



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

Tesis de Grado

Presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniero Agropecuario

Tema:

“Estudio del cultivo de lechuga romana (*Lactuca sativa* L.), sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.”

Autor:

Cesar Iván Flores Rivas

Director:

Ing. Agr. Victoria Rendón Ledesma PhD

Babahoyo– Los Ríos - Ecuador



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

TESIS DE GRADO

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

INGENIERO AGROPECUARIO

Tema:

“Estudio del cultivo de lechuga romana (*Lactuca sativa* L.), sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Carlos Barros Veas MBA.
PRESIDENTE

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete
VOCAL PRINCIPAL

Ing. Agr. Mercedes Maldonado C. MSc.
VOCAL PRINCIPAL



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

Cesar Iván Flores Rivas

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, salud, a mi familia y amigos.

A mis padres Ricardo S. Flores y Aiquel R. Segovia,
A mis hermanos Ricardo F. Rivas y Justine H. Rivas.,
A mi madrina Aline Aguirre. Vite
A mi abuelita Ángela Segovia,
A mi querida Tía Elena Guillen.

Cesar Iván Flores Rivas



AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente.

Al. Ing. Eduardo Colina Navarrete por su valioso aporte en la realización de este trabajo investigativo.

A los miembros del Centro de Investigación y Transferencia de Tecnología (CITTE) Faciag. A su secretaria Lcda. Emilia Meneses de Rodríguez.

A mi abuelita Ángela Segovia por haberme formado una persona responsable.

A mis amigos y compañeros que empezamos con nuestro desarrollo profesional y hoy siguen presente.

Cesar Iván Flores Rivas

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	8
1.1.	Objetivos.....	9
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1.	Origen y distribución de la lechuga.....	10
2.2.	Características del material vegetal.....	13
2.3.	Sistema de producción hidropónico NFT.....	13
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1.	Ubicación y descripción del área experimental.....	19
3.2.	Material genético.....	19
3.3.	Métodos.....	19
3.4.	Factores estudiados.....	19
3.5.	Tratamientos.....	20
3.6.	Diseño experimental.....	20
3.7.	Análisis de la varianza.....	20
3.8.	Análisis funcional.....	21
3.9.	Manejo del ensayo.....	21
3.10.	Datos evaluados.....	24
IV.	RESULTADOS.....	26
4.1.	Altura de planta.....	26
4.2.	Número de hojas.....	30
4.3.	Longitud de raíz.....	30
4.4.	Biomasa radical.....	32

4.5. Peso de la planta	32
4.6. Rendimiento.....	34
4.7. Análisis económico	34
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
VII. RESUMEN	39
VIII. SUMMARY	41
IX. LITERATURA CITADA.....	43
ANEXOS.....	46



I. INTRODUCCIÓN.

La dieta común de una persona pobre urbana en Ecuador, incluye arroz, papa, yuca, pan, margarina, baja proporción de alimento proteico, con casi ausencia de vegetales y frutas. El consumo nacional per/cápita de hortalizas de Ecuador es de 30 Kg./persona/año, siendo el promedio de América Latina de 60 Kg. El Gobierno de Ecuador, consciente de ésta problemática, da prioridad a la Nutrición y Seguridad Alimentaría de los niños y niñas de 0-6 años de los sectores más vulnerables del país y solicita cooperación a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para la formulación y ejecución de proyectos de cooperación técnica para transferir la tecnología de Hidroponía Simplificada.

Las hortalizas constituyen un cultivo de mucha importancia por su valor alimenticio básico de nuestro país y en general del mundo. En el año 2005 se cosecharon en el Ecuador 5. 514.711 t¹.

La solución nutritiva que se suministra a las plantas debe contener todos los nutrientes esenciales que necesita la planta para su desarrollo y producción. Se pueden conseguir soluciones nutritivas comerciales que indican cómo diluirlas para aplicarlas sobre las plantas la solución usada en hidroponía aporta todos los elementos esenciales al cultivo. Estos elementos son H, O, N, C, Ca, P, K, Zn, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B y Mo.

En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que, cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo.

¹ Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. SINAGAP, 2013.

La lechuga (*Lactuca sativa*) es el cuarto vegetal más importante que se cultiva bajo el sistema hidropónico. En comparación con la que se cosecha a campo abierto su producción es mínima. Los cultivos hidropónicos caseros brindan una producción mucho mayor que los cultivos en tierra. Se aprende mucho al construir sistemas hidropónicos y les permiten cultivar plantas que en tierra morirían debido a patógenos que pueden estar presentes en su zona de origen.

El principio fundamental de la técnica NFT (Nutrient Film Technique) es alentar el desarrollo de las plantas sostenidas dentro de perforaciones en tuberías, suministrando solución nutritiva que fluye de manera continua a las raíces de las plantas manteniéndolas siempre húmedas, oxigenadas y en constante desarrollo; lo que se refleja en un cultivos precoces y de mayor tamaño que los producidos en tierra y la salud humana.

El siguiente ensayo se realizó con la finalidad de estudiar la adaptabilidad del cultivo de lechuga mediante el sistema NFT en la zona de Babahoyo.

1.1. Objetivos

General

Evaluar la productividad de la variedad de lechuga, sometida a un sistema hidropónico de alto rendimiento de raíz flotante.

Específicos

1. Determinar el comportamiento de las variedades de lechuga mediante la técnica NFT.
2. Establecer el beneficio económico en la producción de lechuga de hoja.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen y distribución de la lechuga.

Según USDA (2014). El origen de la lechuga no está muy claro. Algunos autores afirman que procede de la India, mientras que otros la sitúan en las regiones templadas de Eurasia y América del Norte, a partir de la especie *Lactuca serriola*. La lechuga tiene su mejor época en primavera, aunque en la actualidad podemos consumirla durante todo el año gracias a los cultivos de invernadero.

2.1.1. Características

- Forma: más o menos redondeada según la variedad.
- El tamaño y peso varía, según la variedad a la que pertenezcan. Los cogollos tienen un diámetro de cerca de 10 centímetros.
- El peso medio de una lechuga es de unos 300 gramos.
- Son de color verde, aunque algunas variedades presentan hojas blanquecinas o incluso rojizas o marrones. Las hojas interiores de los cogollos son amarillentas.
- El sabor es suave, agradable y fresco. El sabor de los cogollos es algo más intenso y amargo que el de la lechuga.

Descripción

Es una hortaliza típica de climas frescos. Los rangos de temperatura donde la planta crece en forma óptima están entre los 15 y 18 °C, con temperatura máximas de 21 a 24 °C y mínima de 7 °C, es una planta anual. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular.

- La raíz, que no sobrepasa los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- Su tallo es cilíndrico y ramificado.
- Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más

tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.

- Flores: Cuando la lechuga está madura emite el tallo floral que se ramifica. Las flores de esta planta son autógamias.
- La Inflorescencia está formada por capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.
- Las Semillas están provistas de un vilano plumoso.

2.1.2. Composición nutricional

Esta hortaliza es de suma importancia en la alimentación humana; en nuestro medio, se destina una parte de su cultivo al consumo fresco. La demanda cada vez mayor de producción de alimentos por parte de la población siempre creciente de consumidores y decreciente de productores, destaca la importancia de aumentar la productividad de los cultivos. Por su alto consumo exige hallar mecanismos más efectivos de producción de modo a aumentar el rendimiento y uno de los mecanismos para llegar a este objetivo es mejorar las condiciones físicas y nutritivas del suelo ya que es de donde extrae los nutrientes que necesita para su crecimiento. (FCA-UNA *et al.* 2005).

