

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS

**DE GRADO PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo”

AUTOR:

RICHARD JAVIER UBE TROYA

DIRECTORA:

ING. AGR. VICTORIA RENDON LEDESMA.MG.SC

BABAHOYO - LOS RÍOS - ECUADOR

2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

TESIS

DE GRADO PRESENTADA AL H. CONSEJO DIRECTIVO COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros V.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Tito Bohórquez B.
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Óscar Caicedo C.
VOCAL PRINCIPAL

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

RICHARD JAVIER UBE TROYA

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación que es el fruto de un gran esfuerzo se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, salud, a mi familia y amigos.

A Dios por ser mi creador.

A Jesús por ser mi fiel amigo.

A mi madre y hermanos por su apoyo incondicional.

A mis grandes amigos Anita, Wilson, Ngabo, Noan quienes supieron motivarme y ayudarme a culminar con éxitos mi carrera universitaria.

A todos ellos desde el fondo de mi corazón les estoy muy agradecido.

RICHARD JAVIER UBE TROYA

AGRADECIMIENTOS

Dejo constancia de mi imperecedera gratitud.

A Dios por ser mi creador, por iluminarme y darme la sabiduría, guía espiritual, infinita bondad y bendición, por hacer posible que se cumplan con éxitos las metas en mi vida. Por haberme permitido nacer y crecer bajo el seno de una familia cristiana que me han sabido inculcar grandes valores y guiar por el camino del bien.

A Jesús., Que jamás me ha abandonado y siempre ha permanecido a mi lado demostrándome un ejemplo de infinito Amor y fidelidad, que cuando he pasado por momentos de desánimo, Problemas y Dificultad, siempre ha estado allí, tendiéndome su mano y ayudándome a levantar.

A mi madre, Alba Troya Muñoz que con su apoyo incondicional, esfuerzo, sacrificio y dedicación hizo posible que culmine con éxito mi carrera Universitaria.

Un reconocimiento y eterno agradecimiento a la Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma,

Al Ing. Agr. Eduardo Colina, al Ing. Agr. Ricardo Chávez, mis agradecimientos sinceros porque con sus conocimientos, me guiaron en la realización de este trabajo de investigación.

A todos mis amigos, amigas en especial Anita simha y Wilson que han estado a mi lado en todo momento apoyándome y a todas aquellas personas que han sido importantes para mí durante todo este tiempo.

RICHARD JAVIER UBE TROYA

ÍNDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3-13
3. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental	14
3.2. Material de siembra	14
3.3. Factores estudiados	14
3.4. Tratamientos	15
3.5. Métodos	15
3.6. Diseño experimental	16
3.7. Manejo del ensayo	17
3.7.1 Análisis de agua	17
3.7.2 Construcción de contenedores	17
3.7.3 Preparación de sustrato	17
3.7.4 Elaboración de soluciones	18-20
3.7.5 Control de plagas y enfermedades	21
3.7.6 Semilleros	22
3.7.7 Fertilización	22
3.7.8 Cosecha	22
3.8. Datos Tomados	22
3.8.1 Altura de planta	22
3.8.2 Número de hojas	22
3.8.3 Longitud de raíz	22
3.8.4 Peso de la raíz	22
3.8.5 Capacidad específica del agua	22
3.8.6 Longitud de hoja	22
3.8.7 Rendimiento metro cuadrado	23

	3.18.11 Análisis de agua	23
4.	RESULTADOS	24-32
5.	DISCUSIÓN	33-34
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
7.	RESUMEN	36
8.	SUMMARY	37
9.	LITERATURA CITADA	38
	ANEXOS	39

I. INTRODUCCIÓN

La siembra, producción y comercialización de la acelga (*Beta vulgaris* L.) es un potencial económico que aún no ha sido explotado en nuestro país. El cultivo para el mercado interno y externo, es un atractivo que en un futuro se podría convertir en un producto de exportación, ya que sus características y propiedades ofrecen oportunidades de desarrollo en este campo, y esta investigación ayudará a tener una visión más amplia sobre esta hortaliza (*Beta vulgaris* L.), con lo cual se podrá emprender programas que faciliten y apoyen el cultivo y comercialización de la acelga 1/.

En la actualidad la producción hortícola no tiene la magnitud que debería tenerla, ya que no cuenta con la información actualizada destinada a este sector. La carencia de información y ausencia de investigación técnica sobre estos productos, no ha permitido una producción de mejor calidad.

De tal manera ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Los primeros informes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias

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. Los rendimientos en el Ecuador es de 15000 y 20000 kilos por hectárea 2/.

El consumo en fresco aumenta ligeramente pues en el mercado está todo el año. La industria está ofreciendo novedades: mata entera para hoja y penca, o segada similar a la espinaca. Es una planta herbácea de tamaño pequeño que llega a desarrollar un tallo compacto (pequeño) a partir del cual emergen las hojas de color verde a través de un peciolo grueso y largo de color blanco.

1/ Fuente: Manual Agropecuario. 2012

2/ Fuente: Anuario Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. 2012

La hidroponía es una técnica de cultivo sin tierra, en el cual se hace crecer plantas con o sin sustrato (el cual nunca es tierra, puede ser arena, concha de coco, concha de arroz, goma-espuma, técnica suspensión en el aire), el cual solo sirve de sostén para las raíces.

Los cultivo hidropónicos caseros brindan una producción mucho mayor que los cultivos en tierra. Se aprende mucho al construir sistemas hidropónicos y les permite cultivar plantas que en tierra morirían un 50 % debido a patógenos que pueden estar presentes en su zona de origen. En hidroponía los cultivos de nabos, acelga, perejil, cilantros, son muy importantes porque se pueden obtener una mejor producción en comparación del cultivo tradicional y a más bajo costo de producción debido a que se pueden controlar el uso de agua y nutrientes eficazmente utilizando un espacio cortó, además de plagas y enfermedades.

La horticultura urbana mediante sistema hidropónico es una alternativa para incrementar la disponibilidad de alimentos, cuya producción es considerada de subsistencia para las familias más pobres, estas pueden practicar la comercialización de las mismas generando un ingreso económico.

1.1 Objetivos.

General

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de acelga mediante sistemas hidropónicos.

Específicos

- Determinar el comportamiento agronómico del cultivo de acelga mediante un sistema hidropónico de raíz flotante.
- Evaluar los tratamientos con mayor producción mediante el sistema de raíz flotante.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y diversidad genética de la Acelga.

Alonzo (2004), indica que su origen se sitúa posiblemente en las regiones costeras de Europa, a partir de la especie *Beta marítima*, obteniéndose por un lado la acelga y por el otro la remolacha (variedad *vulgaris*). Fueron los árabes quienes iniciaron su cultivo hacia el año 600 a.C. Tanto los griegos como los romanos conocieron y apreciaron las acelgas como alimento y como planta medicinal. En la actualidad, Europa central y meridional, y América del Norte, son las principales zonas productoras.

Según (Valadez, 2002), informa que los primeros reportes que se tienen de esta hortaliza la ubican en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias. Aristóteles hace mención de la acelga en el siglo IV a.C. La acelga ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo. Su introducción en América Latina tuvo lugar en el año de 1806.

La acelga pertenece a la división de las plantas con flores dicotiledóneas y está situada dentro de la familia de las Quenopodiaceae. Esta familia incluye más de 100 géneros y unas 1500 especies. Su distribución es amplia, pero principalmente se encuentran en zonas áridas y semiáridas templadas y subtropicales (Woodland, 1991).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase	Caryophyllidae
Orden	Caryophyllales
Familia	Chenopodiaceae
Tribu	Cyclolobeae
Género	<i>Beta</i>
Especie	<i>Beta vulgaris</i>
Subespecie	<i>Vulgaris</i>
Otros nombres	beta, betarraba, branca, selga

Fuente: Colección de semillas de acelga del centro de conservación y mejora de la agro diversidad. Valenciana.

