



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
MODALIDAD SEMIPRESENCIAL
INGENIERÍA AGROPECUARIA

TEMA DE TESIS:

**“DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN SISTEMA
HIDROPONICO EN EL COMPORTAMIENTO DE TRES
VARIETADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa*) EN SANTO
DOMINGO”.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO AGROPECUARIO**

AUTOR:

HUGO JAVIER MORENO MEDINA

DIRECTORA DE TESIS:

ING. MARÍA DEL CARMEN SAMANIEGO ARMIJOS M.S.c

QUEVEDO – ECUADOR

2015

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Hugo Javier Moreno Medina** declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Hugo Javier Moreno Medina

CERTIFICACIÓN DE DIRECTORA DE TESIS

La suscrita, **Ing. María del Carmen Samaniego Armijos** , MSc., Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado, **Hugo Javier Moreno Medina** realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario de grado titulada “**DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN SISTEMA HIDROPONICO EN EL COMPORTAMIENTO DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA(*Lactuca sativa*) EN SANTO DOMINGO**”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. María del Carmen Samaniego Armijos, MSc.
DIRECTORA DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
CARRERA INGENIERÍA AGROPECUARIA

**“DIFERENTES SOLUCIONES NUTRITIVAS EN SISTEMA HIDROPONICO
EN EL COMPORTAMIENTO DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA
(Lactuca sativa) EN SANTO DOMINGO”**

TESIS DE GRADO

Presentado al Comité Técnico Académico como requisito previo a la
obtención del título de **INGENIERO AGROPECUARIO**

Aprobado:

Lcdo. Héctor E. Castillo Vera, MSc
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy A. Sabando Ávila, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

Ing. Freddy J. Guevara Santana, MSc
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS

QUEVEDO – ECUADOR

AÑO 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi Dios todo poderoso por darme la fuerza, la sabiduría, la constancia y la paciencia para lograr alcanzar esta meta trazada hace varios años.

A mi esposa y mis hijos por brindarme todo su apoyo incondicional y confianza durante este tiempo, en el cual me he dedicado a los estudios y gracias a ellos he alcanzado este triunfo.

A esta maravillosa Universidad UTEQ y UED por abrirme sus puertas y acogerme en sus aulas, lugar donde inicié y terminé con éxito mi formación académica, a sus docentes por impartirnos los conocimientos requeridos de esta hermosa carrera y obtener un título a nivel profesional de esta prestigiosa Universidad.

Agradezco a la Ing. Guadalupe Murillo por brindarnos siempre su apoyo, su comprensión, su confianza y siempre está pendiente por el bienestar de todos los alumnos y la Universidad, es una excelente persona y magnífica autoridad.

También agradezco a la Ing. María del Carmen Samaniego, por aceptar ser mi guía de tesis, compartir sus conocimientos, experiencias y recomendaciones me guió en la realización de este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A nuestro Dios sobre todas las cosas, por darme la capacidad, salud y el ánimo de enfrentar los retos que nos pone la vida a diario y salir adelante.

A mi madre Luz María Medina Ochoa por darme la vida y colmarme con sus bendiciones.

A mi esposa Magali Baque por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo.

A mis hijos Marcos Jefferson, Javier Joao y Jefferson Javier Moreno Baque por creer siempre en mí y servirles de espejo para su futuro.

A todos ellos les dedico este logro alcanzado, porque son la fuente de mi inspiración y mis ganas de superación.

Hugo Javier

ÍNDICE

PORTADA	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	III
TRIBUNAL DE TESIS	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
ÍNDICE	VII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
ABSTRAC	XV

CAPÍTULO I.....	1
------------------------	----------

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	1
---	----------

1.1. Introducción	2
1.2. Objetivos	4
1.2.1. General	4
1.2.2. Específicos	4
1.3. Hipótesis	4

CAPÍTULO II	5
--------------------------	----------

MARCO TEÓRICO	5
----------------------------	----------

2.1. Fundamentación Teórica.....	6
2.1.1. Origen de la lechuga	6
2.1.2. Descripción botánica.....	7
2.1.2.1. Clasificación taxonómica de la lechuga	7
2.1.3. Temperatura de la lechuga	8
2.1.4. Características agronómicas de los cultivares de lechuga.....	8
2.1.5. Plagas y enfermedades de la lechuga hidropónica.....	9
2.1.5.1. Los trips	9
2.1.5.2. Los minadores	9
2.1.5.3. Los pulgones.....	9
2.1.5.4. El gusano gris	9
2.1.5.5. Enfermedades.....	10