Los mismos autores mencionan que esta hortaliza originaria de la costa de mediterráneo, que procede de la especie silvestre *Lactuca cariola*, L., que se encuentra muy difundida en la Europa y América y en la mayor parte de las áreas templadas.

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores. Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible.

Valores nutritivos de la lechuga

Compuesto	Cantidad
Calorías	18 Kcal
Agua	94 g
Proteína	1.30 g
Grasa	0.30 g
Cenizas	0.90 g
Carbohidratos	3.50 g
Fibra	1.9 g
Calcio	68 mg
Hierro	1.40 mg
Fósforo	25 mg
Vitamina C	18 mg

Fuente: www.nutricion.org

Según Jewtuszyk y Saskewitz (2009). La lechuga fue cultivada desde hace 500 años A.C., por lo menos como comestible y medicinal y muy apreciada por los antiguos egipcios, romanos, griegos, persas y otros pueblos. Existen testimonios escritos de que los romanos ya conocían diferentes variedades y su técnica de blanqueo. También ciertas formas de lechuga aparecen grabadas en tumbas egipcias de hace 4500 A.C. y hoy en día es conocida y cultivada en todo el mundo, siendo la más importante entre las hortalizas de hojas que se comen crudas. Su importancia está determinada por su contenido de vitaminas, por poseer de 15 a 25 mg % de vitamina C, aunque pocas cantidades de las vitaminas A, B, y B1 y por contener sales minerales de fácil absorción por el organismo humano y sobre todo por ser rica en hierro. Esta hortaliza, típica de ensalada, siempre ha sido considerada una planta de propiedades tranquilizantes.

La lechuga es una planta autógama de fotoperiodo largo, laticífera con hojas de gran variedad en color forma y tamaño; las cuales pueden ser de color verdes, amarillentas o con pigmentación rojiza, alternas, abrazadoras, de lámina delgada,

con el margen entero aserrado o espinuloso. La raíz es pivotante, rodeada de numerosas raíces laterales, constituyendo un sistema radicular superficial, cuyo mayor porcentaje de raíces se encuentra en los primeros 30 cm del suelo (Emagister, 2011).

Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado. Tallo; es cilíndrico y ramificado. Inflorescencia: son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos. Semillas; están provistas de un vilano plumoso (Infoagro, 2014).

Es una hortaliza típica de climas frescos, cuyo ciclo de producción es a partir de 60 a 90 días. Los rangos de temperatura donde la planta crece en forma óptima, están entre los 15 °C y 18 °C, con temperatura máximas de 21°C - 24 °C y mínima de 7 °C, es una planta anual. Las temperaturas altas aceleran el desarrollo del tallo floral y la calidad de la lechuga se deteriora rápidamente, debido a la acumulación de látex amargo en su sistema vascular (FAO, 2006).

2.2. Características del material vegetal

La lechuga romana, es una variedad con tronco ancho, alargado y erguido. Sus hojas son de color verde oscuro y se agrupan de forma poco apretada alrededor de un tronco, sin formar un verdadero cogollo. Las lechugas de hojas crespas o rizadas son las que más se adaptan a esta técnica. Al igual que por la técnica de raíz flotante, el cultivo en NFT debe de estar bien monitoreado en cuanto a su pH y conductividad eléctrica sin que le falte oxígeno, sobre todo en las horas del día donde la temperatura aumenta a más de 25 °C (Infoagro, 2014).

2.3. Sistema de producción hidropónico NFT.

La FAO-RLC (2000), dice que el término hidroponía tiene su origen en las palabras griegas “hidro” que significa agua y “ponos” que significa trabajo, es decir

trabajo en agua. Agrega que es una técnica de producción agrícola en la que se cultiva sin suelo y donde los elementos nutritivos son entregados en una solución líquida.

Huterwal (2001), lo define como el cultivo sin tierra, que consiste en entregar a las plantas su alimento, no por el sistema tradicional que es la tierra, sino por medio de una solución sintética de agua en mezcla con minerales.

Con la producción sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta. Actualmente la hidroponía es el método más intensivo de producción hortícola; generalmente es de alta tecnología lo que implica altos costos de establecimiento (Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria-DICTA, 2002).

El sistema de cultivos hidropónicos es la forma más moderna y técnicamente más avanzada del mundo para producir vegetales, es el sistema que menos daña el medio ambiente y contribuye a la sustentabilidad de los recursos naturales, aportando a la conservación de los suelos y ofrece la posibilidad de aportar alimentos vegetales frescos a todos los habitantes (Arévalo, 2005).

Por otro lado Giaconi y Escaff (1999), dicen que es sinónimo del término Hidrocultivo, ya que en definitiva se trata de cultivar una planta en solución que le entrega los distintos nutrientes, bajo condiciones adecuadas para una máxima absorción y un adecuado desarrollo radicular y vegetativo. Agregan además que el término hidroponía se sigue utilizando, debido a que al utilizar soluciones, se estaría satisfaciendo tanto las necesidades de abastecimiento de agua y nutrientes, por lo que señala que sería más adecuado referirse a cultivos sin suelo, ya que existen diferentes métodos para modificar el ambiente de las raíces.

Marulanda (2002), indica que las hortalizas que se pueden producir en hidroponía es un producto sano, porque en su cultivo solo se emplean aguas limpias, y en el control de las plagas, se utilizan técnicas que no contaminen el ambiente ni dejan residuos dañinos en el producto cosechado. Agrega en este punto, que la hidroponía, como todo sistema de cultivo presenta características tanto favorables como desfavorables.

Tapia (2003), señala como el rasgo más importante, la regulación de la nutrición de las plantas, debido a que bajo este sistema es posible tener un control completo y del mismo modo asegurar un suministro homogéneo de nutrientes, ajustable según el estado fenológico. Junto con lo anterior, existe la diferencia que en el suelo puede existir una concentración variable de minerales los cuales hay que corregir para un óptimo desarrollo y no producir deficiencias o toxicidades.

Devia (2001), agrega otras diferencias, como la condición de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo, asegurando una irrigación en toda el área radicular, evita el gasto inútil de agua y fertilizantes, y que reduce los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.

Las plantas toman sus alimentos minerales de las soluciones previamente preparadas en forma adecuada, y sus elementos orgánicos los elaboran autotróficamente por procesos de fotosíntesis y biosíntesis. Además existen diferentes métodos o sistemas de producción hidropónica, desde los más simples, de trabajo manual, hasta los más sofisticados, donde un alto grado de tecnología y automatización son los protagonistas del funcionamiento, lo que se traduce también en una alta inversión (Alvarado *et al.*, 2001).

De acuerdo con Samperio (1999) el término “hidroponía” procede de las palabras griegas hydros (agua) y ponos (cultivo, labor). El diccionario de la Real Academia Española de la Lengua lo define como: cultivo de plantas en soluciones acuosas, por lo general con algún soporte como arena, grava, etc.

Sánchez del Castillo y Escalante (2008), indican que la hidroponía es considerada como un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológico, económico y social. Esta importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema.

Duran (2000), agrega que dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: cultivos en sustrato, cultivos en agua y cultivos en aire (aeropónicos). Como consecuencia el uso de la técnica NFT (Nutrient Film Technique) es alentar el desarrollo de las plantas sostenidas dentro de perforaciones en tuberías, suministrando solución nutritiva que fluye de manera continua a las raíces de las plantas manteniéndolas siempre húmedas, oxigenadas y en constante desarrollo; lo que se refleja en un cultivos precoces y de mayor tamaño que los producidos en tierra y la salud humana.

Según Resh (1997) la técnica de cultivo con flujo laminar de nutrientes (NFT) es una forma de cultivo en agua en la que las raíces de la planta está un delgado “flujo laminar” de solución. Para tener éxito con el mayor número de planta deberán observarse requisitos tales como aireación de las raíces, oscuridad en las raíces y soporte de las plantas.

