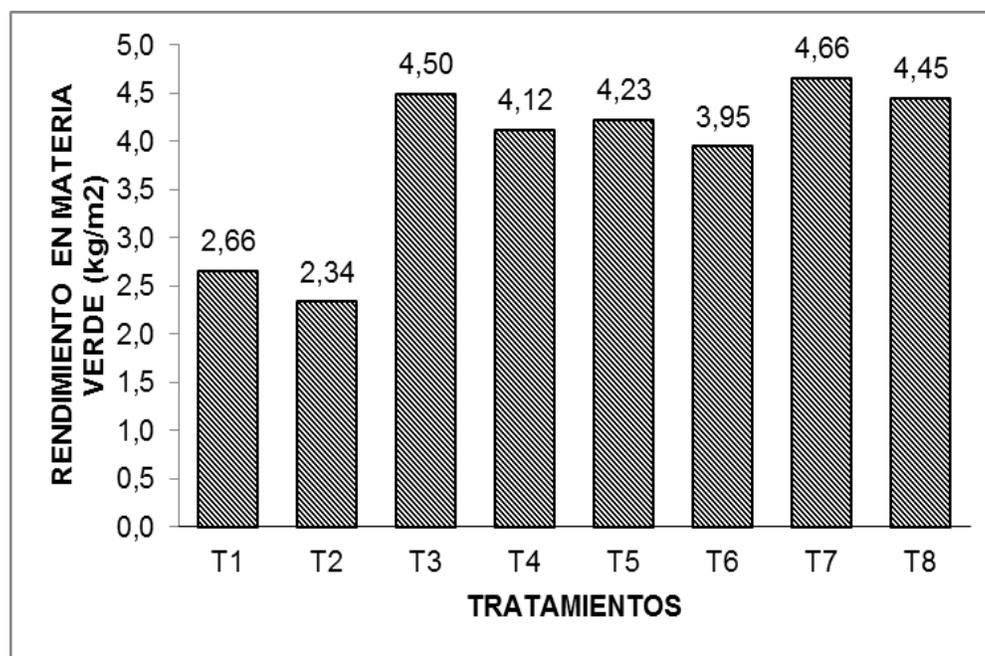


Figura 27. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento de Materia Verde (kg/m^2), para la Segunda Cosecha del Cultivo de Acelga

c) Tercera Cosecha, el análisis de varianza para esta variable se observa en el Cuadro 30, se presentan diferencias significativas entre bloques, similar a la anterior cosecha, las variaciones de temperatura causadas por la cercanía del Bloque III con la ventana del ambiente protegido presentan efectos en el rendimiento del cultivo de acelga.

En lo que respecta a la confiabilidad de los datos obtenidos, el coeficiente de variación es de 2,05 % lo que es considerado dentro del rango aceptable, ya que indica que se realizó un adecuado manejo de las unidades experimentales.

Cuadro 30. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), en la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	Fc	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	1,69	0,84	9,33*	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	15,62	5,21	57,88 **	4,76	9,78
Error de A	6	0,52	0,09			
Variedad (B)	1	0,42	0,42	84,00**	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,06	0,02	4,00 NS	4,07	7,59
Error B	8	0,04	0,005			
TOTAL	23	18,36				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 2,05 %

Para el factor A, se encontró alta significancia, por lo que se efectuó la prueba de medias de Duncan (5 % de Significancia); el resultado que se observa en el Cuadro 31 indica que el mayor rendimiento se obtiene aplicando VigorTop al follaje y al cuello de la planta, sin embargo este valor no es estadísticamente superior al rendimiento de las plantas que solo recibieron aplicaciones foliares del bioinsumo; por otra parte ambos valores son significativamente superiores a los vegetales que no recibieron tratamientos con VigorTop.

Cuadro 31. Comparación de Medias de Rendimiento en Materia Verde (kg/m²), entre Niveles del Factor A, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A (Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (kg/m ²)	Duncan (α= 5%)
a ₃	4,11	a
a ₁	4,00	a
a ₂	3,84	b
a ₀	2,13	c

*Letras iguales, no difieren significativamente

Al igual de las anteriores cosechas, entre los niveles del Factor B (Variedades de Acelga) se encontraron diferencias altamente significativas, en el Cuadro 32 se observa que la variedad Fordook Giant presenta superioridad numérica, otro estudio realizado en el mismo cultivar reporta un rendimiento de 3,2 kg/m² indicando que este aprovecha de mejor forma el contenido de materia orgánica del suelo lo que se traduce en una mayor producción (Avalos, 2008).

Como se observa el resultado presentado aquí es inferior al de las cosechas precedentes, lo que posiblemente se debe a que cuando se efectuó la tercera siega se registró un incremento en la temperatura del ambiente protegido, el promedio térmico en el mes de Enero fue de 25,1°C, Yuste (1997) indica que la temperatura para un crecimiento óptimo del cultivo de la acelga esta entre los 15 a 23°C, a mayores temperaturas la planta sufre un stress térmico que influye sobre la velocidad de las reacciones químicas y, por tanto, sobre las reacciones catalizadas enzimáticamente, lo que se expresa en una menor producción (Azcon-Bieto y Talón, 1993).

Acerca de la variedad Large White Ribbed su producción fue de 3,39 kg/m², en un anterior ensayo con el mismo cultivar, para la tercera cosecha se encontraron rendimientos de 2,8 kg/m² a 4,5 kg/m² en materia verde, el autor destaca que con relación a la anterior cosecha estos valores se incrementaron considerablemente, lo que es atribuido a la capacidad del cultivar de aprovechar los nutrientes que le brinda el humus de lombriz (Chambi, 2005). En el presente caso los resultados se muestran inferiores en relación a la segunda cosecha, lo que se atribuye al ascenso de temperaturas que se presentó en el mes de Enero (temperaturas máximas de 44,9 °C) ya que el cultivo de acelga se desarrolla muy bien con temperaturas templadas, en el verano las plantas pueden tener un desarrollo deficiente por las altas temperaturas y la alta desarrollo de la planta (Sádaba et al., 2010).

Cuadro 32. Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor B, para la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B (Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	3,65	a
b₂	3,39	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

La interacción entre Modos de Aplicación (Factor A) y Variedades de Acelga (Factor B), no mostró diferencias significativas lo que indica que cada factor actúa de manera independiente. En la Figura 28, se observa que los tratamientos a los que se aplicó VigorTop (T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈) se muestran numéricamente superiores que los tratamientos testigo (T₁ y T₂).

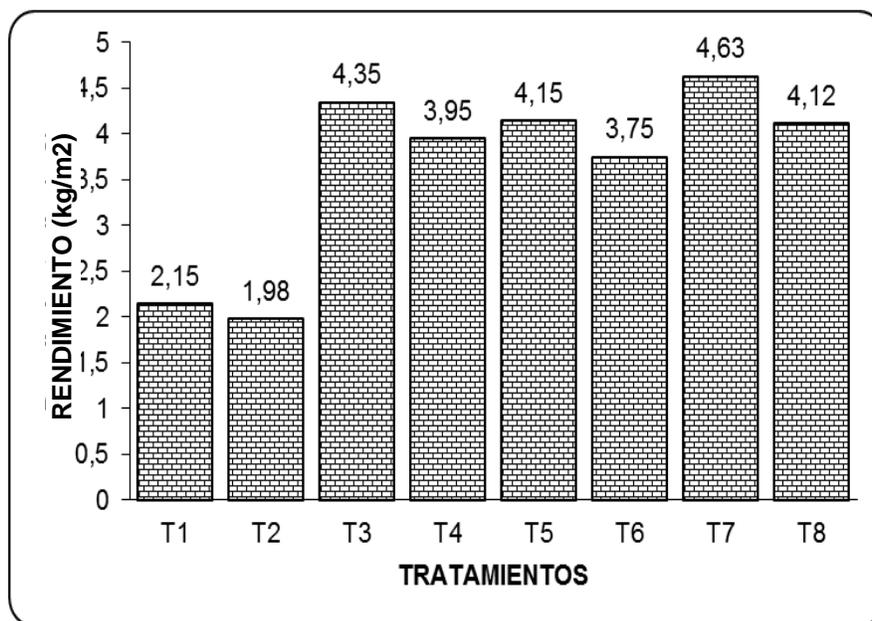


Figura 28. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2) durante la Tercera Cosecha del Cultivo de Acelga

d) **Cuarta Cosecha**, el análisis de varianza para el rendimiento de la cuarta cosecha se puede ver en el Cuadro 33, se observa que los bloques presentan diferencias estadísticas entre sí, al igual que en las anteriores cosechas, las fluctuaciones térmicas producidas por la cercanía de la ventana del ambiente protegido con el Bloque III, inciden en el rendimiento del cultivo de acelga.