2.1.6.	El sustrato	10
2.1.7.	Hidroponía	10
2.1.8.	Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico	12
2.1.8.1.	Ventajas	12
2.1.8.2.	Desventajas	13
2.1.8.3.	Impacto social	13
2.1.8.4.	Elementos esenciales	13
2.1.8.5.	Importancia económica	14
2.1.9.	Solución nutritiva y humus líquido.....	14
2.1.9.1.	Sistema de cultivo	17
2.1.9.2.	Manejo del cultivo	17
2.1.10.	Otras investigaciones relacionadas	20
CAPÍTULO III		23
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		23
3.1.	Materiales y Métodos	24
3.1.1.	Localización y duración del experimento.....	24
3.2.	Condiciones meteorológicas	24
3.3.	Materiales y equipos	25
3.4.	Factores en estudio.....	26
3.4.1.	Soluciones nutritivas usadas en la investigación	26
3.5.	Tratamientos	26
3.6.	Diseño experimental.....	26
3.7.	Unidad experimental	27
3.8.	Variables evaluadas	27
3.8.1.	Porcentaje de germinación.....	27
3.8.2.	Longitud de la raíz.....	28
3.8.3.	Altura de la planta	28
3.8.4.	Numero de hojas	28
3.8.5.	Longitud de la hoja	28
3.8.6.	Peso de la planta	28
3.9.	Manejo del experimento	29
3.9.1.	Construcción del invernadero.....	29

3.9.2.	Construcción de los soportes	29
3.9.3.	Preparación de sustrato	29
3.9.4.	Preparación de los semilleros	29
3.9.4.1.	Siembra en las bandejas	30
3.9.5.	Dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron	30
3.9.6.	Riego.....	30
3.9.7.	Trasplante	31
3.9.8.	Manejo de plagas y enfermedades	31
3.9.9.	Cosecha	31
3.10.	Análisis económico	32
3.10.1.	Ingreso bruto por tratamiento.....	32
3.10.2.	Costos totales por tratamiento	32
3.10.3.	Beneficio neto (BN).....	32
3.10.4.	Relación Beneficio Costo	33
CAPÍTULO IV	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1.	Resultados y Discusión	35
4.1.1.	Porcentaje de germinación.....	35
4.1.2.	Longitud de la raíz (cm.).....	36
4.1.3	Altura de la planta (cm.)	38
4.1.4.	Número de hojas	39
4.1.5.	Longitud de la hoja (cm)	41
4.1.6.	Peso de planta (g.).....	43
4.1.7.	Análisis económico	45
CAPÍTULO V	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
5.1.	Conclusiones.....	49
5.2.	Recomendaciones.....	50
CAPÍTULO VI	51
BIBLIOGRAFIA	51

6.1. Literatura citada	52
CAPÍTULO VII	55
ANEXOS.....	55
7.1. Anexos	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Clasificación taxonómica de la lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	7
2	Formula de la solución nutritiva	16
3	Composición de nutrientes del humus liquido	16
4	Datos meteorológicos del lugar donde se realizó la investigación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). En Santo Domingo	24
5	Los materiales utilizados en esta investigación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo son:	25
6	Esta investigación se realizó con los siguientes tratamientos	26
7	Análisis de varianza en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo	27
8	Unidades experimentales en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo.	27

9	El porcentaje de germinación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo.	35
10	La longitud de raíz por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo.	36
11	La altura de planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo	38
12	El número de hojas por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo	39
13	La longitud de hoja por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	41
14	El peso de planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo	43
15	Análisis económico en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>). en Santo Domingo	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1	Análisis de varianza para la variable de longitud de raíz por planta (cm) a los 65 días en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	56
2	Análisis de varianza para la variable de altura de planta (cm) a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	56
3	Análisis de varianza para la variable de número de hojas por planta a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	56
4	Análisis de varianza para la variable de longitud de hojas por planta (cm) a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	57
5	Análisis de varianza para la variable el peso de la planta (g) a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (<i>Lactuca sativa</i>) en Santo Domingo	57

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación se la realizó en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo de los Colorados, Parroquia Chigüílpe, en el sector de la vivienda fiscal del Batallón Montufar, Vía a Quito Km 8, cuyas coordenadas geográficas son, 0°16'24" latitud Sur y 79°0,5'55" de longitud Oeste, a una altura de 656 msnm, precipitación pluviométrica 3100mm/año, temperatura 21 –26°C, cuyo objetivo fue evaluar las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). Lasted 120 days.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A), con 4 tratamientos y 4 repeticiones, para analizar la media se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de probabilidad, los tratamientos fueron **T1** (Solución nutritiva A y C (5cc/L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 50%), **T2** (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 75%), **T3** (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 100%) y **T4** (Humus liquido 5cc/ L H₂O).

El tratamiento T3 (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 100%), obtuvo mejores resultados al momento de medir las variables con más peso, mayor número de hojas, largo de raíz, mejor rentabilidad y utilidad al momento de la cosecha, seguido del tratamiento T2 (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 75%).

ABSTRAC

This research was made in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Canton Santo Domingo de los Colorados, Parish Chiguilpe in the field of housing tax Montufar Battalion , Road to Quito Km 8 , whose geographical coordinates are $0^{\circ}16'24''$ south latitude and $79^{\circ}05'55''$ west longitude at an altitude of 656 msnm, rainfall precipitation is 3100mm / year , temperature 21 - 26°C , aimed at evaluating the different nutrient solutions in hydroponics system behavior three varieties of lettuce (*Lactuca sativa*).