López (1994) con respecto al agua que debe utilizarse en una solución indica que el agua lluvia es, sin duda, las más apropiada. Si tiene algún elemento, no será perjudicial, por el contrario, es útil. El agua fluvial (arroyos y ríos) puede ser útil con la condición de que sea potable. El agua de pozo también es de utilidad, salvo que no contenga suficientes sales disueltas. Además no recomienda el agua de mar, lagunas o ríos con problemas de salinidad o contaminantes.

Resh (2007), en una comparación de lechugas cultivadas en suelo e hidroponía, indican que en un acre en un cultivo de esta hortaliza tiene como rendimiento 9000 lb mientras que en medios hidropónicos es de 21000 lb. Así mismo menciona que

la técnica de cultivo con flujo laminar de nutrientes (NFT) es una forma de cultivo en agua en la que las raíces de la planta está un delgado “flujo laminar” de solución. Para tener éxito con el mayor número de planta deberán observarse requisitos tales como aireación de las raíces, oscuridad en las raíces y soporte de las plantas. Así mismo indica que “las lechugas crecen muy bien en cultivos hidropónicos. Hay cuatro tipos básicos de lechugas: Lechuga europea, lechuga sin acogollar, lechuga acogollada redonda o iceberg y lechuga romana”.

Según Terry (2006) las variedades que las variedades de lechuga que más se han adaptado al sistema de raíz flotante son: White Boston “lechuga criolla”, Belle Green “lechuga criolla” Great Lakes 659 “lechuga americana”, Prize Head “lechuga colorada” y Paris Island Cos “lechuga romana”

Sin embargo, Rodríguez *et al* (1999), enfatizan que los sustratos a utilizar deben cumplir con la condición de ser químicamente inertes además de cumplir con otras propiedades físicas. Además se señala que los métodos de cultivos, más utilizados son: cultivos en agua como raíz flotante y el “NFT” (Nutrient Film Technic), sistemas de columnas, aeroponía, entre otros (Alvarado *et al.*, 2001).

Se señala que el Sistema Nutrient Film Technic (NFT), es un sistema de cultivo muy utilizado en los proyectos de hidroponía social en diferentes países latinoamericanos, y agrega a lo anterior de que la aireación debe efectuarse por lo menos dos veces al día, independiente del método a utilizar, ya que esta acción permite redistribuir los elementos y oxigenar la solución. Además el principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado (Carrasco, 2006).

Se recomienda aplicar 60 kg por hectárea de nitrógeno al momento del trasplante y otra cantidad similar después de 3 a 4 semanas, de fosforo 120 P2O5 por

hectárea con una primera aplicación de 80 kg de P₂O₅ con la preparación de suelo, la segunda aplicación con 40 kg/ha antes del trasplante, y la aplicación del potasio no se recomienda en este cultivo (Castaños, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo de la Provincia de Los Ríos.

La zona presenta un clima tropical, según clasificación de Holdribge con temperatura anual de 24,7 °C, una precipitación de 1564.4 mm/año, humedad relativa de 76 % y 834,7 horas de heliofanía anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', con una altitud de 8 msnm ².

3.2. Material genético

Para esta investigación se utilizó variedad de lechuga romana provenientes de la casa comercial Alaska y cuyas características son:

La lechuga romana (*Lactuca sativa* L.) es una variedad con tronco ancho, alargado y erguido. Sus hojas son de color verde oscuro y se agrupan de forma poco apretada alrededor de un tronco, sin formar un verdadero cogollo.

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos deductivo-inductivo; inductivo-deductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Variedad de lechuga

Variable independiente: Distanciamiento y dosis de soluciones nutritivas.

² Fuente: Estación meteorológica INAHMI-UTB. 2013.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos estudiados estuvieron constituidos por los distanciamientos de siembra y dosis de soluciones nutritivas (cc/L), tal como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Tratamientos	Distanciamientos de siembra (cm)	Dosis Nutritivas (cc/L)	
		Solución A	Solución B
T1	10	5	1
T2	10	5	2
T3	20	5	1
T4	20	5	2
T5	30	5	1
T6	30	5	2

3.6. Diseño experimental

Se utilizó el Diseño Completos al Azar, en arreglo factorial A X B, con 6 tratamientos y 4 repeticiones.

3.7. Análisis de la varianza

Para determinar la significancia estadística de los tratamientos, se realizó el análisis de varianza, siguiendo el siguiente esquema:

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamiento	5
Factor A	2
Factor B	1
Interacción	2
Error Experimental	18
Total	23

3.8. Análisis funcional

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

3.9. Manejo del ensayo

En presente ensayo se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requiere el cultivo para su normal desarrollo agronómico.

3.9.1. Análisis de agua

En el agua de pozo utilizada en este ensayo se realizó un análisis químico en el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), Estación Experimental Boliche y cuyos resultados se encuentran en Anexo 1.

3.9.2. Construcción de los contenedores

Se utilizó para la construcción tubos de 4 pulgadas de diámetro con varios orificios para sostener las plántulas de lechuga.

3.9.3. Preparación de los semilleros

Para obtener una buena germinación se procedió a realizar semilleros y cuyo sustrato se lo preparó con turba.

3.9.4. Preparación de solución nutritiva

Se realizó la preparación de las soluciones concentradas A y B, de acuerdo al requerimiento de los contenedores y volumen de los mismos.

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

- 0,4 L de solución de micronutrientes

Solución de Micronutrientes:

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

Preparación:

La solución concentrada A se preparó en dos litros de agua, igual que la solución B en dos litro de agua. Posteriormente se mezclaron las dos soluciones en un tanque de 50 L de agua.

3.9.5. Dosis de soluciones nutritivas

Se efectuó la dosificación según el cuadro de tratamientos indicado. Para lo cual se mezclaron las soluciones por separado en un volumen de agua equivalente a cuatro litros.

3.9.6. Riego

El ensayo se realizó bajo el sistema de raíz flotante por lo cual no se utilizó aplicaciones de riego a la planta, sin embargo, para el llenado de los contenedores se empleó agua de pozo a capacidad 50 L de agua por contenedor.

3.9.7. Siembra de los contenedores

La siembra por trasplante se realizó desde las cubetas del semillero hasta los contenedores, en los cuales se ubicaron planchas de espumafón que mantuvieron las raíces en contacto con la solución y la parte aérea estable. En lo posible se trató de no estropear las raíces de las plantas y que entren en contacto con las sustancias líquidas que se encontraron en los contenedores con los nutrientes. El trasplante se realizó cuando las plantas tuvieron de 2 a 3 hojas verdaderas. Los hoyos fueron amplios para favorecer el crecimiento.

3.9.8. Registro del potencial de hidrogeno (pH)

Se efectuó el monitoreo del grado de acidez y salinidad en la sustancia en cada uno de los contenedores, tomando las lecturas con la ayuda de un pH metro digital.

Distanciamientos de siembra (cm)	5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B	5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B
10	4,0	5,0
20	4,6	5,6
30	4,9	6,0

3.9.9. Manejo de plagas y enfermedades

Se aplicó cypermetrina en dosis de 2 cc/L de agua, a los 30 días después del trasplante para el control de Oruga.

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

Se procedió a la agitación constante de la solución para evitar la deficiencia de oxígeno en la misma.

3.9.11. Mantenimiento del líquido en los contenedores.

El cambio de solución nutritiva se realizó de manera semanal, cambiando la solución antigua por una nueva.

3.9.12. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual cuando las hojas de las plantas estuvieron aptas para el mercado.