2.2. Descripción Botánica

Según la enciclopedia Océano (2004), presenta un sistema radicular muy ramificado y hojas anchas y largas, con el pecíolo poco desarrollado en la acelga de cortar (que se consume por sus limbos), y muy desarrollado, carnoso y blanco en la acelga de pencas (aprovechada por sus pecíolos).

El aspecto de las flores resulta semejante al de la remolacha, pues estas son: (de forma oval y de color verde oscuro). No presenta un fruto comestible, pero éste al madurar da lugar a un glomérulo.

Las hojas constituyen la parte comestible y son grandes de forma oval; tienen un pecíolo o penca ancha y larga que se prolonga en el limbo; el color varía según variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro. Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos.

La raíz presenta forma napiforme de color blanco amarillento moderadamente profunda y fibrosa, cuya profundidad al no existir obstáculos se encuentra entre 90 a 120 cm.

2.2.1. Temperatura

La acelga es una planta de clima templado – húmedo, que vegeta bien con temperaturas medias. Algunas variedades resisten al frío, si no es muy intenso durante el período de crecimiento, pero cuando las hojas están ya desarrolladas se muestran sensibles a las heladas. La acción de las bajas temperaturas sobre las plantas puede provocar la floración prematura (Terranova, 1995).

El mismo autor establece, que la planta se hiela cuando las temperaturas son menores de -5 °C y detiene su desarrollo cuando las temperaturas bajan de 5° C. En el desarrollo vegetativo las temperaturas están comprendidas entre un mínimo de 6 °C y un máximo de 27 a 33 °C, con un medio óptimo entre 15 y 25 °C. Las temperaturas de germinación están entre 5 °C de mínima y 30 a 35 °C de máxima, con un óptimo entre 18 y 22 °C.

2.2.2. Luminosidad

No requiere excesiva luz, perjudicándole cuando ésta es elevada, si va acompañada de un aumento de la temperatura. La humedad relativa está comprendida entre el 60 y 90 % en cultivos En invernadero. En algunas regiones tropicales y subtropicales se desarrolla bien, siempre y cuando esté en zonas altas y puede comportarse como perenne, debido a la ausencia de invierno marcado en estas regiones (Terraza, 2000).

2.2.3. Suelo

La acelga necesita suelos de consistencia media; vegeta mejor cuando la textura tiende a arcillosa que cuando es arenosa. Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. Es un cultivo que soporta muy bien la salinidad del suelo, resistiendo bien a cloruros y sulfatos, pero no tanto al carbonato sódico. Requiere suelos algo alcalinos, con un PH óptimo de 7,2; vegetando en buenas condiciones en los comprendidos entre 5,5 y 8; no tolerando los suelos ácidos. Necesita una humedad elevada y constante en el suelo, por lo que si no llueve lo suficiente, son imprescindibles los riegos (Alonzo 2004).

2.2.4. Zonas de Producción en Ecuador

Según Bustos (1996), los sitios más representativos en nuestro país son: Chimborazo, Tungurahua, Pichincha, Cañar, Loja, Bolívar, Carchi, Guayas, Zonas aptas para el Cultivo: Bosques húmedos, montano bajo, bosque húmedo o montano.

2.2.5. Ciclo de Cultivo

De acuerdo a Seymour, (1999), los elementos que deben considerarse en el ciclo de cultivo son los siguientes:

Vida útil: 2 años.

Inicio de cosecha: 2 a 3 meses.

Recolección de hojas: manual.

Rendimiento: entre 15. 000 y 20. 000 kilos por hectárea.

Proceso de cosecha: recolección de hojas, transporte, formación de atados y despacho.

2.2.6. Variedades Comerciales.

Aparicio (1998), señala que dentro de las variedades de acelga hay que distinguir las características siguientes:

- Color de la penca: blanca o amarilla.
- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro, amarillo.
- Grosor de la penca: tamaño y grosor de la hoja; abujado del limbo.
- Resistencia a la subida a flor.
- Recuperación rápida en corte de hojas.
- Precocidad.

Las más conocidas son:

- **Amarilla de Lyon.** Hojas grandes, onduladas, de color verde amarillo muy claro. Penca de color blanco muy puro, con una anchura de hasta 10 cm. Producción abundante. Resistencia a la subida a flor. Muy apreciada por su calidad y gusto.
- **Verde con penca blanca Bressane.** Hojas muy onduladas, de color verde oscuro. Pencas muy blancas y muy anchas (hasta 15 cm.). Planta muy vigorosa, por lo que el marco de plantación debe ser amplio. Variedad muy apreciada.

Otras variedades: **Verde penca blanca R. Niza, Paros y Fordhook Giant.**

Serrano (1996), manifiestan que existen muchas variedades de acelgas, clasificándose principalmente por el tipo de hoja de acuerdo a que si esta es lisa o rizada y por el tamaño y color de las pencas.

Entre las principales variedades podríamos mencionar las siguientes:

Variedades de hojas crespas:

- **Lucullus.** Posee pencas blancas y hojas amplias de color verde claro. Variedad muy productiva y sabrosa.

- **Ruibarbo:** Pencas de color rojo oscuro y hojas verde brillante oscuro con envés rojizo.
- **Brightlights:** Llamada así por la variedad de colores de las pencas que pueden ser rojos, amarillos, blancos, anaranjados, verdes o violetas. Resulta muy sabrosa y decorativa tanto en el jardín como encima del plato.
- **Bright yellow:** Posee pencas de un amarillo brillante, muy destacadas en el jardín.
- **Fordhook giant:** Hojas verde claro y pencas amarillos verdosas. Crece con rapidez y se adapta a muchos climas.
- **Gigante carmesí:** Hojas verde oscuro brillante. Tallos carmesí. Especialmente valiosa para comer muy tierna.

Variedades de hojas lisas:

- **Bressane:** Tiene hojas verdes y oscuras y pencas muy anchas.
- **Carde Blanche:** Variedad francesa con hojas verde oscuras y pencas blancas.(www.foroswebgratis.com/mensaje-cultivo_de_la_aceIga-92099-744228-1-2541757.htm).

En las variedades de acelga hay que distinguir las características siguientes:

- Color de la penca: blanca o amarilla.
- Color de la hoja: verde oscuro, verde claro, amarillo.
- Grosor de la penca: tamaño y grosor de la hoja; abunolado del limbo.
- Resistencia a la subida a flor.
- Recuperación rápida en corte de hojas.

El valor nutricional del cultivo se muestra en la siguiente tabla:

Valor nutricional de la acelga (100 g)	
Agua	87.06
Proteínas	1.68
Grasas	0.18
Carbohidratos	9.96
Fibra	0.8
Cenizas	1.12
Otros componentes (mg)	
Calcio	16
Fósforo	38
Hierro	0.79
Vitamina A	35.00 UI
Tiamina	0.027
Riboflavina	0.04
Niacina	0.331
Ácido ascórbico (Vitamina C)	3.6
Calorías	44 kcal.

Fuente: Enciclopedia Agrícola Terranova, 1995.