Cuadro 33. Análisis de Varianza para Rendimiento de Materia Verde (kg/m²), en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

Factor de Variación	Grados de Libertad	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	1,51	0,75	8,33*	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	20,21	6,74	74,88 **	4,76	9,78
Error de A	6	0,58	0,09			
Variedad (B)	1	0,81	0,81	27,00 **	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,09	0,03	1,00 NS	4,07	7,59
Error B	8	0,29	0,03			
TOTAL	23	23,49				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV =5,26 %

El coeficiente de variación del 5,26 % señala que el grado de dispersión de las observaciones, en torno de la media poblacional, fue confiable para el análisis estadístico.

Considerando que existieron diferencias significativas en el rendimiento, por efecto de las Formas de aplicar VigorTop, se realizó la Prueba de Comparación de Medias de Duncan al 5 % de significancia, como se muestra en el Cuadro 34.

La comparación de promedios establece la superioridad de la aplicación foliar y al cuello de la planta, sobre las demás formas de aplicar VigorTop; sin embargo con la aspersion al follaje también se obtiene buen rendimiento en comparación a la aplicación del bioinsumo al cuello de la

planta, nuevamente las plantas que no recibieron ningún tratamiento con VigorTop muestran rendimientos significativamente inferiores.

Cuadro 34. Comparación de Medias de Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor A, en la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₃	4,37	a
a₁	4,15	ab
a₂	3,95	B
a₀	2,10	C

*Letras iguales, no difieren significativamente

El Factor B (Variedades) mostró diferencias altamente significativas, en vista de esto se efectuó la Prueba de Duncan (5 % de Significancia) que se observa en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor B, para la Cuarta Cosecha del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	3,81	a
b₂	3,45	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

En cuanto al rendimiento la variedad Fordook Giant presentó un mejor comportamiento que el cultivar Large White Ribbed, por lo que se concluye que este, responde mejor a la aplicación del bioinsumo.

Para la cuarta cosecha Avalos (2008), en la variedad Fordook Giant, encontró un rendimiento promedio de 3,3 kg/m², en el caso de la variedad Large White Ribbed, Chambi (2005) indica que la producción de materia verde es de 2,4 kg/m² a 4,1 kg/m² ambos resultados son similares a los del presente estudio.

Se observa que la producción de ambos cultivares aumenta ligeramente con respecto a la anterior cosecha.

Los rendimientos obtenidos para la cuarta cosecha muestran que no existen diferencias significativas por efecto de los tratamientos, los factores son independientes indicando que la presencia de un factor no modifica el comportamiento del otro.

Al realizar una comparación del efecto de los tratamientos en el rendimiento de las cuatro cosechas (Cuadro 36) se nota claramente que los tratamientos con aplicaciones del bioinsumo (T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈) presentan producción superior a los testigos (T₁ y T₂) por lo que VigorTop incrementa el rendimiento del cultivo de la acelga.

Cuadro 36. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento en Materia Verde (kg/m²) en las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga

Rendimiento de Materia Verde (kg/m²)				
Tratamientos	1ra. Cosecha	2da. Cosecha	3ra. Cosecha	4ta. Cosecha
T1	2,97	2,66	2,24	2,15
T2	2,72	2,34	2,03	1,98
T3	4,56	4,50	4,19	4,35
T4	4,40	4,12	4,04	3,95
T5	4,48	4,23	3,97	4,15
T6	4,01	3,95	3,70	3,75
T7	4,66	4,66	4,21	4,63
T8	4,40	4,45	3,78	4,12

5.2.4 Rendimiento Total De Materia Verde (kg/m²)

Para obtener la producción total del experimento, se efectuó la sumatoria de los rendimientos de cada cosecha, con estos datos se realizó el análisis de varianza que se detalla en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Análisis de Varianza para el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m²) del Cultivo de Acelga

Factor De Variación	Grados de Libertas	Suma De Cuadrados	Cuadrado Medio	F c	Ft	
					5%	1%
Bloque	2	31,51	15,76	13,82 **	5,14	10,92
Aplicación(A)	3	247,21	82,40	72,28 **	4,76	9,78
Error de A	6	6,83	1,14			
Variedad (B)	1	8,83	8,83	126,14 **	5,32	11,26
Interacción (AxB)	3	0,25	0,08	1,14 NS	4,07	7,59
Error B	8	0,58	0,07			
TOTAL	23	295,22				

* = Significativo

**= Altamente significativo

NS= No Significativo

CV = 1,78%

Se encuentran diferencias altamente significativas entre bloques, en la Figura 29 se puede observar que los Bloques I y II muestran mejores rendimientos que el Bloque III, probablemente se debe a que este se encontraba junto a la ventana trasera del ambiente protegido, por lo que estaba sometido a fluctuaciones térmicas más bruscas que los otros bloques, el efecto de la variación de temperatura influye significativamente en la producción del cultivo.

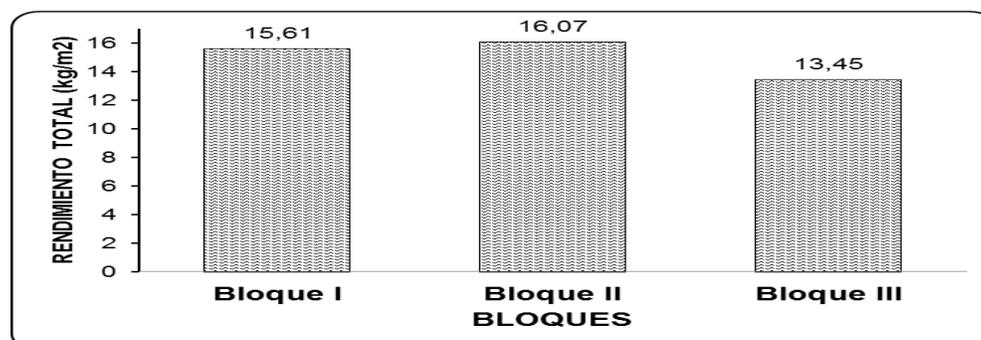


Figura 29. Efecto de los Bloques en el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m²) en el Cultivo de Acelga

Por otra parte también existen diferencias altamente significativas en el efecto de la Forma de aplicación del bioinsumo sobre el rendimiento, por esta razón se efectuó una Comparación de medias de Duncan (5 % de significancia) para el Factor A, en el Cuadro 38 se observa que la mejor producción de materia verde (kg/m^2) se obtiene aplicando VigorTop a las hojas y al cuello de la planta, seguido de la aplicación foliar, ambos rendimientos son superiores a los obtenidos sin aplicar el bioinsumo.

Cuadro 38. Comparación de Medias de Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor A, en el Total de Cosechas del Cultivo de Acelga

FACTOR A		
(Formas de Aplicación de VigorTop)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
a₃	17,46	a
a₁	17,05	b
a₂	16,12	c
a₀	9,55	d

*Letras iguales, no difieren significativamente

Los niveles del Factor B también presentan alta significancia para la producción total en materia verde, en el Cuadro 39 se observa que la variedad Fordook Giant muestra mejor rendimiento que el cultivar Large White Ribbed.

Cuadro 39. Comparación de Promedios de Rendimiento en Materia Verde (kg/m^2), entre Niveles del Factor B, para las Cuatro Cosechas del Cultivo de Acelga

FACTOR B		
(Variedades de Acelga)		
Niveles	Promedio (kg/m^2)	Duncan ($\alpha= 5\%$)
b₁	15,65	a
b₂	14,43	b

*Letras iguales, no difieren significativamente

Avalos (2008) aplicando biol porcino a la variedad de acelga Fordook Giant, obtuvo una producción total en materia verde de 13,3 kg/m² en cuatro cosechas, Von Boeck (2000) con aplicaciones de humus de lombriz reporta un rendimiento total de 14,4 kg/m², ambos valores inferiores al presente estudio.