3.10. Datos evaluados.

Los datos evaluados en el desarrollo de la investigación fueron:

3.10.1 Altura de la planta

Se midió desde la base de planta hasta la hoja más sobresaliente de manera longitudinal con un flexómetro cada 15 días después del trasplante hasta la cosecha. Se evaluaron cinco plantas al azar en cada contenedor y sus resultados se expresaron en cm.

3.10.2. Numero de hojas

Esta variable se tomó en cinco plantas por tratamiento, considerando el número de hojas por plantas en su totalidad.

3.10.3. Longitud de raíz

Se midió la longitud de la raíz de las cinco plantas utilizadas en la variable anterior, desde la base del tallo hasta la parte apical. Y se expresó en cm.

3.10.4. Biomasa radical

Se pesó la raíz fresca y seca de algunas plantas al azar (sometidas a una estufa)

y sus promedios se registraron en g.

3.10.5. Peso de planta

Se pesó las plantas completas de las respectivas muestras y sus promedios se expresaron en g.

3.10.6. Rendimiento.

Se cosechó en la época indicada en cada uno de los contenedores, luego se procedió a pesar con una balanza las hojas, expresando el valor en kg/1000 m².

3.10.7. Análisis económico

El análisis económico se realizó en función del rendimiento y el costo de cada tratamiento en estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En los Cuadros 2 y 3, se observan los valores promedios de altura de planta los 15, 30, 45 y 60 días después del trasplante. El análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas para el Factor A (Distanciamientos), Factor B (Dosis de soluciones nutritivas) e interacciones en ninguna de las evaluaciones realizadas.

Los promedios generales fueron 8,37; 15,31; 21,07 y 28,65 cm y los coeficientes de variación 11,20; 7,03; 21,07 y 28,65 %.

En los promedios de altura de planta a los 15 días se reportó que en el Factor A (Distanciamientos), sobresalió la distancia de 30 cm con 8,56 cm y el menor valor fue para la distancia de 10 cm con 8,16 cm. En el Factor B (Dosis de soluciones nutritivas), el mayor valor con 8,56 cm fue para la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y el menor valor con 8,36 cm fue para 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B. En las interacciones, el mayor valor con 8,58 cm fue para la distancia de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y el menor valor con 8,16 cm para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B.

En la altura de planta a los 30 días después del trasplante, se presentó que el mayor valor fue para distanciamiento de siembra, siendo este de 20 cm con 15,8 cm y el menor valor fue para la distancia de 30 cm con 14,96 cm. En las dosis de soluciones nutritivas, el mayor valor con 15,33 cm fue para la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y el menor valor con 15,29 cm fue para 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B. En las interacciones, la mayor altura de planta con 15,66 cm fue para la distancia de 20 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y el menor valor con 14,87 cm para la distancia de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B.

A los 45 días después del trasplante, la mayor altura de planta la alcanzó el distanciamiento de 10 cm (21,14 cm) y la menor altura fue para la distancia de 30 cm (20,93 cm). En las dosis de soluciones nutritivas, el mayor valor (21,19 cm) fue para la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y el menor valor (20,94 cm) fue para 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B. En las interacciones, la mayor altura de planta (21,58 cm) fue para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y la menor altura (20,71 cm) para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B.

A los 60 días, la mayor altura de planta lo consiguió el distanciamiento de 20 cm con 29,06 cm y el menor valor fue para la distancia de 10 cm con 28,02 cm. En las dosis de soluciones nutritivas, el mayor valor con 28,91 cm fue para la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y el menor valor con 28,39 cm fue para 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B. En las interacciones, la mayor altura de planta con 29,25 cm fue para la distancia de 20 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y el menor valor con 27,54 cm para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B.

Cuadro 2. Promedios de altura de planta a los 15 y 30 días después el trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A	Factor B		Altura de planta	
Distanciamientos de siembra (cm)	Dosis Nutritivas (cc/L)		15 ddt	30 ddt
	Solución A	Solución B		
10			8,16	15,39
20			8,37	15,58
30			8,56	14,96
	5	1	8,36	15,29
	5	2	8,37	15,33
10	5	1	8,17	15,33
10	5	2	8,16	15,45
20	5	1	8,33	15,66
20	5	2	8,42	15,50
30	5	1	8,58	14,87
30	5	2	8,54	15,04
Promedio			8,37	15,31
Significancia estadística	Factor A		ns	ns
	Factor B		ns	ns
	Interacción		ns	ns
Coeficiente de variación (%)			11,20	7,03

Ddt : Días después de transplante

NS : No significativo

Cuadro 3. Promedios de altura de planta a los 45 y 60 días después el trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A		Factor B		Altura de planta	
Distanciamientos de siembra (cm)		Dosis Nutritivas (cc/L)		45 ddt	60 ddt
		Solución A	Solución B		
10				21,14	28,02
20				21,12	29,06
30				20,93	28,87
		5	1	20,94	28,39
		5	2	21,19	28,91
10		5	1	20,71	27,54
10		5	2	21,58	28,50
20		5	1	21,12	28,87
20		5	2	21,12	29,25
30		5	1	21,00	28,75
30		5	2	20,87	29,00
Promedio				21,07	28,65
Significancia estadística		Factor A		ns	ns
		Factor B		ns	ns
		Interacción		ns	ns
Coeficiente de variación (%)				9,04	8,24

Ddt : días después de transplante

NS : No significativo

4.2. Número de hojas

El mayor número de hojas lo mostró los distanciamientos de 20 y 30 cm con 12 hojas y la menor valor fue para la distancia de 10 cm con 11 hojas. En las dosis de soluciones nutritivas, la aplicación de ambas soluciones obtuvieron el mismo número de hojas, con 12 hojas. En las interacciones, el mayor número de hojas fue para la distancias de 20 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y la distancia de 30 cm empleando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B con 12 hojas y el menor valor para las distancias de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B; 20 cm de distancia aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con 11 hojas.

El análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas para el Factor A (Distanciamientos), Factor B (Dosis de soluciones nutritivas) e interacciones. El promedio general fue 12 hojas y el coeficiente de variación 4,92 % (Cuadro 4).

4.3. Longitud de raíz

En el mismo Cuadro 4, se registran los valores de longitud de raíz. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para distancias y dosis de solución nutritivas y diferencias significativas para las interacciones; el promedio general fue 11,52 cm y el coeficiente de variación 2,62 %.

La mayor longitud de raíz, lo mostró la distancia de 10 cm (11,69 cm) y el menor valor para la distancia de 20 cm (11,41 cm). En dosis de soluciones nutritivas sobresalió la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B (11,53 cm de longitud de raíz) y el menor valor para el uso de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B (11,51 cm). En las interacciones, la distancia de 10 cm, empleando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B reportó el mayor valor (11,71 cm), estadísticamente igual a las distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B; 20 cm de distancia 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución

B; 30 cm de distancia con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y superiores estadísticamente a la distancia de 20 cm con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B (11,21 cm).

Cuadro 4. Promedios de número de hojas y longitud de raíz, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A		Factor B		Número de hojas	Longitud de raíz
Distanciamientos de siembra (cm)		Dosis Nutritivas (cc/L)			
		Solución A	Solución B		
10				11	11,69
20				12	11,41
30				12	11,46
		5	1	12	11,51
		5	2	12	11,53
10		5	1	11	11,67 ab
10		5	2	11	11,71 a
20		5	1	11	11,21 b
20		5	2	12	11,62 ab
30		5	1	12	11,67 ab
30		5	2	11	11,25 ab
Promedio				12	11,52
Significancia estadística				Factor A	ns
				Factor B	ns
				Interacción	ns
Coeficiente de variación (%)				4,92	2,62

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan 5%

ns: no significativo

*: significativo

4.4. Biomasa radical

El análisis de varianza detectó diferencias significativas para el Factor A (Distanciamientos), no se encontraron diferencias significativas Factor B (Dosis de soluciones nutritivas) y diferencias altamente significativas en las interacciones. El promedio general fue 37,60 g y el coeficiente de variación 12,47 % (Cuadro 5).