Según Bustos (1996), la acelga (*Beta vulgaris* L.); es una planta de hoja grande, ancha, jugosa con pecíolo grueso y acanalado interiormente, pertenece al grupo cicla de la Familia de las Quenopodiáceas. La planta resiste a altas temperaturas de verano, por lo que es un cultivo temprano de primavera, Puede ser cosechado a través de todo el verano y el otoño. Su alto contenido de fibra lo transforma en un excelente alimento para ayudar a regular la función intestinal. Además es una excelente fuente de vitamina B9 y potasio.

2.3. Hidroponía

La palabra hidroponía proviene del griego uodr (Hydro) que significa agua y pouox (Ponos) que significa labor, trabajo o esfuerzo; traducido literalmente significaría trabajo en agua. El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua lo define como el cultivo de plantas en soluciones acuosas; sin embargo, actualmente la palabra involucra todas aquellas formas en que se cultivan plantas con algún soporte (arena, grava, carbón, etc.), sin el uso de suelo, en donde son alimentadas mediante una solución de nutrientes minerales (sales minerales) que se les suministra por medio del agua de riego.

Es una técnica alternativa y relativamente nueva en nuestro medio para producir cultivos saludables. Esta técnica permite cosechas en períodos más cortos que la siembra tradicional (precocidad), mejor sabor y calidad del producto, mayor homogeneidad y producción. También favorece un ahorro considerable en el uso del agua de riego en la época seca y es una técnica económica, eficiente y racional en cuanto a la aplicación de los nutrimentos minerales (sales minerales o fertilizantes). Por otra parte, disminuyen los problemas relacionados con enfermedades de la raíz, lo que reduce drásticamente la aplicación de plaguicidas, y en su lugar se pueden utilizar sustancias orgánicas repelentes que le permiten al productor obtener cosechas de muy buena calidad y libres de residuos tóxicos; de esta forma la familia consumirá alimentos más frescos y sanos. Es importante resaltar en ese sentido la protección que también se le da al medio ambiente con el uso de esta técnica (Resh, 2001).

Chang (2000), expone que el rango óptimo de conductividad eléctrica para un estado de crecimiento del cultivo se establece entre 1.5 a 2.5 mohm/cm, cuando la solución nutritiva sobre pasa el límite del rango óptimo de conductividad eléctrica, se procede agregar agua o en caso contrario si se encuentra por debajo del rango deseado, deberá renovarse totalmente.

Filippetti (2008), expresa que hidroponía es la forma de cultivar plantas sin tierra. Para ello, se utiliza una combinación precisa de diferentes sales minerales que contienen todos los nutrientes que requieren las plantas para su desarrollo y que habitualmente les entrega la tierra, diluidas en agua potable (solución nutritiva), la cual se aplica directamente a las raíces de diferente forma, según el método de cultivo hidropónico que se adopte.

Terrazas (2000), sostiene que la nutrición mineral es una rama muy importante de la fisiología vegetal. La hidroponía desarrolló un papel importante en la investigación de cual y cuantos elementos se requiere para el desarrollo de una planta y en qué cantidades deben suministrarse para optimizar el desarrollo y producción de los cultivos.

En la actualidad, esta técnica de cultivo es todavía un buen medio para investigar en cuanto a nutrición vegetal y el uso de cultivos que ayuden a revertir los daños ocasionados al medio ambiente.

Así mismo el autor menciona, que entre las ventajas que presenta la hidroponía están:

- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Permite la producción de semilla certificada.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en contra estación
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Ahorro de agua, que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.

Alvarado (2007), Indica que la base de la hidroponía es la nutrición vegetal, por lo que cualquiera que intente emplear técnicas hidropónicas debe tener conocimientos de las necesidades nutritivas de las plantas y la llave del éxito es la utilización de nutrientes que los suministran a las plantas disolviendo las sales de fertilizantes en agua y así ser asimilados por la planta.

El mismo autor manifiesta que los nutrientes para las plantas a través del sistema de hidroponía son suministrados en forma de soluciones nutritivas que se consiguen en el comercio agrícola. Las soluciones pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes como para que se justifique hacer una inversión en materias primas para su preparación.

Alternativamente, si las mismas estuvieran disponibles en el comercio, es preferible comprar las soluciones concentradas, ya que en este caso sólo es necesario disolverlas en un poco de agua para aplicarlas al cultivo.

Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas (Terranova, 1995).

Los elementos esenciales para el desarrollo normal de la planta, están contenidos en algunas sales y en sustancias químicas compuestas y son, el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Cloro (Cl), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeseo (Mn), Boro (B), Zinc (Zn) y Molibdeno (Mo). Cada uno de estos elementos tiene una o varias funciones en el proceso de crecimiento de la planta, así como su carencia se traducen en síntomas específicos que se reflejan en la estructura de la planta (Suquilanda, 1995).

IMCAP (1997), señala que la hidroponía sin tierra es una forma sencilla limpia y de bajo costo, para producir vegetales rápido crecimiento y generalmente rico en elementos nutritivos que no forman parte de la alimentación diaria de la población de escasos recursos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a la mano como materiales de desechos, espacios sin utilizar, tiempo libre.

Del Castillo (s.f.), expresa que el sistema de bandejas flotantes, se basa en el cultivo de una especie vegetal, en este caso hortalizas sobre una solución nutritiva que se va reponiendo cada cierto periodo de tiempo con forme disminuye los elementos nutritivos y para mantener un adecuado nivel de oxigenación de la solución nutritiva. Se utiliza laminas poliespan como sistema de anclaje a las plantas.

2.4. Composición de las Soluciones Nutritivas

Marulanda (2003), sostiene que además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (carbono, hidrógeno y oxígeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos:

- Indispensables para la vida de los vegetales, son requeridos en distintas cantidades por las plantas. Entre los que necesitan en cantidades grandes están el nitrógeno, el fósforo y el potasio. En cantidades intermedias el azufre, el calcio y el magnesio. En cantidades muy pequeñas (elementos menores) el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno.
- Útiles pero no indispensables para su vida: cloro, sodio, silicio.
- Innecesarios para las plantas, pero necesarios para los animales que las consumen: cobalto, yodo.
- Tóxicos para el vegetal: aluminio.

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquellos que se han denominado elementos menores.

La Solución hidropónica La Molina fue obtenida luego de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir en las diferentes regiones del Perú. La solución hidropónica La Molina consta de dos soluciones concentradas, denominadas A y B, respectivamente.

La solución concentrada A contiene N, P, K y Ca, y la solución concentrada B aporta Mg, S, Cl., Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo.

La Molina ha sido evaluada en diferentes cultivos con muy buenos resultados; es excelente para cultivo de hojas como lechuga, apio, acelga, albahaca, berro, espinaca, etc.; también en cultivos de raíces como betarraga, nabo, zanahoria, rabanillo; tubérculos como papa; bulbos como cebolla; frutos como tomate, pimiento, etc. También se ha probado en plantas ornamentales, aromáticas y medicinales; asimismo en flores y también para producir forraje verde hidropónico (Rodríguez, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

La presente investigación se estableció en los terrenos de la granja “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7.5 de la vía Babahoyo – Montalvo; entre las coordenadas geográficas 79 ° 32' de longitud Occidental y 01° 49' de latitud Sur, con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 24,9 °C, una precipitación anual de 1563 mm, humedad relativa de 84 % y 900 horas de heliofanía de promedio anual¹ .

El suelo es de topografía plana, textura franco-arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material Genético

Se utilizó como material genético de siembra, las variedades de acelga:

- Fordhook Giant: Acelga de follaje verde muy vigoroso sano.
- Bali acelga: Acelga roja con combinaciones verdes y blancos de follaje muy vigoroso sano y pencas muy atractivas.