Acerca de la Variedad Large White Ribbed, Chambi (2005) encuentra rendimientos totales entre 9,4 kg/m² a 15,5 kg/m², para cuatro cosechas, el promedio de producción del actual ensayo se encuentra dentro de este rango.

Finalmente los tratamientos (Interacción AxB) no presentan efectos significativos en el rendimiento, es decir que los factores en estudio actúan independientemente en la producción del cultivo de acelga.

Sin embargo en la Figura 30, los tratamientos con aplicaciones del bioinsumo (T₃, T₄, T₅, T₆, T₇ y T₈) muestran rendimientos numéricamente superiores a los tratamientos testigo (T₁ y T₂). Lo que indica que los componentes de VigorTop presentan efectos positivos en el rendimiento total del cultivo de acelga.

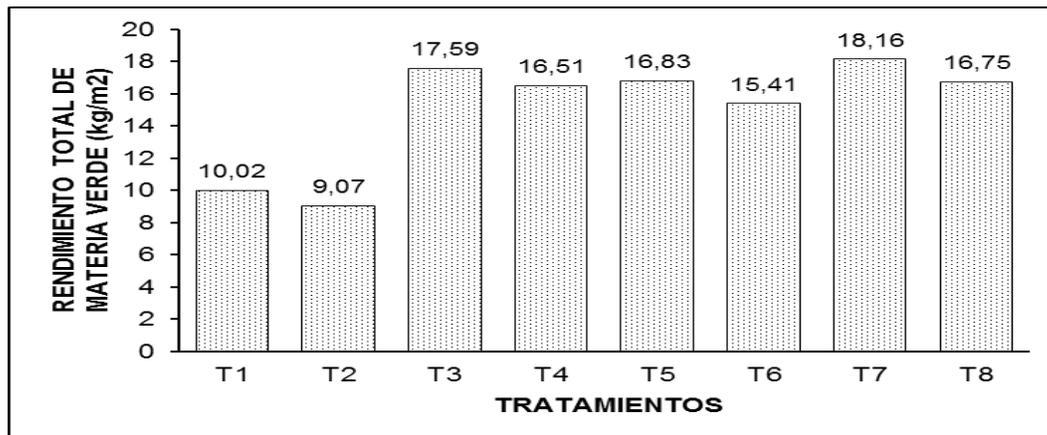


Figura 30. Efecto de los Tratamientos en el Rendimiento Total de Materia Verde (kg/m²), en el Cultivo de Acelga

En el caso del efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos sobre el rendimiento de los cultivos de hoja, Mier (2010) realizó un ensayo con la variedad Bresanne de acelga, su tratamiento de “Ácido Fúlvico en dosis de 15 L/ha” obtuvo una producción de 11,36 kg/m² en materia verde para cuatro cosechas, este rendimiento superó en un 49,68 % al testigo que solo alcanzó 5,72 kg/m² la autora atribuye esto a las propiedades de los ácidos fúlvicos al permitir una mayor asimilación de nutrientes y mayor incremento en la biomasa.

En otro estudio realizado por Ortuño et al. (2010) en la variedad Crespa de lechuga, los tratamientos con sustancias húmicas tuvieron mayor peso fresco de la planta (entre 56,02 y 44,17 gr/planta) en relación al testigo (42,69 gr/planta), las diferencias eran significativas.

Cimrin y Yilmaz (2005) reportaron efectos significativos de ácidos húmicos sobre el peso en la planta de lechuga, aplicando 300 kg/ha de ácido húmico con 120 kg/ha de fósforo porque el humus contribuye a solubilizar los nutrientes para una asimilación más efectiva por las plantas, por lo cual las soluciones húmicas son fuentes potenciales para mejorar la nutrición de la planta.

En cuanto al efecto de los brasinoesteroides, en la producción de hortalizas de hoja, Gonzales et al. (2010) evaluaron la influencia de esta hormona en el cultivo de lechuga var. Black Seed Simpson, se utilizó una dosis de Biobras-16 (nombre comercial) de 20 mg/ha, aplicado de forma foliar con lo que se obtuvo una producción de 3,84 kg/m² significativamente superior al testigo (sin aplicación de brasinoesteroide) que solo alcanzó un rendimiento de 1,60 kg/m², los autores señalan que los Brasinoloides ejercen una marcada influencia en el crecimiento-desarrollo de las plantas y por ende en los rendimientos, llegándose a obtener valores superiores hasta en un 50%.

5.3 Análisis Económico Del Cultivo De La Acelga

5.3.1 Relación Beneficio/Costo

El análisis de rentabilidad económica se calculó con base a la relación beneficio/costo, que es un método que consiste en contrarrestar los beneficios obtenidos con los gastos generados durante el proceso de producción y se obtiene mediante la fórmula:

$$\mathbf{B/C} = \frac{\mathbf{Beneficios\ Totales}}{\mathbf{Costos\ totales\ de\ Producción}}$$

(IBTA - PROINPA, 1995).

La relación de Beneficio/costo muestra la cantidad que percibirá el proyecto por cada unidad monetaria invertida (IBTA - PROINPA, 1995), la cual se determinó mediante la relación entre el ingreso recibido en un ciclo de cultivo (1 año), durante el cual se pueden realizar 20 cortes y el costo total de implementar un cultivo de acelga en un ambiente protegido de 500 m².

Los costos de producción detallados para cada tratamiento se pueden ver en los Anexos.

En el Cuadro 40 se resume los ingresos logrados por el cultivo y se determina su relación con los costos totales de producción.

Cuadro 40: Relación Beneficio/Costo del Cultivo de Acelga

Tratamiento	Rendimiento (kg/m ²)	Precio por ciclo (Bs.)*	Ingreso año (Bs.)	Ingreso año (\$U\$)	Costos De Producción		B/C
					Bs.	\$U\$	
T1	50,10	250,50	250,50	35,99	202,82	29,14	1,23
T2	45,35	226,75	226,75	32,58	202,78	29,13	1,12
T3	87,95	439,75	439,75	63,18	354,12	50,88	1,24
T4	82,55	412,75	412,75	59,30	354,09	50,88	1,17
T5	84,15	420,75	420,75	60,45	326,36	46,89	1,29
T6	77,05	385,25	385,25	55,35	326,33	46,89	1,18
T7	90,80	454,00	342,50	58,49	447,79	64,34	1,01
T8	83,75	418,75	418,75	60,16	447,76	64,33	0,94

*Considerando un precio de 5 Bs. por 0,5 kg de Acelga

Cabe destacar que los mayores retornos económicos, según la relación B/C, se perciben con la variedad Fordook Giant tanto con aplicación foliar como al cuello de la planta, lo que hace suponer que desde el punto de vista económico esta variedad da mejores resultados.

Según se observa la Variedad Fordook Giant, con aplicación de VigorTop al cuello de la planta (T₅) obtiene mejores resultados económicos, ya que por cada boliviano invertido, este se recupera y además se gana 0,29 Bs; con el tratamiento 3 (aplicación foliar del bioinsumo a Fordook Giant) se obtiene un retorno de 1,24 Bs. por cada unidad monetaria invertida, ambos valores son superiores al B/C que presenta el testigo (T₁) con el cual se recibe 1,23 Bs. por cada boliviano en inversión. El peor resultado para esta variedad se obtiene con el T₇ (aplicación foliar y al cuello de la planta) solo se percibe 1,01 Bs. por cada unidad monetaria invertida, se recupera el boliviano y se obtiene una ganancia de 0,01 Bs.

En cuanto a la variedad Large White Ribbed el mejor resultado se obtiene con el T₆ (aplicación al cuello de la planta) con el cual se percibe un ingreso de 1,18 Bs. por cada boliviano invertido, en segundo lugar se encuentra el T₄ (aplicación foliar) con el cual se recibe un retorno de 1,17 Bs. por una unidad monetaria de inversión. Estos resultados son superiores al testigo T₂ (sin aplicación de

VigorTop) cuya relación B/C es de 1,12 lo que indica que se recibe 0,12 Bs de ganancia por cada boliviano invertido. Finalmente el resultado menos rentable se tiene con el tratamiento 8, ya que por cada unidad monetaria invertida solo se recibirá 0,94 Bs de retorno lo que indica que se tendrá una pérdida de 0,06 Bs.