La mayor biomasa radical se presentó con el distanciamiento de 30 cm (40,29 g), estadísticamente igual a la distancia de 20 cm (37,65 g) y ambos superiores estadísticamente a la distancia de 10 cm (34,86 g). En las dosis de soluciones nutritivas, la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B consiguió el mayor valor (38,08 g) y el menor valor la dosis de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B (37,12 g). En las interacciones, la mayor biomasa radical fue para la distancia de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B (46,58 g), estadísticamente igual a la distancia de 20 cm empleando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y estadísticamente superior a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B (31,33 g)

4.5. Peso de la planta

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para distancias y dosis de solución nutritivas y diferencias significativas para las interacciones; el promedio general fue 69,16 y el coeficiente de variación 4,67 %, (Cuadro 5).

El mayor peso de la planta lo registró la distancia de 10 cm con 70,21 g y el menor valor la distancia de 20 cm con 68,33 g. En dosis de soluciones nutritivas sobresalió la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B con 69,58 g y el menor valor para el uso de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con 68,75 g. En las interacciones, la distancia de 10 cm, utilizando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B alcanzó el mayor valor con 71,87 g, estadísticamente igual a las distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B; 20 cm de distancia 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B; 30 cm de

distancia con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y superiores estadísticamente a la distancia de 20 cm con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B con 66,46 g.

Cuadro 5. Promedios de biomasa radical y peso de la planta, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A		Factor B		Biomasa radical (g)	Peso de la planta (g)	
Distanciamientos de siembra (cm)	Dosis Nutritivas (cc/L)					
	Solución A	Solución B				
10				34,86 b	70,21	
20				37,65 ab	68,33	
30				40,29 a	68,95	
		5	1	38,08	69,58	
		5	2	37,12	68,75	
10	5	1		38,40 bc	71,87 a	
10	5	2		31,33 c	68,54 ab	
20	5	1		41,85 ab	66,46 b	
20	5	2		33,45 c	70,21 ab	
30	5	1		34,00 c	70,41 ab	
30	5	2		46,58 a	67,50 ab	
Promedio				37,60	69,16	
Significancia estadística				Factor A	*	Ns
				Factor B	ns	Ns
				Interacción	**	*
Coeficiente de variación (%)				12,47	4,67	

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan 5%

ns: no significativo

*: significativo

** : altamente significativo

4.6. Rendimiento

En la variable rendimiento, el análisis de varianza mostró diferencias significativas para distancias, no se observaron diferencias significativas en dosis de solución nutritivas y diferencias altamente significativas para las interacciones; el promedio general fue 3760 Kg y el coeficiente de variación 12,47 %, (Cuadro 6).

El mayor rendimiento se observó con la distancia de 30 cm con 4028,75 Kg, estadísticamente igual a la distancia de 20 cm y superiores estadísticamente a la distancia de 20 cm con 3486,25 Kg. En dosis de soluciones nutritivas resultó el mayor valor para la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B con 3808,33 Kg y el menor valor para el uso de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con 3711,67 Kg. En las interacciones, la distancia de 30 cm, utilizando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B logró el mayor valor con 4657,50 Kg estadísticamente igual a las distancia de 20 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la distancia de 10 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B con 3132,50 Kg.

4.7. Análisis económico

Los costos de producción de acuerdo al análisis económico se observan en el Cuadro 7. La mayor utilidad neta se presentó en el distanciamiento de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con \$ 4657,50.

Cuadro 6. Promedios de rendimiento (1000 m²), en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A		Factor B		Rendimiento
Distanciamientos de siembra (cm)	Dosis Nutritivas (cc/L)			
	Solución A	Solución B		
10			3486,25 b	
20			3765,00 ab	
30			4028,75 a	
		5	1	3808,33
		5	2	3711,67
10	5	1	3840,00 bc	
10	5	2	3132,50 c	
20	5	1	4185,00 ab	
20	5	2	3345,00 c	
30	5	1	3400,00 c	
30	5	2	4657,50 a	
Promedio			3760,00	
Significancia estadística			Factor A *	
			Factor B ns	
			Interacción **	
Coeficiente de variación (%)			12,47	

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Duncan al 5%

ns: no significativo

*: significativo

**: altamente significativo

Cuadro 7. Análisis económico en 1000 m², en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Trat.	Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L)		Rendimiento kg/1000 m ²	Ingresos	Costo Fijos agroquímicos	Costo Solución Nutritiva	Costos Variables Implementación de Invernadero			Costo Total	Utilidad Neta
		Solución A	Solución B					Materiales	Siembra	Cosecha		
T1	10	5	1	3840,0	960,00	94,5	235	155,00	75,00	80	639,50	320,50
T2	10	5	2	3132,5	783,13	94,5	235	155,00	75,00	60	619,50	163,63
T3	20	5	1	4185,0	1046,25	94,5	235	155,00	95,00	80	659,50	386,75
T4	20	5	2	3345,0	836,25	94,5	235	155,00	95,00	70	649,50	186,75
T5	30	5	1	3400,0	850,00	94,5	235	155,00	115,00	70	669,50	180,50
T6	30	5	2	4657,5	1164,38	94,5	235	155,00	115,00	90	689,50	474,88

Ingresos: Precio de kilo de lechuga: \$0,25

Costos agroquímicos: Insecticidas, Foliars, Aminoácidos.

Costo solución: Macroelementos para 1000 m² (\$170), Microelementos para 1000 m² (\$65).

Costo semillero 1000 plantas: \$50

Materiales: Tubos, Bombas, Líneas, Uniones, Saran, Cañas.

Cosecha: \$20/1000 kilos

V. DISCUSIÓN

La lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo presentó buenos resultados en sus promedios, ya que con la técnica de raíz flotante, NFT el monitoreo del ph es constante sin que le falte oxígeno, sobre todo en las horas del día donde la temperatura aumenta a más de 25 °C (Infoagro, 2014).

Se señala que el Sistema Nutrient Film Technic (NFT), es un sistema de cultivo muy utilizado en los proyectos de hidroponía social en diferentes países latinoamericanos, y agrega a lo anterior de que la aireación debe efectuarse por lo menos dos veces al día, independiente del método a utilizar, ya que esta acción permite redistribuir los elementos y oxigenar la solución. Además el principio de este sistema hidropónico consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, no existiendo pérdida o salida al exterior de la solución nutritiva, por lo que se constituye en un sistema de tipo cerrado (Carrasco, 2006).

El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se observó en el distanciamiento de siembra de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B debido a que la técnica de cultivo con flujo laminar de nutrientes (NFT) es una forma de cultivo en agua en la que las raíces de la planta está un delgado “flujo laminar” de solución. Para tener éxito con el mayor número de planta deberán observarse requisitos tales como aireación de las raíces, oscuridad en las raíces y soporte de las plantas (Resh, 1997).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por los resultados expuestos se concluye:

- La mayor altura de planta se presentó con las aplicaciones de soluciones nutritivas de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B a los 30 y 45 días después del trasplante, mientras que a los 45 y 60 días predominó la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B.
- El mayor número de hojas fue de 12 hojas, con los distanciamientos de siembra de 20 y 30 cm en ambas dosis de soluciones nutritivas, estudiadas en el ensayo.
- La mayor longitud de raíz se observó en el distanciamiento de siembra de 10 cm, utilizando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B.
- En la biomasa radical, el mayor valor lo alcanzó el distanciamiento de siembra de 30 cm, con 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y en cuanto al peso de la planta, sobresalió el distanciamiento de 10 cm, con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B.
- El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se observó en el distanciamiento de siembra de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con 4657,50 kg/ha y \$ 474,88 en 1000 m².