3.3. Factores estudiados

En el presente trabajo se estudió dos factores:

- a) Variable Independiente: comportamiento del cultivo de acelga.
- b) Variable Dependiente: cantidad de solución nutritiva.

3/ Fuente: Estación meteorológica “Babahoyo – Universidad”. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 2012.

3.4. Tratamientos

Los tratamientos estuvieron constituidos por la combinación de los dos factores:

Tratamientos		Solución " La Molina"	
		A (cc/L. agua)	B (cc/L. agua)
T1	Fordhook Giant	5	2
T2	Fordhook Giant	5	1
T3	Fordhook Giant	4	2
T4	Fordhook Giant	4	1
T5	Bali acelga	5	2
T6	Bali acelga	5	1
T7	Bali acelga	4	2
T8	Bali acelga	4	1

3.5. Métodos

Se utilizó los métodos: inductivo – deductivo; deductivo – inductivo y el método experimental.

La solución nutritiva utilizada para este ensayo fue preparada en los laboratorios de química de la Universidad de Guayaquil, la misma consta de dos soluciones concentradas:

Solución Concentrada A:

550 g de Nitrato de potasio	13.5 % N, 45 % K ₂ O
350 g. de Nitrato de amonio	33 % N
180 g. de Superfosfato triple	45 % P ₂ O ₅ , 20 % CaO

Solución Concentrada B:

200 g. de Sulfato de magnesio	16 % MgO, 13 % S
17 g. de Quelato de hierro	6 % Fe

5,0 g Sulfato de manganeso	(MnSO ₄ .4H ₂ O)
3,0 g Ácido bórico	(H ₃ BO ₃)
1,7g Sulfato de zinc	(ZnSO ₄ . 7H ₂ O)
1,0g Sulfato de cobre	(CuSO ₄ . 5H ₂ O)
0,2g Molibdato de amonio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ 4H ₂ O

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental “Bloques completos al azar” con arreglo factorial 2 x 4 con 8 tratamientos y tres repeticiones; dando un total de 24 parcelas, distribuido aleatoriamente en cada bloque.

Todas las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza. Para determinar la diferencia estadística entre las medias de las variedades e interacciones se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia.

3.6.1 Esquema del Andeva

Fuente de variación	Grados de libertad
Repetición	2
A	1
Error A	2
Total	5
B	3
Error B	6
Total	23

3.7. Esquema del experimento

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 8

Número de subparcelas o contenedores 24

Dimensiones de cada Subparcela o contenedor:

Largo: 1 m

Ancho: 1 m

Superficie de cada Subparcela: 1 m²

Distancia entre planta: 25 cm

Distancia entre hilera: 25 cm

Número de plantas por contenedor: 16 plantas

Número total de plantas en los contenedores: 384 plantas

Superficie del campo Experimental:

Ancho: 7m

Largo: 15m

Superficie del campo experimental: 105 m²

Volumen de agua

Superficie del contenedor: 1 m²

Alto de lámina de agua: 0.10m

Volumen de agua: 0.1m³ (100 litros)

3.8. Manejo del ensayo

La investigación se realizó en condiciones de campo abierto en el cual se realizó todas las labores recomendadas para el normal desarrollo del cultivo.

3.8.1. Análisis del agua

Previo a la siembra se realizó la recolección de una muestra homogénea de agua en el lugar del ensayo para realizar en el laboratorio un análisis químico del mismo, esto con la finalidad de determinar los elementos que contengan.

3.8.2. Construcción de contenedores

Los contenedores se construyeron de madera con un área de 1 m² x 1 m² de ancho y largo, por 0.20m de altura, donde se utilizó un plástico negro en su interior para impermeabilizarlos. Este trabajo fue realizado en los 24 contenedores. En la parte superior de los contenedores se cubrió con una lámina de 1 m² perforada de espuma fon cada 25 cm entre hilera y entre plantas, en donde se ubicaron las plantas.

3.8.3. Preparación del Sustrato para el semillero

El sustrato utilizado fue agua, ya que el diseño del sistema hidropónico se hizo bajo el sistema de raíz flotante.

3.8.4. Elaboración de las soluciones nutritivas

Se realizó según el cuadro de tratamientos, planteado para el ensayo.

Para preparar la solución nutritiva hay dos recomendaciones que deben quedar muy claras desde el comienzo:

1. No deben mezclarse la solución concentrada "A" con la solución concentrada "B" sin la presencia de agua, pues esto inactivaría gran parte de los elementos nutritivos que cada una de ellas contiene, por lo que el efecto de esa mezcla sería más perjudicial que benéfico para los cultivos. Su mezcla sólo debe hacerse en agua, agregando una primero y la otra después.
2. La proporción original que se debe usar en la preparación de la solución nutritiva es cinco (5cc) partes de la solución concentrada "A" por dos (2cc) partes de la solución concentrada "B" por cada litro de solución nutritiva que se quiera preparar

3.8.5. Preparación de la solución concentrada "A".

Esta solución se preparó en 5 litros de agua como volumen final, en un recipiente limpio se colocó 3 litros de agua.

- Se agregó el nitrato de potasio 13.5 % N, 45 % K₂O se agito hasta disolver totalmente,
- Se añadió el nitrato de amonio 33 % N sobre el nitrato de potasio y se agito bien la solución hasta su completa disolución.
- En otro recipiente, se remojó el superfosfato triple 45 % P₂O₅, 20 % CaO en 0.2 litros de agua durante 1 hora.
- Se echó el superfosfato triple remojado en un mortero, con la ayuda de un mazo, para ablandar y deshacer el superfosfato triple agitando continuamente.

- Se agitó bien el superfosfato triple y se vertió el sobrenadante sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio (se lavó varias veces con agua el superfosfato triple que queda en el recipiente). El lavado se vertió nuevamente sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio. Luego de varios lavados (4 a 5 veces con muy poca agua), se eliminó la arenilla que quedo en el fondo del recipiente.
- Se agregó agua hasta completar un volumen de cinco (5,0) litros de solución concentrada A (Volumen Final).
- Luego se almacenó la solución concentrada A, en un envase oscuro, limpio y en un lugar fresco.

3.8.6. Preparación de la solución concentrada “B”

Esta solución se preparó en 2 litros de agua como volumen final.

- En un litro de agua se agregó el sulfato de magnesio 16 % MgO, 13 % S y se agito hasta que los cristales se hayan disuelto totalmente.
- Luego se agregó 0,4 L ó 400 mm de la solución de Micronutrientes y se agito.
- Y por último se agregó el Quelato de hierro 6 % Fe y se removió hasta disolverlo totalmente.
- Se Agregó agua hasta completar un volumen de DOS (2,0) litros de solución concentrada B (Volumen Final).
- se almaceno la solución concentrada B. Para mayor duración, guardar en un envase oscuro y en un lugar fresco.

Solución de micronutrientes

- Sulfato de manganeso ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)
- Ácido bórico (H_3BO_3)
- Sulfato de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)
- Sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)
- Molibdato de amonio ($(NH_4)_6 Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$)

Luego se disolvió en agua destilada o hervida uno por uno cada fertilizante en el orden indicado. Se llevó a un volumen final de un litro; esta solución se llamó solución concentrada de Micronutrientes.

3.8.7. Dosis de soluciones nutritivas utilizadas en los contenedores

La dosis recomendada por la “Universidad Nacional Agraria La Molina” para utilización de la solución hidropónica la molina es de 5 cc de solución nutritiva “A” por cada litro de agua almacenada en el contenedor y de 2 cc de solución nutritiva “B” por cada litro de agua.