Respecto a la relación Beneficio/Costo para el cultivo de la acelga un estudio realizado en San José de Costa Rica indica un valor de B/C de 1,01. El estudio se realizó con la variedad Amarilla Lyon, con tecnología media y aplicando una fertilización (N-P-K) de 120-0-0. Se observa que el valor es inferior a los expuestos en el presente estudio lo que posiblemente se debe a factores ambientales y características propias de cada ensayo (Cussianovich, 2010).

En otro proyecto efectuado por la Asociación Cuna (2010) en la Ciudad de El Alto se determinó un índice de B/C de 1,04 para el cultivo en microhuertas familiares, los autores recalcan, en base al resultado obtenido, que el cultivo de acelga es rentable, ya que se recibe un retorno de 1,04 Bs. por cada boliviano invertido.

6. CONCLUSIONES

Luego de desarrollar el ensayo en campo, y realizar los análisis estadísticos y económicos se llegó a las siguientes conclusiones:

- Las diferentes formas de aplicación del bioinsumo (VigorTop) muestran efectos en el rendimiento, presentándose diferencias entre los niveles a_1 , a_2 y a_3 (con aplicación de VigorTop) en relación al testigo a_0 (sin aplicación). El nivel a_3 (aplicación de VigorTop al follaje mas al cuello de la planta) presenta el mayor rendimiento promedio (para cuatro cosechas) de 4,37 kg/m^2 en materia verde. En segundo lugar el nivel a_1 (aplicación foliar) muestra una producción media de 4,26 kg/m^2 en materia fresca; seguido del nivel a_2 (aplicación al cuello de la planta) que logro un valor medio para rendimiento en materia fresca de 4,03 kg/m^2 . El testigo (a_0) obtuvo la producción más baja con un promedio de 2,39 kg/m^2 , comprobándose el efecto positivo del bioinsumo.
- El comportamiento agronómico de las variedades de acelga en estudio, también mostró variaciones, el rendimiento de la variedad Fordook Giant, promediado en cuatro cosechas, es de 3,91 kg/m^2 el cual es significativamente superior al del cultivar Large White Ribbed cuya producción tiene un valor medio de 3,61 kg/m^2 .
- En cuanto al número de hojas comercialmente aprovechables se registró un promedio de 8,9 hojas para los niveles a_1 (aplicación foliar) y a_3 (aplicación foliar y al cuello de la planta), seguidos del nivel a_2 (aplicación al cuello de la planta) que mostro una media de 7,2 hojas aprovechables para consumo. En último lugar se ubicó el nivel a_0 (sin aplicación) con el cual solo se registró un promedio de 5,9 hojas consumibles. Entre los diferentes cultivares no se encontraron diferencias para esta variable tanto el Cultivar Fordook Giant como Large White Ribbed mostraron una media de 7,7 hojas comercialmente aprovechables.

- Acerca de la longitud de hojas apropiadas para la cosecha, para el Factor A, el nivel a_1 (aplicación foliar de VigorTop) registro un promedio de 50,37 cm, el nivel a_3 (aplicación foliar y al cuello de la planta) muestra un valor medio de 49,87 cm; estos son seguidos por el nivel a_2 (aplicación al cuello de la planta) que alcanzó una media de 49,73 cm de longitud, el nivel a_0 obtuvo el valor más bajo para largo de hoja con 47,88 cm. En cuanto a las variedades de acelga, el cultivar Fordook Giant presenta un mejor comportamiento ya que su promedio de longitud foliar fue de 50,86 cm, además presentaba laminas más gruesas muy desarrolladas y peciolo grande y succulento, en cambio Large White Ribbed alcanzo una media de 48,06 cm para largo de hoja, la variedad mostraba hojas más delgadas, con mayor susceptibilidad a sufrir daños en el embolsado, aunque con peciolo más succulento que la anterior.
- Se efectuó el análisis económico a través de la relación beneficio/costo con la cual se comprueba que la mayor rentabilidad se obtiene con el T_5 (Variedad Fordook Giant con aplicación de VigorTop al cuello de la planta) ya que por cada boliviano invertido se percibe un retorno de 1,29 Bs. En segundo lugar se presenta el T_3 (Variedad Fordook Giant con aplicación foliar de VigorTop) que muestra un índice B/C de 1,24. Por lo que se puede concluir que se obtiene mayores ingresos cultivando la variedad Fordook Giant.
- En base a los resultados se rechaza la hipótesis planteada y se concluye que las diferentes formas de aplicación del bioinsumo si presentan efectos sobre el rendimiento del cultivo de acelga.

7. RECOMENDACIONES

Al concluir el presente estudio se proponen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda dar continuidad al presente estudio evaluando cosechas posteriores y realizar un seguimiento hasta cumplir el ciclo productivo de la acelga.
- Realizar un ensayo de respuesta agronómica del cultivo de la acelga disponiendo en diferentes marcos de plantación y densidades de siembra.
- Efectuar una investigación utilizando diferentes dosis del bioinsumo (VigorTop) aplicado al cultivo de acelga en fertirrigación.
- En cuanto a la planta de acelga se recomienda evaluar otras variables de respuesta, además de las presentadas en el actual estudio, por ejemplo: longitud de peciolo, peso de peciolo y ancho de peciolo. Ya que estas pueden tener gran importancia en el rendimiento del cultivo.
- Se recomienda evaluar el efecto del bioinsumo “VigorTop” en otras variedades de acelga y también en diferentes hortalizas de hoja.
- Plantear un estudio de investigación utilizando otros bioinsumos en acelga y en otras hortalizas.
- Efectuar estudios comparativos entre otros fertilizantes orgánicos y VigorTop, evaluando además del comportamiento agronómico, el cambio en las características físico-químicas del sustrato, ya que en una explotación intensiva en ambientes protegidos la absorción de nutrientes y degradación del suelo es más rápida.

8. BIBLIOGRAFÍA

AFRIAGRO. 2011. Technical Report, Swiss chard. Klein Karoo Seed marketing. Consultado el 10 de Enero de 2012. Disponible en: www.seedmarketing.co.za

AITKEN SOUX, J. 1987. Manual Agrícola. S.E. La Paz – Bolivia. 13 – 14 pp.

ALCÁNTAR, G. y TREJO, L. 2007. Nutrición de cultivos. Editorial Mundi-Prensa. Mexico D. F. – Mexico. 438 p.

ALCARAZ, F.; CLEMENTE, M.; BARRENA, J.A. y ÁLVAREZ ROGEL, J. 1999. Manual de teoría y práctica de Geobotánica. ICE Universidad de Murcia y Diego Marín. Murcia – España. 450 p.

ALFONSO, E.; RUIZ, J.; TEJEDA, T.; REYNALDO, I. y DÍAZ DE ARMAS, M. 2009. Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Mayabeque - Cuba. 37 p.

ANURADHA, S. y RAO. 2003. Application of brassinosteroids to rice seeds (*Oryza sativa L.*) reduced the impact of salt stress on growth, prevented photosynthetic pigment loss and increased nitrate reductase activity. *Plant Growth Regulation* 40. 29-32 pp.

ASOCIACIÓN CUNA. 2010. Microhuertas, fuentes de nutrición y recursos económicos. Asociación Cuna. La Paz – Bolivia. 75 p.

AVALOS F. 2008. Evaluación de dos variedades de acelga bajo dosis de abonamiento con biol porcino en carpa solar. Tesis de Grado. La Paz- Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 140 p.

AYAVIRI, R. 1996. Estudio de cuatro profundidades de walipini en la producción hortícola de invierno en Letanías – Viacha – La Paz. Tesis de Grado. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 168 p.

AZCÓN – BIETO, J. y TALÓN, M. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. Editorial Interamericana Mc Graw Hill. Madrid – España. 539-540 pp.

BARBADO J. 2003. Huertas Orgánicas. Editorial Albatros. Primera Edición. 192 p.

BIDWELL, R.S. 1983. Fisiología vegetal. Editorial AGT. Editor. 2 da Edición. 784 p.

BIOTOP. 2012. Folleto informativo de VigorTop. Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA). Oruro – Bolivia. 2 p.

BISHOP, G. J. y YOKOTA, T. 2001. Plant steroid hormones, brassinosteroids: current highlights of molecular aspects on their synthesis/metabolism; transport, perception and response. 114-120 pp.