Por los antecedentes detallados se recomienda:

- Sembrar la lechuga romana con un distanciamiento de siembra de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B, a sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona.
- Evaluar el sistema de NFT (Nutrient Film Technique) en otros cultivos y bajo diferentes condiciones agroecológicas.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Granja Experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7,5 de la vía Babahoyo-Montalvo de la Provincia de Los Ríos. La zona presenta un clima tropical, según clasificación de Holdribge con temperatura anual de 24,7 ° C, una precipitación de 1564.4 mm/año, humedad relativa de 76 % y 834,7 horas de heliofanía anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32´, latitud sur 01°49´, con una altitud de 8 msnm.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la adaptabilidad y productividad de la Lechuga romana (*Lactuca sativa* L.), mediante la técnica NFT.

Los tratamientos estudiados estuvieron constituidos por los distanciamientos de siembra de 10, 20 y 30 cm y dosis de soluciones nutritivas de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B, utilizando el Diseño Completos al Azar, en arreglo factorial A X B, con 6 tratamientos y 4 repeticiones. Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad.

Se realizaron todas las labores y prácticas agrícolas que requiere el cultivo para su normal desarrollo agronómico, tales como análisis de agua, construcción de los contenedores, preparación de los semilleros, preparación de solución nutritiva, dosis de soluciones nutritivas, riego, siembra de los contenedores, registro del potencial de hidrogeno (pH), manejo de plagas y enfermedades, mantenimiento de la solución nutritiva en el medio líquido y del líquido en los contenedores y cosecha. Los datos evaluados en el desarrollo de la investigación fueron altura de la planta, numero de hojas, longitud de raíz, biomasa radical, peso de planta, rendimiento y análisis económico.

Por los resultados expuestos se determinó que la mayor altura de planta se

presentó con las aplicaciones de soluciones nutritivas de 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B a los 30 y 45 días después del trasplante, mientras que a los 45 y 60 días predominó la aplicación de 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B; el mayor número de hojas fue de 12 hojas, con los distanciamientos de siembra de 20 y 30 cm en ambas dosis de soluciones nutritivas, estudiadas en el ensayo; la mayor longitud de raíz se observó en el distanciamiento de siembra de 10 cm, utilizando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B; en la biomasa radical, el mayor valor lo alcanzó el distanciamiento de siembra de 30 cm, con 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B y en cuanto al peso de la planta, sobresalió el distanciamiento de 10 cm, con 5 cc/L de Solución A + 1 cc/L de Solución B y el mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se observó en el distanciamiento de siembra de 30 cm aplicando 5 cc/L de Solución A + 2 cc/L de Solución B con 4657,50 kg/ha y \$ 474,88 en 1000 m².

VIII. SUMMARY

This research was conducted on the grounds of the Experimental Farm "San Pablo" of the Faculty of Agricultural Sciences at the Technical University of Babahoyo, located at km 7.5 of the road Montalvo Babahoyo- the province of Los Rios . The area has a tropical climate, according to the classification of Holdridge annual temperature of 24.7 ° C, precipitation of 1564.4 mm / year, relative humidity of 76% and annual heliophany 834.7 hours. Geographical coordinates 79° 32' west longitude, latitude south 01°49', with an altitude of 8 meters.

The objective of this research was to evaluate the adaptability and productivity Romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.) by NFT technique.

The treatments studied were formed by planting distances of 10, 20 and 30 cm and doses of nutrient solution of 5 cc / l of solution A + 1 cc / for this research L of Solution B and 5 ml / L of Solution A + 2 cc / L of Solution B, using the Complete Randomized Design in factorial AXB, with 6 treatments and 4 repetitions. The comparisons of means were performed using Duncan test at 5% probability.

All work and farming practices that required for normal agronomic crop development, such as water analysis, building containers, seedbed preparation, preparation of nutrient solution doses of nutrient solutions, irrigation, planting containers are made , registration of potential hydrogen (pH), pest and diseases, maintenance of the nutrient solution in the liquid medium and the liquid in the container and harvesting. The data evaluated in the development of the research were plant height, leaf number, root length, root biomass, plant weight, yield and economic analysis.

By the above results it was determined that the greatest plant height was presented with applications of nutrient solution of 5 cc / l of solution A + 1 mL / L of Solution B at 30 and 45 days after transplantation, while the 45 and 60 days

predominant application of 5 ml / L Solution A + 2 ml / L Solution B; the largest number of leaves was 12 sheets, with planting distances of 20 and 30 cm at both doses of nutrient solutions studied in the trial; most root length was observed in the seed spacing of 10 cm, using 5 ml / L Solution A + 2 ml / L Solution B; in root biomass, the greatest value is reached the distance of planting 30 cm with 5 cc / L of Solution A + 2 cc / L of Solution B and in the weight of the plant, he excelled the distance of 10 cm, with 5 ml / L Solution A + 1 cc / L of Solution B and increased crop yield and net benefit was seen in the distance of 30 cm planting applying 5 ml / L Solution A + 2 ml / L Solution B 4657.50 kg / ha and \$ 474.88 in 1000 m².

IX. LITERATURA CITADA

Arévalo, G. 2005. Producción de lechuga hidropónica. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. (en línea). Consultado 28 ago. 2006. Disponible en <http://www.zamorano.edu/zamonoticias1/Versiones/septiembre05/entrevista.htm>

Alvarado, D., Chávez, F., ANNA, K. 2001. Seminario de Agronegocios: Lechugas Hidropónicas. Universidad del Pacífico. <<http://www.upbusiness.net/upbusiness/docs/mercados/11.pdf>>. (15 abr. 2005).

Carrasco, G. 2006. La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (“NFT”). Talca, Chile. Universidad de Talca. 105 p.

Castaños, F. 1997. Manual de Cultivos Hidropónicos Populares: Producción de Verduras sin usar la tierra. Guatemala. INCAP. 36 p.

Castaños, C. 1993. Manual técnico: La Huerta Hidropónica Popular. 3ª ed. Santiago, Chile. 132 p.

Departamento de agricultura de estados unidos-USDA. 2014. Sistemas integrados de Producción de hortalizas bajo invernaderos. Disponible en www.usda.gov.

Devia, J. 2001. Cultivo Hidropónico. Chile Hortofrutícola (Chile) 4 (23): 8-10.

Dirección de ciencia y tecnología agropecuaria (DICTA). 2002. Innovación tecnológica. Guía de producción de lechuga: Sistema raízflotante. <http://www.sag.gob.hn/dicta/Paginas/lechuga_hidroponica.html>. (9 abr. 2005).

Duran, J. 2000. El Proyecto Aeroponía. Aeroponic Research instalation. <<http://www.aeroponic.it/esp/progetto.htm>>. (15 abr. 2005).

Engormix. 2011. Las Lechugas. Revisado junio 2014. Disponible en: http://www.ceja.educagri.fr/esp/enseignant/livret3/03_3.pdf

Facultad de Ciencias Agropecuaria-FCA, Universidad Nacional Agraria, Argentina-UNA. 2005. Producción de hortalizas bajo sistemas hidropónicos. Dpto. Producción Agraria (Área Edafología y Química Agrícola). 15:32.

Giacconi, V., ESCAFF, M. 1999. Cultivos de Hortalizas. 14^a ed. Santiago, Chile. Universitaria. 337 p.