3.8.8. Riego

El riego se realizó por inundación como es la característica del sistema de raíz flotante y se observó el desarrollo del cultivo en todas sus fases agronómicas.

3.8.9. Siembra de semilleros

Para la elaboración del semillero se utilizó bandejas de germinación de 128 cavidades, en las cuales se colocó como sustrato turba rubia en todas las cavidades, posteriormente se sembró las semillas y ahí las plántulas estuvieron en el semillero hasta que alcanzaron dos a tres hojas verdaderas y ahí fueron transportadas al sitio definitivo en los contenedores.

3.8.10. Trasplante de acelga en los contenedores

La siembra por trasplante se realizó desde las cubetas del semillero hasta las esponjas las cuales se ubicaron en la plancha de espumafon que se colocó en los contenedores, cuidando en todo momento de no estropear las raíces de las plántulas y de que no entren en contacto con las sustancias líquidas que se encontraban en los contenedores con nutrientes excepto las raíces.

El trasplante se realizó cuando las plantas tuvieron entre 2 y 3 hojas verdaderas, se procedió a trasplantar desde las bandejas germinadoras las plántulas hasta el contenedor. Para el efecto se realizaron hoyos amplios.

3.8.11. Control de insectos y enfermedades

Se aplicó cada 7 días repelentes biológicos elaborado en forma manual utilizando plantas con propiedades biocidas (Flor de Campana, ají, neem, ajo, ortiga) en dosis de 10 cc/L de agua. También se utilizó trampas de color amarillo con efecto repelente.

No se realizó control de enfermedades debido a que no se presentó mayor incidencia de las mismas en el cultivo.

3.8.12. Mantenimiento de la solución nutritiva en el medio líquido.

El mantenimiento de la solución nutritiva consistió en airear el medio líquido dos veces al día para lo cual se procedió a agitar en forma manual incorporando así burbujas de aire al medio, para que las raíces puedan absorber del agua el oxígeno. La realización de esta labor se la hizo con las manos totalmente desinfectadas.

3.8.13. Mantenimiento del líquido en los contenedores.

El mantenimiento del líquido de los contenedores se realizó a los 20 días cambiando el total del líquido de los contenedores incorporándole las dosis recomendadas anteriormente de las soluciones concentradas “A” y “B” respectivamente.

3.8.14. Cosecha.

La cosecha se realizó en forma manual cuando las hojas de las plantas estuvieron con un color verde brillante, lo mismo que denota que están aptas para el mercado.

3.9. Datos Evaluados

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos se tomaron los datos siguientes:

3.9.1. Altura de la planta.

Se midió longitudinalmente la altura de las plantas desde la base de planta hasta la hoja más sobresaliente, con un flexómetro a los 30 y 60 días después del trasplante hasta la cosecha. Para lo cual se seleccionaran cinco plantas al azar del área útil en cada contenedor, se expresó en centímetros.

3.9.2. Numero de hojas por plantas.

Para determinar esta variable se tomó cinco plantas utilizadas en el caso anterior, considerando el número de hojas por plantas en su totalidad.

3.9.3. Longitud de la raíz.

Se midió la longitud de la raíz de las cinco plantas utilizadas en el caso anterior desde la base del tallo hasta la punta de la cofia, expresándose este valor en centímetros.

3.9.4. Peso de la raíz.

Luego de medir la longitud de la raíz se procedió a decapitar la planta y pesarla usando una balanza de precisión, el peso se lo expresó en gramos. Esta variable se determinó al finalizar el ensayo.

3.9.5. Capacidad especifica de agua.

Se midió según el análisis de agua realizado antes de la siembra.

3.9.6. Longitud de hoja.

Para determinar la longitud se procedió a medir a cinco plantas utilizadas en el caso anterior, desde la penca hasta el ápice de la hoja.

3.9.7. Rendimiento.

Se cosechó en la época indicada de cada contenedor y luego se procedió a pesar con una balanza las plantas con excepción de las raíces. Los resultados se expresaron en kg/ha.

3.9.8. Análisis económico

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

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio se presentan a continuación:

4.1. Altura de planta.

En el Cuadro 1, se observan los promedios de altura de planta encontrados en las evaluaciones a los 30 y 60 días después del trasplante. Se encontró alta significancia estadística. Los coeficientes de variación fueron 5.33 y 5.4 %.

La evaluación realizada a los 30 días después del trasplante encontró que la variedad Bali 4 cc + 2 cc (8.65 cm) tuvo el mayor promedio, siendo estadísticamente superior a los demás. Las menores alturas se evidenciaron en los tratamientos Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (6.25 cm) y Fordhook Giant 4 cc + 2 cc (6.55 cm), siendo iguales estadísticamente.

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

4.2. Número de hojas por planta.

Los promedios del número de hojas por planta tomadas en el ensayo a los 30 y 60 días después del trasplante (Cuadro, 2), no presentaron significancia estadística, siendo los coeficientes de variación de 6.09 y 6.11 %, respectivamente.

Cuadro 1. Promedio de altura de plantas a los 30 y 60 días después del trasplante en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos	Altura de planta (cm)	
	30 días	60 días
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	8.00 b	48.50 ab
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	6.25 c	49.63 a
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	6.55 c	48.13 ab
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	7.25 bc	43.13 b
Bali acelga 5 cc + 2 cc	7.00 bc	41.50 b
Bali acelga 5 cc + 1 cc	8.25 b	41.63 b
Bali acelga 4 cc + 2 cc	9.65 a	32.63 c
Bali acelga 4 cc + 1 cc	8.60 b	35.50 c
Promedios	7.65	42.58
Significancia Estadística	**	**
Coefficiente de variación %	5.33	5.40

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

Se determinó que a los 30 días después del trasplante en el tratamiento Bali acelga 4 cc + 2 cc (9.65 hojas) presentó el valor más alto. El tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 1 cc con (6.25 hojas), presentó el menor valor.

A 60 días después del trasplante en el tratamiento Bali acelga 4 cc + 2 cc (14.1 hojas), dio el mayor registro. En el tratamiento Fordhook Giant 4 cc + 2 cc con (10.8 hojas) se observó menor número de hojas.

Cuadro 2. Promedio de número hojas por planta en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos (Variedades)	Número de Hojas	
	30 días	60 días
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	4.0	11.2
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	3.7	11.8
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	3.6	10.8
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	3.5	11.3
Bali acelga 5 cc + 2 cc	3.4	14.1
Bali acelga 5 cc + 1 cc	4.1	11.9
Bali acelga 4 cc + 2 cc	3.8	11.1
Bali acelga 4 cc + 1 cc	3.9	10.9
Promedios	3.75	11.63
Significancia Estadística	Ns	Ns
Coeficiente de variación %	6.09	6.11

Ns. No significativa

4.3. Longitud de Raíz.

En el Cuadro 3, se observan los promedios de la longitud de raíz a los 30 y 60 días después del trasplante, habiendo alta significancia en los tratamientos, con coeficiente de variación de 0.84 y 5.21 %, respectivamente.

La mayor longitud a los 30 días después del trasplante (9.4 cm) se encontró en el tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 2 cc, el cual fue estadísticamente superior a los tratamiento, pero igual a Bali acelga 4 cc + 2 cc (8.4 cm). La menor longitud se obtuvo en la variedad Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (4.6 cm).

Con 60 días después del trasplante la mayor longitud radicular se observó en la variedad Fordhook Giant 4 cc + 1 cc con 43.7 cm.

Siendo igual estadísticamente a los tratamientos Fordhook Giant 5 cc + 2 cc (38.6 cm), Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (40.2 cm) y Fordhook Giant 4 cc + 2 cc (38.1 cm). El menor promedio se encontró en el tratamiento Bali acelga 5 cc + 1 cc (21.3 cm).