CADAHIA, C. 2005. Fertirrigacion; Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. Editorial Mundi – Prensa. 3ra. Edición. 128 – 130 pp.

CALZADA, J. 1982. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Milagros. Lima – Perú. 645 p.

CASSERES, E. 1981. Producción de hortalizas. IICA. 3ra. Edición. San José – Costa Rica. 387 p.

CHAMBI J. 2005. Efecto del humus de lombriz en el cultivo de acelga bajo carpa solar. Pasantía de Grado. La Paz- Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 90 p.

CHEN, Y. y SCHNITZER. 1978. The surface tension of aqueous solutions of soil humic substances. Soil Sci. 7-15 pp.

CHILON E. 1996. Manual de Edafología: Practicas de campo y laboratorio. Editorial CIDAT. La Paz-Bolivia. 256 p.

CIMRIN, K.M. e YILMAZ, E. 2005. Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Vol. 55, pp. 58-63

CUSSIANOVICH, P. 2007. Costos de producción de 10 hortalizas cultivadas en forma orgánica y en forma convencional. Juglar del Valle S.A. – INFOVIDA e Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS). San José - Costa Rica. 98 p.

DAVID, P.; NELSON, P. y SANDERS, D.1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. Journal of Plant Nutrition. 173-184 pp.

DE LA PAZ, A. y SOUZA – EGIPSY, V. 2003. La huerta fértil; Guía de verduras y hortalizas con raíces, tallos y hojas comestibles. Editorial Libsa. Madrid – España. 48 – 49 pp.

ECURED. 2011. Rendimiento Agrícola. Consultado el 20 de Marzo de 2012. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Rendimiento_agr%C3%ADcola.

EICHERT, T. 2001. Untersuchungen zur Aufnahme geloster Stoffe durch Stomata. Universidad Bonn. Bonner agrikulturchemische Reihe. Inst. Agrikulturchemisches. 183 p.

ESTAÑOL, B.; RODRÍGUEZ, M.; VOLKE, H.; ZAVALETA – MEJÍA, P.; SÁNCHEZ, G. y PEÑA, V. 2005. Estudio preliminar sobre manejo nutrimental y aplicación de nematicida para el control de la infección por nematodos de papa. Editorial Terra. 477 – 485 pp.

FASSBENDER, H. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. IICA. 2 da. Edición. San José – Costa Rica. 48 – 49 p.

FLORES A. 2007. Efecto de frecuencia de poda en dos variedades de acelga en ambiente protegido. Tesis de Grado. La Paz- Bolivia. Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. 98 p.

FLÓREZ J. 2009. Agricultura ecológica, manual y guía didáctica. Editorial Mundi-Prensa. Primera Edición. Madrid – España. 395 p.

FREGONI, M. 1986. Some aspectos of epigeal nutrition of grapevines. In: A. Alexander (ed.). Foliar fertilization. Proceedings of the first International Symposium of Foliar Fertilization. Shering agrochemical Division. Berlin – Alemania. 206 – 213 pp.

FUNDACIÓN HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. 2008. Nueva Biblioteca del Campo: Manual de la granja integral autosuficiente, Tomo 11: Hortalizas. Editorial Panamericana Books. Bogotá - Colombia. 68 p.

GARCÍA, 2010. Comportamiento agronómico del cultivo de lechuga a la aplicación de bioestimulantes orgánicos en la zona de Cuesaca provincia del Carchi. Tesis de Grado; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica del Norte. Carchi – Ecuador. 55 p.

GEILFUS, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: Manual de agroforestería para el desarrollo rural, Volumen 2: Guía de Especies. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (C A T I E). Turrialba – Costa Rica. 778 p.

GIACONI, V. 2004. Cultivo de hortalizas, Colección nueva técnica. Editorial Universitaria. Novena Edición. Barcelona-España. 334 p.

GONZALES, G. y LÓPEZ, A. 1994. La aplicación de fertilizantes foliares potásicos, ácido giberelico y su relación con las bajas temperaturas en la producción de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) en el municipio de Texcoco, Mexico. Tesis de Grado. Universidad de Chapingo. Chapingo – Mexico. 96 p.

GONZÁLEZ, L.; DÍAZ, C.; JIMÉNEZ, C. y ROBAINA, C. 2010. Evaluación del Biobras-16 sobre el rendimiento y calidad del cultivo de la lechuga en condiciones de cultivo organopódico. Universidad de Granma. Granma – Cuba. 20 p.

GUMINSKY, S.; SULEJ, J. y GLABISZEWSKI, J. 1983. Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. Acta Societatis Botanicorum Poloniae. Polonia. 52, 149-164 pp.

HUMINTECH. 2010. Productos agrarios basados sobre ácidos húmicos. Biotecnología para suelos y plantas. HuminTech GmbH Heerdter LandstraBe. Düsseldorf – Alemania. 6 p.

JORDÁN, M. y CASARETTO, J. 2006. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Etileno, Ácido Abscísico, Brasinoesteroides, Poliaminas, Ácido Salicílico y Ácido Jasmónico. In: Fisiología Vegetal. Universidad de La Serena. La Serena – Chile. 28 p.

KASS, D. 2006. Fertilidad de suelos. Editorial Mundi – Prensa. 1ra. Edición. Madrid – España. 95 -99 p.

LEÑANO, F. 1973. Como se cultivan las hortalizas de hoja. Editorial De Vecchi. Barcelona-España. 228 p.

LITTLE, E. 2001. Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan de Puerto Rico – Puerto Rico. 137 – 138 pp.

LÓPEZ LILLO, A. y SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES J. 2001. Árboles en España, Manual de Identificación. Editorial Mundi-Prensa. Barcelona – España. 243 – 244 pp.

MAROTO, J. 2008. Elementos de Horticultura General. Editorial Mundi – Prensa Libros. 3ra. Edición. Madrid – España. 480 p.

MARTÍNEZ, A.; LEE, R.; CHAPARRO, D. y PARAMO, S. 2003. Postcosecha y mercadeo de hortalizas de clima frio bajo prácticas de producción sostenible. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá – Colombia. 58 p.

MIER, M. 2010. Evaluación de la respuesta a la aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos en la producción del cultivo de la acelga. Tesis de Grado; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica del Norte. Carchi – Ecuador. 54 p.

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

NÚÑEZ, M. (2000). Brasinoesteroides, Nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura. Instituto Agronómico Campinas. Campinas - Brasil. 23 p.

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

ORTUÑO, N.; NAVIA, O. y MENESES E. 2010. Catálogo de bioinsumos, para mejorar la productividad de los cultivos ecológicos y convencionales. PROINPA. La Paz-Bolivia. 80 p.

ORTUÑO, N.; VELASCO, J. y AGUIRRE, G. 2010. Humus líquido y microorganismos para favorecer la producción de lechuga (*Lactuca sativa* var. Crespa) en hidroponía. Proyecto Fontagro-Bioinsumos; Fundación PROINPA y Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 20 p.

PORCO, F. y TERRAZAS, J. 2009. Horticultura: aplicaciones prácticas. Universidad Mayor de San Andrés – Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 23 – 24, 49 – 50, 61 – 65 pp.

PORTA, J.; LÓPEZ – ACEVEDO, M. y ROQUERO, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa. 3ra. Edición. Madrid – España. 960 p.

PROGRAMA: PROMOCIÓN DE LA VINCULACIÓN TECNOLÓGICA ENTRE EL SISTEMA PRODUCTIVO Y EL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA PROVINCIA. 2010. Efecto de un bioestimulante, a base de humus, en el crecimiento y desarrollo de plantas hortícolas y florícolas. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. Buenos Aires – Argentina. 38 p.

QUIJANO, J. 2010. Manual: Técnica Drench 70. Fundación Salvadoreña para investigaciones del Café, PROCAFE. El Salvador – San Salvador. 18 p.

QUISPE, D. 2005. El uso del biol en la fertilización foliar y radicular en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*) bajo diferentes concentraciones en ambiente atemperado. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 48 – 51 pp.

RAMOS, R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efectos frente al estrés salino. Tesis de doctorado. Alicante – España. Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante. 335 p.

RODRÍGUEZ, S. 1989. Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Editorial AGT. Editor. Mexico D.F. – Mexico. 24 - 25 pp.