Huterwal, G. 2001. Hidroponía. Buenos Aires, Argentina. Hobby. 192 p.

Infoagro 2014, (en línea) El cultivo de la lechuga. Disponible en: www.infoagro.com; revisado el 18 de mayo de 2014.

Jewtuszyk, K., Saskewitz, L. 2009. Hidroponía: Perspectivas y futuro (en línea). México DF, FCQ (Facultad de Ciencias Químicas). Consultado 5 oct. 2005. Disponible en <http://www.fcq.uach.mx/educontinua/hidroponia/perfuturo.htm>

López, T, M. 1994. Horticultura. Editorial Trillas, México. D.F. p. 151.

Marulanda, C. 2002. La hidroponía popular. Investigación y Progreso Agropecuario La Platina (Chile). (72): 3-11.

Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe (FAO-RLC). 2006. Cuadernos de Hidroponía Escolar. FAO-RLC (Online). <<http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/hidro.htm>>. (07 oct. 2004).

Resh, H.M. 2007. Cultivos Hidropónicos Nuevas Técnicas de Producción, Ediciones Mundi Prensa Madrid España

Resh, H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ta.Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 37.

Rodríguez, A., Hoyos, M., Chang, M. 1999. Sistema de Cultivo en Columnas. In: Red hidroponía, La Molina.<[http://www.lamolina.edu.pe/ FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1_5/boletin4.htm#articulos](http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/ciencias/hidroponia/boletin1_5/boletin4.htm#articulos)>. (7 abr. 2005).

Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Editorial Diana. México D.F. p. 13

Sánchez del Castillo, F. y Escalante, R. 2008. Hidroponía. Un sistema de producción de plantas. Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma de Chapingo. Tercera edición. Texcoco, México. pp. 26-31.

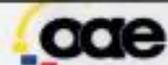
Tapia, M. 2003. Cultivos Hidropónicos. In: Barriga, P. y Neira, M. Cultivos no Tradicionales. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. pp: 181-190.

Terry, B. C. 2006. El sistema de raíz flotante. In: Hidroponía una esperanza para Latinoamérica. Curso Taller Internacional de Hidroponía. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. p. 89.

Valadez, H. A. 1994, Producción de Hortalizas, Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de agua

 INIAP Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias	ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS <small>Car. 26 Pto. Nuevo - Finca Ajudo - Parcel 09-81-7050 Zapicho - Cuzco - Ecuador</small> <small>Teléfono: 2777381 Fax: 2777118 e-mail: 00433363 - 89037300 e-mail: iniap@iniaz.ec</small>	 cae LABORATORIO DE ENSAYOS <small>Nº CAE LE C-11-007</small>
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE AGUAS		
Datos del Proveedor	Datos de la Empresa	Datos de la Muestra
Nombre : CESAR FLORES	Nombre : UNIVERSIDAD TECNICA DE BAHIAHOYO	Informe No. : 800 1256
Dirección : NE	Provincia : LOS RIOS	Fecha Análisis : 23/09/2014
Ciudad : BAHIAHOYO	Cantón : BAHIAHOYO	Fecha muestreo : 19/09/2014
Teléfono : NE	Parroquia : NE	Fecha Emisión : 28/09/2014
Fax : NE	Ubicación : Km 7,5 VÍA A MONTALVO	Fecha Ingreso : 21/09/2014
		Fecha Impresión : 28/09/2014
		Condiciones Ambientales : T ° C 24,9 SH 06

N° Laborat.	Identificación del Lote	aS/cm	mg/L				mg/L				pH	RAS	PSI	%Na	Clase
			Ca	Mg	Na	K	+CO ₂	+HCO ₃	+Cl	+SO ₄					
1540	AGUA ÚNICA	806	26,2	17,9	120,5	4	0,2	4,4	3,5	ND	7,5	4	5	65	C3S1

OBSERVACIONES: Análisis para producto 031

CLASIFICACION	
AGUAS DURES	AGUAS BOMBAS
E1: Agua de utilidad baja	B1: Agua de consumo bajo de agua
E2: Agua de utilidad normal	B2: Agua de consumo normal
E3: Agua de utilidad mediana a alta	B3: Agua de consumo alto de agua
E4: Agua de utilidad alta	B4: Agua de consumo muy alto de agua
E5: Agua de utilidad muy alta	
E6: Agua de utilidad excesiva	

Determinación Metodológica
pH, CE : Electrodeica
K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica


 Responsable Laboratorio

***LC = Menor al Límite de Cuantificación**
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al CAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al CAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.

Anexo 2. Cuados de los promedios por variable y análisis de varianza

Cuadro 8. Promedios y análisis de varianza de altura de planta a los 15 días después del trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L)		Repeticiones				X
	Solución A	Solución B	I	II	III	IV	
10	5	1	6,83	7,83	9,67	8,33	8,17
10	5	2	7,66	7,83	9,16	8,00	8,16
20	5	1	7,33	7,66	9,83	8,50	8,33
20	5	2	7,50	8,33	9,33	8,50	8,42
30	5	1	7,83	8,16	9,83	8,50	8,58
30	5	2	7,33	9,33	9,16	8,33	8,54

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AL15D	24	0,04	0,00	11,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo		0,64	5	0,13	0,15	0,9786
FACTOR A		0,62	2	0,31	0,36	0,7056
FACTOR B		0,00	1	0,00	0,00	0,9726
FACTOR A*FACTOR B		0,02	2	0,01	0,01	0,9904
Error	15,81	18	0,88			
Total	16,46	23				

Cuadro 9. Promedios y análisis de varianza de altura de planta a los 30 días después del trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A	Factor B		Repeticiones				X
	Dosis Nutritivas (cc/L)		I	II	III	IV	
Distanciamientos de siembra (cm)	Solución	Solución					
	A	B					
10	5	1	15,00	15,00	15,00	16,33	15,33
10	5	2	14,16	16,66	14,16	16,83	15,45
20	5	1	15,16	15,83	14,66	17,00	15,66
20	5	2	14,00	15,83	15,16	17,00	15,50
30	5	1	14,00	15,00	14,33	16,16	14,87
30	5	2	14,50	14,83	14,50	16,33	15,04

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT30D	24	0,08	0,00	7,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo		1,78	5	0,36	0,31 0,9022
FACTOR A		1,64	2	0,82	0,71 0,5060
FACTOR B		0,01	1	0,01	0,01 0,9270
FACTOR A*FACTOR B		0,13	2	0,06	0,06 0,9458
Error	20,84	18	1,16		
Total	22,62	23			

Cuadro 10. Promedios y análisis de varianza de altura de planta a los 45 días después del trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L)		Repeticiones				X
	Solución A	Solución B	I	II	III	IV	
10	5	1	18,83	20,66	20,33	23,00	20,71
10	5	2	19,66	21,67	20,83	24,16	21,58
20	5	1	19,33	20,66	20,66	23,83	21,12
20	5	2	18,66	21,00	21,00	23,83	21,12
30	5	1	19,00	20,50	21,16	23,33	21,00
30	5	2	19,16	20,16	20,50	23,66	20,87

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT45D	24	0,03	0,00	9,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo		1,77	5	0,35	0,10 0,9913
FACTOR A		0,21	2	0,11	0,03 0,9714
FACTOR B		0,38	1	0,38	0,10 0,7515
FACTOR A*FACTOR B		1,19	2	0,59	0,16 0,8501
Error	65,29	18	3,63		
Total	67,06	23			