Cuadro 3. Longitud de raíz en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos (Variedades)	Longitud Radical (cm)	
	30 días	60 días
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	9.4 a	38.6 ab
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	4.6 c	40.2 ab
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	7.4 b	38.1 ab
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	7.9 b	43.7 a
Bali acelga 5 cc + 2 cc	7.2 b	32.1 b
Bali acelga 5 cc + 1 cc	6.9 b	21.3 c
Bali acelga 4 cc + 2 cc	8.4 ab	27.1 b
Bali acelga 4 cc + 1 cc	6.1 b	26.8 b
Promedios	7.24	33.98
Significancia Estadística	**	**
Coefficiente de variación %	0.84	5.21

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

4.4. Peso de raíces.

Los valores del peso de raíces, se registran en el Cuadro 4. Se reportó alta significancia estadística y el coeficiente de variación de 2.21 %.

El tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 1 cc con 4.8 g tuvo el mayor promedio, siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos. El menor promedio se registró con Bali acelga 5 cc + 2 cc (2.9 g).

Cuadro 4. Promedio de peso radicular en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos (Variedades)	Peso de raíces (gramos)
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	3.4 b
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	4.8 a
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	3.7 b
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	3.8 b
Bali acelga 5 cc + 2 cc	2.9 c
Bali acelga 5 cc + 1 cc	3.4 b
Bali acelga 4 cc + 2 cc	3.8 b
Bali acelga 4 cc + 1 cc	3.4 b
Promedios	3.65
Significancia Estadística	**
Coeficiente de variación %	2.21

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

4.5. Capacidad específica del agua

En el Cuadro 5, se aprecian los valores del análisis de agua realizado durante el ensayo.

Cuadro 5. Análisis de agua en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Identificación de la muestra	uS/cm	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	CO3	pH	% Na	RAS	PSI
1540	806	26.2	17.9	120.5	4	1.5	ND	0.2	7.5	65	4	5

4.6. Longitud de Hoja.

El Cuadro 6, presenta los promedios de la longitud de hoja encontrados en el ensayo a los 30 y 60 días después del trasplante. Se determinó alta significancia estadística entre tratamientos al 5 % de significancia. Los coeficientes de variación fueron 1.17 y 2.01 %, respectivamente.

Se encontró la mayor longitud a los 30 días después del trasplante (8.4 cm) en el tratamiento acelga 4 cc + 2 cc, el cual fue estadísticamente superior. La menor longitud se dio en los tratamientos Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (5.7 cm) y Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (5.5 cm).

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

Cuadro 6. Longitud de Hojas en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos (Variedades)	Longitud Hoja (cm)	
	30 días	60 días
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	7.3 c	46.2 ab
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	5.7 e	47.1 a
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	5.6 e	45.1 ab
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	6.8 c	44.6 ab
Bali acelga 5 cc + 2 cc	6.1 d	41.8 b
Bali acelga 5 cc + 1 cc	7.6 bc	38.3 b
Bali acelga 4 cc + 2 cc	8.4 a	32.1 c
Bali acelga 4 cc + 1 cc	7.8 b	34.3 bc
Promedios	6.91	41.19
Significancia Estadística	**	**
Coeficiente de variación %	1.17	2.01

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

4.7. Rendimiento m².

El Cuadro 7, indica los promedios del rendimiento de hoja por m² originados en el ensayo. Se encontró alta significancia estadística entre tratamientos con un coeficiente de variación fue 1.11 %.

Se determinó que los tratamientos con mayor rendimiento fueron Fordhook Giant 5 cc + 2 cc (0.25 kg/m²), Fordhook Giant 5 cc + 1 cc (0.26 kg/m²), Fordhook Giant 4 cc + 2 cc (0.21 kg/m²) y Fordhook Giant 4 cc + 1 cc (0.20 kg/m²), siendo estadísticamente iguales. Los menores promedios se dieron en Bali acelga 5 cc + 2 cc (0.10 kg/m²), Bali acelga 5 cc + 1 cc (0.12 kg/m²), Bali acelga 4 cc + 2 cc (0.12 kg/m²) y Bali acelga 4 cc + 1 cc (0.11 kg/m²), los cuales no tuvieron variación estadística.

Cuadro 7. Rendimiento por metro cuadrado en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamientos (Variedades)	Materia Seca
	(kg/m ²)
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	0.25 a
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	0.26 a
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	0.21 a
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	0.20 a
Bali acelga 5 cc + 2 cc	0.10 b
Bali acelga 5 cc + 1 cc	0.12 b
Bali acelga 4 cc + 2 cc	0.12 b
Bali acelga 4 cc + 1 cc	0.11 b
Promedios	2.18
Significancia Estadística	**
Coeficiente de variación %	1.11

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5% de significancia.

** Alta significancia

4.8. Análisis Económico.

En el Cuadro 8, se presentan los valores del análisis económico de los tratamientos evaluados en el ensayo.

La mayor utilidad neta se presentó en el tratamiento Fordhook Giant 5 cc + 1 cc de solución de nutritiva con \$ 1025, obteniéndose el menor ingreso en Bali acelga 5 cc + 2 cc de solución nutritiva con \$ -125.

Cuadro 8. Análisis económico en el estudio: Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga, sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante. Babahoyo, 2013.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Ingresos	Egresos	Utilidad Neta	B/C
Fordhook Giant 5 cc + 2 cc	2500	1750	825	925	2,12
Fordhook Giant 5 cc + 1 cc	2600	1820	795	1025	2,29
Fordhook Giant 4 cc + 2 cc	2100	1470	775	695	1,90
Fordhook Giant 4 cc + 1 cc	2000	1400	745	655	1,88
Bali acelga 5 cc + 2 cc	1000	700	825	-125	0,85
Bali acelga 5 cc + 1 cc	1200	840	795	45	1,06
Bali acelga 4 cc + 2 cc	1200	840	775	65	1,08
Bali acelga 4 cc + 1 cc	1100	770	745	25	1,03

Ingresos

Costo del kilo de Acelga: \$ 0.7/kg

Egresos:

Costo de insumos tratamiento1: \$ 330

Costo de insumos tratamiento2: \$ 300

Costo de insumos tratamiento3: \$ 280

Costo de insumos tratamiento4: \$ 250

Costo de infraestructura: \$ 475 anual (950 bianual)

Costo de Cosecha: \$ 20.

V. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación demuestran que se encontró significancia estadística para todas las variables evaluadas. Considérese que para estudiar el comportamiento agronómico de las variedades de acelga se debe tomar en cuenta factores agroecológicos y la población que para todos los casos fue de 16 plantas/metro cuadrado.

Se encontró significancia estadística para: altura de planta, longitud de hoja, longitud de raíz, biomasa radical, rendimiento, número de hojas y peso de planta. Probablemente, se debió a que todos los materiales tienen características muy diferentes, por lo que se puede inferir que estos parámetros son más dependientes del material genético, que modificados por las condiciones medio ambientales. Además las variedades de acelga evaluadas presentan una amplia plasticidad de adaptación en las zonas especialmente si la sustancia nutritiva se mantiene a lo largo del ciclo y se suministran adecuadamente. De hecho se ratifica también para todos los materiales la misma observación. Estos datos corroboran con los encontrados por Alvarado (2007).