ROJAS, W. 2006. Apuntes de Botánica sistemática. Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 45 pp.

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

RONDÓN, A. 2010. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Humus de Lombriz y Bayfolan en el cultivo del frijol. Tesis de Grado. Universidad de Granma. Granma – Cuba. 54 p.

SÁDABA, S.; URIBARRI, A.; AGUADO G.; DEL CASTILLO, J. y ASTIZ, M. 2010. Acelga en invernadero. Instituto Técnico Agrícola (I.T.A.) y Navarra Agraria. Navarra – España. 27 p.

S.A. 2010. Cultivo de acelga. Consultado el 30 de Septiembre de 2011. Disponible en: www.abcgro.com.

S.A. 2010. El cultivo de la acelga. Consultado el 30 de Septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/acelga.htm>

SÁENZ, L.; CÓRDOVA, I. y RODRÍGUEZ, F. 2011. Los brasinoesteroides: Una nueva clase de hormonas vegetales. Centro de Investigación Científica de Yucatán, Universidad Autónoma de Yucatán. Yucatán – Mexico. 9 p.

SÁNCHEZ-ANDREU, J.; JORDÁ, J. y JUÁREZ, M. 1994. Humic substances. Incidence on crop fertility. *Acta Horticulturae*. 303-313 pp.

SCHONHERR, J. 2002. Foliar nutrition using inorganic salts: Laws of cuticular penetration. *Acta Horticulturae*. 77 – 82 pp.

SCHREIBER, L. 2005. Polar paths of diffusion across plant cuticles: New evidence for and old hypothesis. *Apuntes de Botánica*. 1069 – 1073 pp.

SELECTOR. 2007. La huerta fértil. Editorial Selector. Madrid – España. 230 p.

SERVICIOS MÚLTIPLES DE TECNOLOGÍAS APROPIADAS. 1993. Guía de manejo de Cultivos protegidos. Departamento de Desarrollo rural de Servicios múltiples de tecnologías apropiadas (SEMTA). La Paz – Bolivia. 211 p.

SERRANO, Z. 1985. Cultivo de hortalizas en invernadero. Editorial AEDOS. Barcelona – España. 239 – 252 pp.

SILVA, E. y RODRÍGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. 1ra. Edición. Publicación de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile.

SYNGENTA. 2011. Aplicación dirigida al cuello de la planta “In Drench”. Consultado el 20 de Marzo de 2012. Disponible en: <http://www.syngenta.com.mx/aplicacion-dirigida-al-cuello-de-la-planta.aspx>

TRINIDAD, S. y AGUILAR, M. 2000. Fertilización Foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. Editorial Terra S. I. 247 – 255 pp.

VARGAS, M. e IRIZAR, M. 2005. Efecto del Brasinoesteroide y densidad de población en la acumulación de biomasa y rendimiento de ayocote (*Phaseolus coccineus L.*) in *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, Volumen 11, numero 002. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo – Mexico. 269 – 272 pp.

VAUGHAN, D.; MALCOLM, R. y ORD, B. 1985. Influence of humic substances on biochemical processes in plants, in Soil organic matter and biological activity. Dordrecht – Alemania. 77-108 pp.

VILLEGAS, T.; RODRÍGUEZ, M.; TREJO – TÉLLEZ, I. y ALCÁNTAR G. 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de plántulas de tomate. Editorial Terra. 97 – 102 pp.

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

WIKIPEDIA. 2012. Brasinoesteroides. La enciclopedia libre. Consultado el 14 de Marzo de 2012. Disponible en: <http://www.wikipedia.com/brasinos>

WINTEY, G. 1999. Foliar fertilizers. American Fruit Grower. Estado de la Florida – Estados Unidos de Norteamérica. 35 – 36 pp.

YUSTE, P. 1997. Biblioteca de la horticultura. Tomo III. Editorial Idea Bocks S.A. Barcelona – España. 605 – 606 pp.

ANEXOS

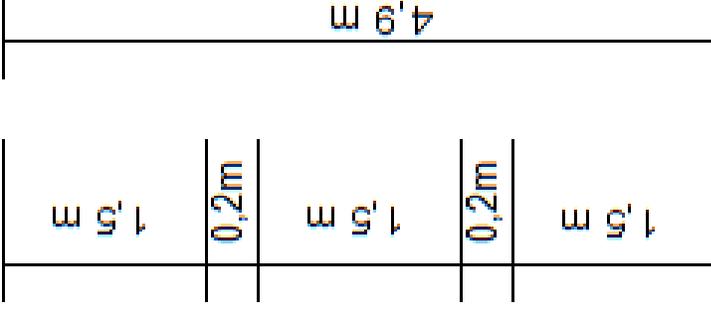
1,2 m								
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
----	----	----	----	----	----	----	----

T8	T7	T2	T1	T6	T5	T4	T3
----	----	----	----	----	----	----	----

T5	T6	T7	T8	T1	T2	T3	T4
----	----	----	----	----	----	----	----

9.6 m							
-------	--	--	--	--	--	--	--



Cuadro 1. Temperaturas Máximas y Mínimas (°C) por mes dentro del Ambiente Protegido

DIA	NOVIEMBRE		DICIEMBRE		ENERO		FEBRERO	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
1	8,5	38,2	11,2	40,2	9,91	35,6	11,1	31,4
2	9,2	39,5	10,1	41,2	10,7	36,7	11,3	38,0
3	8,3	40,5	8,3	43	10,6	38,8	10,8	34,4
4	8,7	42,3	9,0	44,6	11,5	40,8	10,7	39,1
5	11,1	44,0	9,2	39,7	10,8	34,6	10,4	38,9
6	8,8	43,7	11,5	40,8	10,8	37,1	10,9	43,0
7	9,9	42,5	9,2	38,8	8,8	39,4	9,1	41,7
8	8,1	41,5	11,7	40,6	9,6	38,6	9,2	40,0
9	8,3	44,5	10,5	27,0	10,1	39,5	9,5	40,2
10	8,2	43,5	9,7	35,2	10,7	42,8	11,1	32,9
11	9,3	43,4	9,8	37,2	8,8	45,2	10,1	34,0
12	9,1	43,3	10,8	29,1	10,1	42,4	10,9	37,1
13	7,9	45,6	10,3	39,6	10,5	42,6	10,5	28,3
14	8,8	45,0	10,2	33,7	11,6	44,7	10,6	37,1
15	8,5	43,5	10,0	32,6	10,5	42,7	10,4	32,1
16	9,7	42,5	10,6	33,0	11,6	40,5	10,6	31,6
17	9,6	40,4	12,2	43,0	9,0	44,0	8,7	31,1
18	8,7	44,0	11,4	42,3	7,6	39,8	10,5	35,4
19	9,0	31,8	10,6	28,4	11,7	43,9	10,5	41,4
20	8,8	35,5	7,3	40,1	8,1	41,5	10,1	38,1
21	8,8	36,5	7,3	40,4	10,1	39,0	10,1	33,7
22	9,1	30,1	8,5	40,8	11,1	40,1	10,1	40,2
23	9,9	41,2	11,2	34,6	10,3	42,3	10,1	38,9
24	11,5	41,9	8,9	40,9	9,3	40,2	9,8	38,7
25	10,2	42,6	8,6	39,8	11,8	21,9	9,6	34,7
26	10,3	41,8	9,5	38,4	10,9	35,6	8,5	43,7
27	9,5	41,5	8,8	39,7	10,5	44,9	7,8	38,9
28	9,3	40,0	8,8	38,8	9,9	39,5	10,2	39,0
29	9,4	42,7	9,5	34,0	10,3	37,3	9,9	40,1
30	8,2	42,5	9,9	41,3	10,2	40,4		
31			11,7	26,0	11,4	37,5		