Cuadro 11. Promedios y análisis de varianza de altura de planta a los 60 días después del trasplante, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A	Factor B		Repeticiones				X
	Dosis Nutritivas (cc/L)		I	II	III	IV	
Distanciamientos de siembra (cm)	Solución	Solución					
	A	B					
10	5	1	26,33	26,83	26,66	30,33	27,54
10	5	2	26,83	27,33	27,50	32,33	28,50
20	5	1	28,33	28,33	27,00	31,83	28,87
20	5	2	27,33	28,16	28,16	33,33	29,25
30	5	1	27,16	28,83	27,00	32,00	28,75
30	5	2	28,16	27,33	27,83	32,66	29,00

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT60D	24	0,07	0,00	8,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo		7,17	5	1,43	0,26 0,9305
FACTOR A		4,93	2	2,46	0,44 0,6494
FACTOR B		1,66	1	1,66	0,30 0,5915
FACTOR A*FACTOR B		0,58	2	0,29	0,05 0,9495
Error	100,32		18	5,57	
Total	107,49		23		

Cuadro 12. Promedios y análisis de varianza de número de hojas, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L) Solución A Solución B		Repeticiones				X
	I	II	III	IV			
10	5	1	11	12	12	12	11
10	5	2	11	12	12	11	11
20	5	1	11	12	12	11	11
20	5	2	12	12	12	11	12
30	5	1	12	12	12	12	12
30	5	2	13	10	12	11	11

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUM HOJAS24		0,18	0,00	4,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo		1,31	5	0,26	0,82	0,5536
FACTOR A		0,44	2	0,22	0,68	0,5195
FACTOR B		0,00	1	0,00	0,00	0,9518
FACTOR A*FACTOR B		0,87	2	0,44	1,36	0,2819
Error		5,78	18	0,32		
Total		7,09	23			

Cuadro 13. Promedios y análisis de varianza de longitud de raíz, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L) Solución A Solución B		Repeticiones				X
	I	II	III	IV			
10	5	1	11,5	11,8	11,5	11,8	11,7
10	5	2	11,7	12,0	11,3	11,8	11,7
20	5	1	11,0	11,7	11,2	11,0	11,2
20	5	2	11,8	11,8	11,3	11,5	11,6
30	5	1	11,5	11,7	11,7	11,8	11,7
30	5	2	12,0	11,0	11,0	11,0	11,3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LONG RAIZ	24	0,39	0,22	2,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p	
Modelo		1,04	5	0,21	2,28	0,0897
FACTOR A		0,34	2	0,17	1,88	0,1809
FACTOR B		0,00	1	0,00	0,01	0,9044
FACTOR A*FACTOR B		0,70	2	0,35	3,82	0,0414
Error	1,64	18	0,09			
Total	2,68	23				

Cuadro 14. Promedios y análisis de varianza de biomasa radical, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L) Solución A Solución B		Repeticiones				X
	I	II	III	IV			
10	5	1	31,70	40,80	41,30	39,80	38,40
10	5	2	28,10	36,40	28,70	32,10	31,33
20	5	1	38,50	46,90	39,70	42,30	41,85
20	5	2	30,60	33,70	34,10	35,40	33,45
30	5	1	28,70	28,70	46,90	31,70	34,00
30	5	2	45,70	46,80	48,90	44,90	46,58

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
BIOMASA RADICAL	24	0,63	0,53	12,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	675,25	5	135,05	6,15	0,0017
FACTOR A	117,75	2	58,88	2,68	0,0958
FACTOR B	5,61	1	5,61	0,26	0,6196
FACTOR A*FACTOR B	551,89	2	275,94	12,56	0,0004
Error	395,54	18	21,97		
Total	1070,78	23			

Cuadro 15. Promedios y análisis de varianza de peso de la planta, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L) Solución A Solución B		Repeticiones				X
	I	II	III	IV			
10	5	1	72,50	71,66	72,50	70,83	71,87
10	5	2	72,50	73,33	64,16	64,16	68,54
20	5	1	65,83	65,83	68,33	65,83	66,46
20	5	2	66,66	70,00	76,66	67,50	70,21
30	5	1	71,66	69,16	71,66	69,16	70,41
30	5	2	63,33	71,66	68,33	66,66	67,50

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO PLANTA	24	0,30	0,11	4,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	81,96	5	16,39	1,57	0,2179
FACTOR A	14,59	2	7,30	0,70	0,5095
FACTOR B	4,17	1	4,17	0,40	0,5351
FACTOR A*FACTOR B	63,20	2	31,60	3,03	0,0733
Error	187,53	18	10,42		
Total	269,49	23			

Cuadro 16. Promedios y análisis de varianza de rendimiento, en el ensayo: “Estudio del cultivo de lechuga romana, sembrada mediante el sistema de NFT (Nutrient Film Technique), en la zona de Babahoyo.” FACIAG, UTB. 2015

Factor A Distanciamientos de siembra (cm)	Factor B Dosis Nutritivas (cc/L)		Repeticiones				X
	Solución A	Solución B	I	II	III	IV	
10	5	1	3170,0 0	4080,0 0	4130,00	3980,00	3840,00
10	5	2	2810,0 0	3640,0 0	2870,00	3210,00	3132,50
20	5	1	3850,0 0	4690,0 0	3970,00	4230,00	4185,00
20	5	2	3060,0 0	3370,0 0	3410,00	3540,00	3345,00
30	5	1	2870,0 0	2870,0 0	4690,00	3170,00	3400,00
30	5	2	4570,0 0	4680,0 0	4890,00	4490,00	4657,50

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REND	24	0,63	0,53	12,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	6752450,00	5	1350490,00	6,15	0,0017
FACTOR A	1177525,00	2	588762,50	2,68	0,0958
FACTOR B	56066,67	1	56066,67	0,26	0,6196
FACTOR A*FACTOR B	5518858,33	2	2759429,17	12,56	0,0004
Error	3955350,00	18	219741,67		
Total	10707800,00	23			

Anexo 3. Fotografías del ensayo



Fig. 1. Semillero utilizado



Fig 2. Semilla de lechuga romana



Fig. 3. Semillero de lechuga romana a los 28 días.



Fig. 4. Elaboración de orificios para realizar la conexión



Fig. 5. Invernadero FACIAG utilizado para el desarrollo de la investigación



Fig. 6. Corte de la oasis para soporte de las plantas



Fig. 7. Perforación de tubos PVC en diferentes medidas



Fig. 8 Prueba de la solución en el contenedor



Fig. 9. Conexión de tuberías por bloque



Fig. 10 Colocación de vasos en los oasis



Fig. 11. Peso de fertilizantes para elaborar soluciones



Fig. 12 Adaptación de las plantas en los primeros días de desarrollo



Fig. 13 Colocación de plántulas en los contenedores



Fig. 14 Supervisión de la directora de tesis



Fig. 15. Plantas a los 30 días después del trasplante



Fig. 16. Verificación de los resultados del cultivo con la solución



Fig. 17. Supervisión del cultivo de por la Directora de Tesis



Fig. 18. Desarrollo del cultivo con la Solución B.



Fig. 19 Control manual con insecticida



Fig. 20. Evaluación de longitud de raíz.



Fig. 21. Señalización de los tratamientos



Fig. 23. Altura de planta a los 60



Fig. 22. Oxigenación del agua en el tanque



Fig. 24. Señalización del cultivo



Fig. 25. Cambio de agua semanal con las soluciones



Fig. 26. Presentación del cultivo por bloques



Fig. 27. Corte de raíz para tomar datos en laboratorio



Fig. 28. Evaluación de variable de peso seco



Fig. 29. Colocación de la muestra en la estufa por 24 horas



Fig. 30. Resultado de las muestras de la estufa después de 24 horas



Fig. 31. Medición con el pHmetro en contenedores o bloques



Fig. 32. Probeta aforada a 1000 cc para determinación de la humedad