Cabe indicar que el manejo del cultivo fue normal, sin embargo se observó problemas de insectos plagas los mismos que fueron controlados de manera oportuna, Adicionalmente se presentó baja temperatura por la noche, se sabe que siembras tardías afectan especialmente en la última fase de crecimiento, es decir durante la formación de nuevas hojas. Esto impide un normal desarrollo de las mismas, en casos extremos se presentan hojas arrepolladas con lo que se disminuye el rendimiento. Resultados similares son reportados por Bustos (1996).

Las variedades estudiadas demostraron diferencias significativas para las variables de follaje, hecho que se explica que los materiales genéticos que se

evalúan en las condiciones de los productores con selección por su tamaño y número de hojas.

La significancia estadística alcanzada para: rendimiento y biomasa radical. Probablemente se debió a que estas variables pudieron haber sido afectadas por el fotoperiodo y el cambio de temperatura, ya que días con temperatura altas aceleran procesos fisiológicos de la planta. También se encuentran afectados por las condiciones de fertilidad del sustrato o en casos extremos ataques de insectos plagas que hacen madurar prematuramente las hojas.

Los rendimientos alcanzados en este ensayo probablemente se debieron a que al realizar siembras tardías, más aun si consideramos que durante los últimos meses del año anterior se presentó condiciones frías de clima, lo que posiblemente impidió a los materiales que expresen su real potencial del rendimiento (+ 0.35 kg/m², según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca-MAGAP. 2012).

En el caso del análisis económico se presentó que si bien no hubo una alta rentabilidad debido al rendimiento, se manejó sobre parámetros normales de ganancia debido a que la tasa rendimiento estuvo alrededor del 50 %, lo cual nos indica que el cultivo pese a limitaciones agronómicas es rentable en la zona.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados del estudio comportamiento agronómico de materiales de acelga hidropónica, se hacen las siguientes conclusiones:

1. Se alcanzaron diferencias significativas para las variables evaluadas en este ensayo.
2. Mediante sistema hidropónico la variedad Fordhook Giant, presentó mejor adaptación al manejo en la zona de Babahoyo
3. Las condiciones ambientales afectaron en baja proporción la calidad de las hojas y por consiguiente el rendimiento, especialmente en la variedad Bali acelga.
4. Es de suma importancia mantener la aeración de los sustratos para evitar la contaminación de la sustancia nutritiva y por ende su descomposición, lo cual puede impedir se exprese el potencial de rendimiento del cultivo.
5. La mayor utilidad económica se generó en la variedad Fordhook Giant cuando se aplicó 5 cc + 1 cc de solución de nutritiva con \$ 1025/ha, obteniéndose menores ingresos en Bali acelga con 5 cc + 2 cc de solución nutritiva con \$ -125/ha.

RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Estudiar estos materiales en diferentes zonas agro ecológicas.
- En próximos estudios incluir otros aspectos agronómicos del cultivo, principalmente poblaciones y variables de nutrición.
- Utilizar en próximas investigaciones materiales de mayor potencial para evaluar su comportamiento agronómico en el sitio establecido.

VII. RESUMEN

La siembra, producción y comercialización de la acelga (*Beta vulgaris L*) es un potencial económico que aún no ha sido explotado en nuestro país. El cultivo para el mercado interno y externo, es un atractivo que en un futuro se podría convertir en un producto de exportación, ya que sus características y propiedades ofrecen oportunidades de desarrollo en este campo, y esta investigación ayudará a tener una visión más amplia sobre esta hortaliza (*Beta vulgaris L*), con lo cual se podrá emprender programas que faciliten y apoyen el cultivo y comercialización de la acelga.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de acelga mediante sistemas hidropónicos.

El trabajo se realizó en los terrenos de la granja experimental “San Pablo”, ubicada en Km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron ocho tratamientos con 3 repeticiones. La siembra se realizó con semillas de acelga Fordhook Giant y Bali acelga, en contenedores de 1 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Al final del ciclo del cultivo se evaluó: altura de plantas, número de hojas, longitud radicular, peso radicular, longitud de hojas y rendimiento por metro cuadrado.

Los resultados determinaron que la variedad de acelga Fordhook Giant presenta mejor comportamiento agronómico al sistema de hidroponía que la variedad Bali acelga, teniendo la misma un mejor desarrollo y rendimiento de materia verde, aumentando su desarrollo y producción positivamente con rangos del 38 al 100 % de incremento de masa. El mejor tratamiento según los resultados fue Fordhook Giant con solución nutritiva de 5 cc + 1 cc/L de agua, el mismo que logró rendimiento de 0.26 kg/m².

VIII. SUMMARY

The planting, production and marketing of chard (*Beta vulgaris L*) is an economic potential that has not yet been exploited in our country. The crop for domestic and foreign markets, is attractive in the future could become an export product as its features and property development opportunities in this field, and this research will help to have a broader view on this crop (*Beta vulgaris L*), which may undertake programs which facilitate and support the cultivation and marketing of chard.

The objective of this research was to evaluate the agronomic performance of the crop of spinach using hydroponic systems.

The work was done on the grounds of the experimental farm "San Pablo", located on 7.5 km of track Babahoyo-Montalvo. Eight treatments with 3 replications were investigated. Sowing was done with chard seeds chard Fordhook Giant and Bali, in containers of 1 m². Treatments were arranged in a randomized complete design blocks. For the evaluation of the average Tukey test at 5 % significance was used. At the end of the crop cycle were evaluated: plant height, number of leaves, root length, root weight, leaf length and yield per square meter.

The results determined that the variety of chard Fordhook Giant has better agronomic performance hydroponics system that variety Bali chard, taking it a better development and yield of green matter, increasing its positive development and production ranges from 38 to 100% mass increase. The best treatment according to the results was Fordhook Giant nutrient solution with 5 cc + 1 cc /L of water, the same yield achieved 0.26 kg/m².

IX. LITERATURA CITADA

Alonzo, A. Colegió de Postgraduado. 2004. Producción de Col, Coliflor, Acelga, apio y lechuga. Disponible en <http://www.google.com>.

Alvarado, D. 2007. Sistemas de Agronegocios. Concepto Lechugas Hidropónicas. In Seminario de Agronegocios Universidad del Pacífico. p18.

Aparicio, V et al. 1998. Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la Provincia de Almería: control racional. Informaciones Técnicas 80/98.

Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla. 356 pp. Bustos, M. 1996. Tecnología Apropriada. Manual Agropecuario, tomo 17. Madrid-España. p 49.

Chang, M. 2000. Manual práctico de hidroponía: sistema de raíz flotante y sistema de sustrato sólido. Universidad La Molina, Perú, 42 p.

Del Castillo, J. (S.f). Cultivos en bandejas flotantes. Jornadas de puertas abiertas de los ensayos de ITGA. Honduras. 85 p.

Filippetti, V. 2008. Consultora Ambiental (GCA) Hidroponía. Nuestra Empresa y La Hidroponía. Disponible en www.gca.com.

Instituto de investigación de centro América y Panamá (IMCAP). 1997. Manual Técnico de hidroponía popular, cultivo sin tierra. Guatemala. 120 p.

Marulanda, C. Manual Técnico – La huerta hidropónica popular, oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago – Chile 2003 pp. 61, 64.

OCEANO-CENTRUM. 2004. Hortalizas, producción y manejo. In Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería. Editorial Océano, Barcelona-España. p 563-580.

Resh, H. M. 2001. Cultivos hidropónicos: Nuevas técnicas de producción, 5.a ed. revisada y ampliada por Carlos de Juan. Madrid (España), Ediciones Mundi-Prensa, 558p.

Rodríguez. A. Manual Práctico de Hidroponía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación y Nutrición Mineral. Lima – Perú 2004. p. 84.