Cuadro 2. Costos De Producción para el Tratamiento 1 (Variedad Fordook Giant Sin Aplicación Del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSIÓN									
Detalle	Unidad	Cant.	Costo Unit. (Bs.)	Costo Total (Bs.)	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m ² /año)	Depreciación * (Bs.)	Depreciación (\$US)
Carpa solar	pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32
Herramientas	pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,01
TOTAL								23,19	3,33
B. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR METRO CUADRADO									
B.1. COSTOS VARIABLES									
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (Bs.)	Costo Total	No. Ciclos Por Año	Costo Total/Año (Bs.)	Costo Total/Año (\$US)		
Semilla**	gramo	0,45	0,42	0,19	1	0,18	0,03		
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,69		
Agua	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,47		
Control fitosanitario	global	1,00	1,0	1,00	1	1,00	0,14		
SUBTOTAL B1						9,30	1,33		
B.2. COSTOS FIJOS***									
Detalle	Unidad	Cantidad	N° De Ciclo	Costo Unitario (Bs.)	Total Año (Bs.)	Total Año (\$US)			
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27			
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,78			
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,78			
SUBTOTAL B2						151,875	21,821		
COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN									
DETALLE	BOLIVIANOS		DÓLARES						
Costo de Inversión	23,19		3,33						
Costos Variables	9,31		1,34						
Costos Fijos	151,88		21,82						
Costo De Producción	184,38		26,49						
Imprevistos (10%)	18,44		2,65						
COSTO TOTAL	202,82		29,14						
CALCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO/COSTO									
INGRESO BRUTO					COSTO TOTAL		B/C		
RENDIMIENTO (kg/m ²)	Precio Unitario (Bs/kg)	Precio total por ciclo	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$US)	Bolivianos	Dólares			
50,10	5,00	250,50	250,50	35,99	202,82	29,14	1,24		

* Depreciación lineal.

** Costo de Semilla de Variedad Fordook Giant en el mercado 12 Bs /onza.

*** Costo mano de obra: 60 bs/día.

Cuadro 3. Costos de Producción para el Tratamiento 2 (Variedad Large White Ribbed Sin Aplicación del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION									
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unitario	Costo total	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m ² /año)	Depreciación* (Bs.)	Depreciación (\$US)
Carpa solar	pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32
Herramientas	pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,01
TOTAL								23,19	3,33
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO									
B.1. COSTOS VARIABLES									
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL POR CICLO	No. DE CICLOS POR AÑO	COSTO TOTAL/AÑO (Bs.)		COSTO TOTAL/AÑO (\$US)	
Semilla***	Gramo	0,45	0,35	0,15	1	0,15		0,02	
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80		0,68	
Agua	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32		0,47	
Control fitosanitario	Global	1	1,00	1,00	1	1,00		0,14	
SUBTOTAL B1								9,28	1,33
B2. COSTOS FIJOS **									
Detalle	Unidad	Cantidad	N° De Ciclo	Costo Unitario	Total Año (Bs.)		Total Año (\$US)		
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87		0,27		
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00		10,77		
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00		10,77		
SUBTOTAL B2					151,87		21,82		
COSTOS TOTALES DE PRODUCCIÓN									
Detalles			BOLIVIANOS	DOLARES					
COSTO DE INVERSION			23,19	3,33					
COSTOS VARIABLES			9,27	1,33					
COSTOS FIJOS			151,87	21,82					
COSTO DE PRODUCCION			184,34	26,48					
IMPREVISTOS (10%)			18,43	2,64					
COSTOS TOTAL			202,77	29,13					
CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO									
INGRESO BRUTO						COSTO TOTAL		B/C	
RENDIMIENTO (kg/m ²)	Precio Unitario (Bs/kg)	Precio total por ciclo	No. De ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$US)	BOLIVIANOS	DOLARES		
45,35	5,00	226,75	1	226,75	32,57	202,77	29,13	1,12	

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Fordook Giant en el mercado 12 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 4: Costos de Producción para el Tratamiento 3 (Variedad Fordook Giant Con Aplicación Foliar Del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION									
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs.)	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m ² /año)	Depreciación * (Bs.)	Deprec. (\$U\$)
Carpa solar	Pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32
Herramientas	Pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,01
Mochila aspersora	Pieza	1	250,00	250,00	10	Parcela	500	0,05	0,007
TOTAL								23,24	3,34
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO									
B.1. COSTOS VARIABLES									
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (bs.)	Costo total/año (\$u\$)		
Semilla**	gramo	0,45	0,42	0,19	1	0,19	0,03		
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,68		
Agua para riego	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,47		
Control fitosanitario	global	1	1,00	1,00	1	1,00	0,14		
Vigortop	litro	22,42	6,00	134,52	1	134,52	19,32		
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,48	2,27	1,11	1	1,11	0,16		
SUBTOTAL B1						144,94	20,82		
B2. COSTOS FIJOS ***									
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$u\$)			
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27			
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27			
SUBTOTAL B2					153,75	22,09			
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION									
DETALLE	BOLIVIANOS		DOLARES						
Costo de inversión	23,24		3,33						
Costos variables	144,94		20,82						
Costos fijos	153,75		22,09						
Costo de producción	321,93		46,25						
Imprevistos (10%)	32,19		4,62						
COSTO TOTAL	354,12		50,87						
INGRESO BRUTO						COSTO TOTAL		B/C	
Rendimiento (kg/m ²)	Precio Unitario	Precio total por ciclo	No. De ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$U\$)	BOLIVIANOS	DOLARES		
87,95	5,00	439,75	1	439,75	63,18	354,12	50,87	1,24	

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Fordook Giant en el mercado 12 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 5: Costos de Producción para el Tratamiento 4 (Variedad Large White Ribbed Con Aplicación Foliar del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION										
Detalle	Unid.	Cant.	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs.)	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m2/año)	Depreciación * (Bs.)	Depreciación (\$U\$)	
Carpa solar	pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32	
Herramientas	pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,011	
Mochila aspersora	pieza	1	250,00	250,00	10	Parcela	500	0,05	0,007	
TOTAL								23,24	3,34	
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO										
B.1. COSTOS VARIABLES										
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (Bs.)	Costo total/año (\$U\$)			
Semilla **	gramo	0,45	0,35	0,15	1	0,15	0,02			
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,69			
Agua para riego	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,48			
Control fitosanitario	global	1	1,00	1,00	1	1,00	0,14			
Vigortop	litro	22,42	6,00	134,52	1	134,52	19,33			
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,48	2,27	1,11	1	1,11	0,16			
SUBTOTAL B1							144,91	20,82		
B2. COSTOS FIJOS ***										
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$U\$)				
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27				
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77				
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77				
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,26				
SUBTOTAL B2						153,75	22,09			
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION										
DETALLE	BOLIVIANOS		DOLARES							
Costo de inversión	23,24		3,33							
Costos variables	144,91		20,82							
Costos fijos	153,75		22,09							
Costo de producción	321,90		46,25							
Imprevistos (10%)	32,19		4,62							
Costo total	354,09		50,87							
INGRESO BRUTO						COSTO TOTAL		B/C		
RENDIMIENTO (kg/m2)	Precio Unitario (Bs.)	Precio total por ciclo (Bs.)	No. de ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$U\$)	BOLIVIANOS	DÓLARES			
82,55	5,00	412,75	1	412,75	59,30	354,09	50,87	1,17		

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Large White Ribbed en el mercado 10 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 6: Costos de Producción para el Tratamiento 5 (Variedad Fordook Giant con Aplicación al Cuello de la Planta del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION									
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unitario (Bs.)	Costo total (Bs.)	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m2/año)	Depreciación * (Bs.)	Deprec. (\$U\$)
Carpa solar	pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32
Herramientas	pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,011
Mochila aspersora	pieza	1	250,00	250,00	10	Parcela	500	0,05	0,007
TOTAL								23,24	3,34
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO									
B.1. COSTOS VARIABLES									
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (bs.)	Costo total/año (\$u\$)		
Semilla**	Gramo	0,45	0,42	0,19	1	0,18	0,027		
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,69		
Agua para riego	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,48		
Control fitosanitario	Global	1,00	1,00	1,00	1	1,00	0,14		
Vigortop	Litro	18,26	6,00	109,56	1	109,56	15,74		
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,36	2,27	0,83	1	0,83	0,12		
SUBTOTAL B1						119,70	17,19		
B.2. COSTOS FIJOS ***									
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$u\$)			
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,26			
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,26			
SUBTOTAL B2						153,75	22,09		
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION									
DETALLE	BOLIVIANOS		DOLARES						
Costo de inversión	23,24		3,33						
Costos variables	119,70		17,19						
Costos fijos	153,75		22,09						
Costo de producción	296,69		42,62						
Imprevistos (10%)	29,66		4,26						
COSTO TOTAL	326,36		46,89						
CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO									
INGRESO NETO						COSTO TOTAL			
RENDIMIENTO (kg/m2)	Precio Unit. (Bs.)	Precio total por ciclo(Bs.)	No. De ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$U\$)	BOLIVIANOS	DOLARES	B/C	
84,15	5,00	420,75	1	420,75	60,45	326,36	46,89	1,29	

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Fordook Giant en el mercado 12 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 7. Costos de Producción para el Tratamiento 6 (Variedad Large White Ribbed con Aplicación al Cuello de la Planta del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION										
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unitario(Bs.)	Costo total(Bs.)	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m2/año)	Depreciación (Bs.)	Deprec (\$U\$)	
Carpa solar	pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32	
Herramientas	pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,011	
Mochila aspersora	pieza	1	250,00	250,00	10	Parcela	500	0,05	0,007	
TOTAL								23,24	3,33	
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO										
B.1. COSTOS VARIABLES										
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (bs.)	Costo total/año (\$U\$)			
Semilla	gramo	0,45	0,35	0,15	1	0,15	0,02			
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,68			
Agua para riego	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,47			
Control fitosanitario	global	1	1,00	1,00	1	1,00	0,14			
Vigortop	litro	18,26	6,00	109,56	1	109,56	15,74			
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,36	2,27	0,83	1	0,83	0,11			
SUBTOTAL B1							119,67	17,19		
B2. COSTOS FIJOS										
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$u\$)				
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,26				
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77				
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77				
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,26				
SUBTOTAL					153,75	22,09				
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION										
DETALLE			BOLIVIANOS	DOLARES						
Costo de inversión			23,24	3,33						
Costos variables			119,67	17,19						
Costos fijos			153,75	22,09						
Costo de producción			296,66	42,62						
Imprevistos (10%)			29,66	4,26						
COSTO TOTAL DE PRODUCCION			326,32	46,88						
CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO										
INGRESO NETO						COSTO TOTAL		B/C		
RENDIMIENTO (kg/m2)	Precio Unitario (Bs.)	Precio total por ciclo (Bs.)	No. De ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$U\$)	BOLIVIANOS	DOLARES			
77,05	5,00	385,25	1	385,25	55,35	326,32	46,88	1,18		

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Large White Ribbed en el mercado 10 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 8. Costos de Producción para el Tratamiento 7 (Variedad Fordook Giant con aplicación foliar y al cuello de la planta del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION										
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unit.	Costo total	Vida útil (en años)	Unidad de subdivisión	Cantidad (m ² /año)	Depreciación *(Bs.)	Deprec. (\$US)	
Carpa solar	Pieza	1	46220	46220	4	Contenedor	500	23,11	3,32	
Herramientas	Pieza	20	20	400	10	Parcela	500	0,08	0,01	
Mochila aspersora	Pieza	1	250	250	10	Parcela	500	0,05	0,01	
TOTAL								23,24	3,34	
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO										
B1. COSTOS VARIABLES										
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (Bs.)	Costo total/año (\$US)			
Semilla	gramo	0,45	0,42	0,19	1	0,19	0,03			
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,69			
Agua para riego	m3	1,46	2,28	3,32	1	3,32	0,48			
Control fitosanitario	global	1,00	1,00	1,00	1	1,00	0,14			
Vigortop	litro	36,52	6,00	219,12	1	219,12	31,48			
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,73	2,28	1,66	1	1,66	0,24			
SUBTOTAL B1							230,09	33,06		
B2. COSTOS FIJOS										
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$US)				
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,88	0,27				
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,78				
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,78				
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,88	0,27				
SUBTOTAL						153,75	22,09			
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION										
DETALLE		BOLIVIANOS	DOLARES							
Costo de inversión		23,24	3,34							
Costos variables		230,09	33,06							
Costos fijos		153,75	22,09							
Costo de producción		407,08	58,49							
Imprevistos (10%)		40,71	5,85							
Costo total de producción		447,79	64,34							
CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO										
INGRESO NETO						COSTO TOTAL				
RENDIMIENTO (kg/m ²)	Precio Unitario (Bs.)	Precio total por ciclo (Bs.)	No. de ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$US)	BOLIV.	DOLARES	B/C		
90,80	5,00	454,00	1	342,50	58,49	447,79	64,34	1,01		

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Large White Ribbed en el mercado 10 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día

Cuadro 9. Costos De Producción para el Tratamiento 8 (Variedad Large White Ribbed con aplicación foliar y al cuello de la planta del Bioinsumo)

A. COSTOS DE INVERSION									
Detalle	Unidad	Cant.	Costo unit. (Bs.)	Costo total (Bs.)	Vida útil (en años)	Unid. de subdivisión	Cantidad (m ² /año)	Depreciación * (Bs.)	Deprec. (\$U\$)
Carpa solar	Pieza	1	46220,00	46220,00	4	Contenedor	500	23,11	3,32
Herramientas	Pieza	20	20,00	400,00	10	Parcela	500	0,08	0,01
Mochila aspersora	Pieza	1	250,00	250,00	10	Parcela	500	0,05	0,007
TOTAL								23,24	3,34
B. COSTOS DE PRODUCCION POR METRO CUADRADO									
B.1. COSTOS VARIABLES									
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Bs.)	Costo total por ciclo (Bs.)	No. De ciclos por año	Costo total/año (Bs.)	Costo total/año (\$U\$)		
Semilla **	gramo	0,45	0,35	0,16	1	0,16	0,02		
Estiércol	m3	0,06	80,00	4,80	1	4,80	0,69		
Agua para riego	m3	1,46	2,27	3,32	1	3,32	0,48		
Control fitosanitario	global	1,00	1,00	1,00	1	1,00	0,14		
Vigortop	litro	36,52	6,00	219,12	1	219,12	31,48		
Agua para aplicación de Vigortop	m3	0,73	2,27	1,66	1	1,66	0,24		
SUBTOTAL B1						230,06	33,05		
B.2. COSTOS FIJOS ***									
Detalle	Unidad	Cantidad	N° de ciclo	Costo unitario (Bs.)	Total año (Bs.)	Total año (\$U\$)			
Siembra	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27			
Labores Culturales	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Cosecha y post-cosecha	Horas	10	1	7,50	75,00	10,77			
Aplicación de Vigortop	Horas	0,25	1	7,50	1,87	0,27			
SUBTOTAL B2						153,75	22,09		
COSTOS TOTALES DE PRODUCCION									
DETALLE			BOLIVIANOS	DOLARES					
Costo de inversión			23,24	3,34					
Costos variables			230,06	33,05					
Costos fijos			153,75	22,09					
Costo de producción			407,05	58,48					
Imprevistos (10%)			40,70	5,85					
COSTO TOTAL DE PRODUCCION			447,76	64,33					
CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO/COSTO									
INGRESO BRUTO						COSTO TOTAL		B/C	
RENDIMIENTO (kg/m ²)	Precio Unitario (Bs.)	Precio total por ciclo (Bs.)	No. De ciclo/año	Ingreso por año (Bs.)	Ingreso por año (\$U\$)	BOLIVIANOS	DOLARES		
83,75	5,00	418,75	1	418,75	60,16	447,75	64,33	0,94	

* Depreciación lineal

** Costo de Semilla de Variedad Large White Ribbed en el mercado 10 Bs. /onza

*** Costo mano de obra: 60 bs/día



Figura 2. Preparación y delimitación del área experimental



Figura 3. Siembra y riego de las semillas de acelga



Figura 4. Emergencia de las plántulas de acelga



Figura 5. Emergencia de la plántulas de acelga en un bloque del área experimental



Figura 6. Muestreo y marbeteado de las plantas de Acelga seleccionadas para el estudio



Figura 7. Desarrollo del cultivo del Acelga



Figura 8. Desarrollo del cultivo de Acelga en una unidad experimental



Figura 9. Desarrollo del cultivo de Acelga en el área experimental



Figura 10. Daño causado a las hojas por insectos



Figura 11. Aplicación de Vigortop dirigida al área foliar de la planta de acelga



Figura 12. Aplicación de Vigortop dirigida al cuello de la planta de acelga



Figura 13. Aplicación de Vigortop dirigida al área foliar y al cuello de la planta de acelga