Seymour, A. 1999. El Horticultor autosuficiente. 5ta Edición. Editorial AEDOS, España. P. 34.

Serrano, Z. 1996. Veinte cultivos de hortalizas en invernadero. Ed. Zoilo Serrano Cermeño. Sevilla. 638 pp.

Suquilanda, M. 1995. Agricultura Orgánica, Alternativa tecnológica del futuro. FUNDAGRO. Ediciones UPS, capítulo VIII, Quito-Ecuador. p 150.

Terranova. 1995. Guía ilustrada para la vida en el campo. Editorial Blume, Milanesado-Barcelona. p 153.

Terrazas, M. 2000. Efecto de micro-concentraciones de nutrientes bajo técnicas de hidroponía. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad autónoma de Chiguagua, México. 125 p.

Valadez, A. 2002. Producción de Hortalizas. 3era. Edición. Editorial LIMUSA. Mx. p. 33 – 34.

Woodland, G. 1991. Colección de semillas de acelga del centro de conservación y mejora de la agrodiversidad valenciana. Madrid-España, Ministerio de ciencia y tecnología. p 11-58.

ANEXOS

ALTURA DE PLANTA 60 DIAS

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	41.0000	45.0000	46.0000	48.0000
2	40.0000	38.0000	42.0000	41.0000
3	42.0000	45.0000	47.0000	47.0000
4	44.0000	45.0000	48.0000	44.0000
5	42.0000	48.0000	49.0000	49.0000
6	45.0000	46.0000	46.0000	48.0000
7	59.0000	49.0000	54.0000	55.0000
8	41.0000	38.0000	45.0000	40.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	510.218750	72.888390	12.3783	0.000
BLOQUES	3	54.093750	18.031250	3.0622	0.050
ERROR	21	123.656250	5.888393		
TOTAL	31	687.968750			

C.V. = 5.409529%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	48.500000
2	49.630000
3	48.130000
4	43.130000
5	41.500000
6	41.630000
7	32.630000
8	35.500000

NUMERO DE HOJAS 60 DIAS

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	10.0000	11.0000	11.0000	12.0000
2	10.0000	9.0000	10.0000	10.0000
3	10.0000	11.0000	11.0000	11.0000
4	11.0000	11.0000	12.0000	11.0000
5	10.0000	12.0000	12.0000	12.0000
6	11.0000	11.0000	11.0000	12.0000
7	14.0000	12.0000	13.0000	13.0000
8	10.0000	9.0000	11.0000	10.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	3222.375000	460.339294	12.1542	0.000
BLOQUES	3	334.125000	111.375000	2.9406	0.056
ERROR	21	795.375000	37.875000		
TOTAL	31	4351.875000			

C.V. = 6.115522%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	11.250000
2	11.850000
3	10.800000
4	11.350000
5	14.100000
6	11.950000
7	11.100000
8	10.950000

LONGITUD DE RAIZ 60

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	38.0000	37.0000	38.0000	39.0000
2	36.0000	35.0000	35.0000	36.0000
3	37.0000	38.0000	37.0000	39.0000
4	38.0000	39.0000	40.0000	41.0000
5	36.0000	35.0000	37.0000	37.0000
6	36.0000	37.0000	36.0000	36.0000
7	40.0000	41.0000	42.0000	44.0000
8	30.0000	32.0000	32.0000	33.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	244.968750	34.995537	51.9139	0.000
BLOQUES	3	13.593750	4.531250	6.7219	0.003
ERROR	21	14.156250	0.674107		
TOTAL	31	272.718750			

C.V. = 2.213419%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	38.600000
2	40.200000
3	38.150000
4	33.700000
5	33.100000
6	21.300000
7	27.100000
8	26.800000

NUMERO DE HOJAS 30

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	3.4000	3.5000	3.4000	3.5000
2	3.4000	3.5000	3.2000	3.2000
3	3.1000	3.2000	3.4000	3.4000
4	3.4000	3.5000	3.5000	3.8000
5	2.8000	2.9000	3.0000	3.0000
6	3.3000	3.4000	3.5000	3.5000
7	4.1000	4.2000	4.0000	4.5000
8	3.2000	3.1000	3.2000	3.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	3.949707	0.564244	32.3318	0.000
BLOQUES	3	0.090973	0.030324	1.7376	0.189
ERROR	21	0.366486	0.017452		
TOTAL	31	4.407166			

C.V. = 6.094753%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	4.000000
2	3.725000
3	3.675000
4	3.550000
5	3.425000
6	4.125000
7	3.800000
8	3.925000

ALTURA DE PLANTA 30

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	6.0000	10.0000	9.0000	8.0000
2	8.0000	6.0000	8.0000	11.0000
3	9.0000	8.0000	9.0000	12.0000
4	11.0000	7.0000	9.0000	8.0000
5	8.0000	8.0000	10.0000	11.0000
6	8.0000	11.0000	8.0000	10.0000
7	10.0000	7.0000	9.0000	9.50000
8	9.0000	8.0000	9.0000	10.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	165387.250000	23626.750000	57.0776	0.000
BLOQUES	3	316.500000	105.500000	0.2549	0.858
ERROR	21	8692.750000	413.940491		
TOTAL	31	174396.500000			

C.V. = 5.336609%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	8.500000
2	6.250000
3	6.550000
4	7.250000
5	7.000000
6	8.250000
7	9.650000
8	8.600000

PESO RADICULAR

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	3.0000	3.0000	4.0000	5.0000
2	5.0000	5.0000	7.0000	6.0000
3	3.0000	4.0000	3.0000	4.0000
4	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000
5	4.0000	5.0000	6.0000	3.0000
6	4.0000	5.0000	5.0000	4.0000
7	4.0000	5.0000	6.0000	2.0000
8	8.0000	9.0000	8.0000	8.0000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	64.500000	9.214286	11.9077	0.000
BLOQUES	3	6.750000	2.250000	2.9077	0.058
ERROR	21	16.250000	0.773810		
TOTAL	31	87.500000			

C.V. = 2.218774%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.40000
2	4.80000
3	3.70000
4	3.80000
5	2.90000
6	3.40000
7	3.80000
8	3.40000

RENDIMIENTO Kg/m²

TABLA DE DATOS

TRATA.	BLOQUES			
	1	2	3	4
1	124.2700	122.4800	124.2700	123.3700
2	130.5200	129.6300	130.5200	131.4200
3	129.6300	130.5200	130.5200	126.0500
4	126.9500	126.0500	124.2700	126.0500
5	137.6800	134.9900	137.6800	139.4600
6	138.5700	136.7800	136.7800	137.6800
7	148.4000	150.1900	150.1900	104.6000
8	108.1700	109.0700	109.0700	104.6000

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	7	2895.437500	413.633942	6.4841	0.001
BLOQUES	3	228.062500	76.020836	1.1917	0.337
ERROR	21	1339.625000	63.791668		
TOTAL	31	4463.125000			

C.V. = 1.112823%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	25.597496
2	26.522507
3	21.180008
4	20.830002
5	10.452499
6	12.452499
7	12.345001
8	11.727501



Figura 1.Elaboración de contenedores.



Figura 2.Medición de los contenedores



Figura 3.Semilleros



Figura 4.Recortes de espumaflex



Figura 5. Ubicación del espumaflex en los contenedores.



Figura 6. Colocación de sales nutritivas



Figura 7. Cambio de agua en los contenedores.



Figura 8. Oxigenación en los contenedores.



Figura 9. Cambio de agua en los contenedores.



Figura 10. Oxigenación en los contenedores.



Figura 11. Ubicación del ensayo.



Figura 12. Cosecha y peso de plantas