Design was used completely randomized (CRD) with 4 treatments and 4 replicates job was to analyze the media 's multiple range test of Duncan at 95 % probability was applied , the treatments were T1 (Nutrient solution A and C (5cc / L H₂O) + B (2cc / L H₂O) 50%) , T2 (nutrient solution A and C (5cc / L H₂O) + B (2cc / L H₂O) 75 %) , T3 (Solution A nutritious and C (5cc / L H₂O) + B (2cc / L H₂O) to 100%) and T4 (5cc liquid Humus / L H₂O). Design was used completely randomized

The treatment T3 (Nutrient solution A and C (5cc / L H₂O) + B (2cc / L H₂O) at 100%) , obtained better results when measuring the variables with more weight, more leaves , root length , improved profitability and utility at the time of harvest, followed by treatment T2 (nutrient solution a and C (5cc / L H₂O) + B (2cc / L H₂O) 75 %)

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Una de las hortalizas más usadas intensivamente es la lechuga, por ser ésta, la planta más importante del grupo de hortalizas de hoja, la que además es conocida y cultivada en casi todos los países el mundo. El mayor uso que tiene esta hortaliza, es para el consumo como ensalada, pero además tiene otros usos, como medicinales, fabricación de cremas, extracción de látex, entre otros. (Córdova, R. 2005)

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una hortaliza de hoja por excelencia, considerada especial, orientada al segmento de mercado gourmet, este factor es debido a su gran aceptación, que se ha convertido prácticamente en un requerimiento para este tipo de mercado. La lechuga es el cuarto vegetal más importante que se cultiva bajo el sistema hidropónico, las plantas se encuentran en unas condiciones de nutrición ideal, de forma que apenas hay gastos de energía por parte de la planta en la absorción radicular.

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), citado por (Garzón, S. 2006)

En los cultivos hidropónicos las soluciones nutritivas son la concentración de minerales en cantidades adecuadas, que se mezclan con el agua, para que las plantas absorban sus alimentos por medio de las raíces, logrando 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.

De los métodos de cultivo sin suelo, el realizado en agua por definición, es el auténtico cultivo hidropónico. Esta investigación representa una alternativa o complemento al cultivo de lechuga hidropónica en sistema NFT, creando

nuevas y novedosas oportunidades para nuestras comunidades, desarrollando no solo la conciencia económica y ambiental, sino las buenas prácticas en una alimentación saludable para la población, el cual se convertirá en instrumento que suministrará el fundamento para obtener altos rendimientos en la producción.

La hidroponía es considerada como un sistema de producción agrícola que tiene gran importancia dentro de los contextos ecológico, económico y social. Dicha importancia se basa en la gran flexibilidad del sistema, es decir, por la posibilidad de aplicarlo con éxito, bajo muy distintas condiciones y para diversos usos. (Facultad de Ciencias Agrícolas Xalapa MX. 2007), citado por (Reyes, C. 2009)

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 General.

Evaluar las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

1.2.2 Específicos.

- Determinar el comportamiento agronómico de la planta de lechuga (*Lactuca sativa*) aplicando soluciones nutritivas al 50%, 75% y 100% en sistema hidropónico.
- Identificar la solución nutritiva más apropiada para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo sistema hidropónico.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

1.3. Hipótesis

- Mediante la aplicación de soluciones nutritivas al 75%, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico se obtendrá mejor producción.
- Al aplicar soluciones nutritivas al 75%, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico se obtendrá una mejor rentabilidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Origen de la lechuga

El cultivo de la lechuga se remonta a 2,500 años de antigüedad. Fue conocida por los persas, griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque también se sabe que las acogolladas ya eran conocidas en Europa en el siglo XVI. (horticultura efectiva. 2011)

Según la Enciclopedia Universal Sopena, la lechuga fue domesticada en el Oriente próximo a partir de la especie *Lactuca Serriola* L., y pronto alcanzó una diversidad extraordinaria. Los romanos le dieron mucha importancia a su cultivo, tanto que hasta nuestros días prevalece la llamada "lechuga romana", que si bien no es la especie más extendida tiene su importancia. (horticulturaefectiva. 2011)

En la Edad Media disminuyó el consumo de lechuga, una explicación que se da es que la gente de ese entonces creía que si se ingería en grandes cantidades o demasiado seguido podía dañar la vista. Fue hasta el año de 1494 cuando Cristóbal Colón la introdujo a América. (horticulturaefectiva. 2011)

La palabra lechuga procede del latín "lactuca", que a su vez deriva de "lac, lactis" (leche o lácteo). Es una planta herbácea, anual, propia de las regiones semitempladas y cultivada en todo el mundo. Existen varios tipos que se pueden dividir en: romanas, acogolladas y de hojas sueltas. (horticulturaefectiva. 2011)

Son muchas las ventajas que presenta el cultivo de esta especie, por ejemplo, debido a su ciclo corto de crecimiento y su fácil manejo se ha comenzado a cultivar en invernaderos, obteniendo resultados satisfactorios. (horticulturaefectiva. 2011)

La lechuga (*Lactuca Sativa*) es una planta que se cultiva generalmente para el uso de su hoja como vegetal. Se consume generalmente fresca, como complemento de otros alimentos, aunque en china se consume cocinada y la hoja es tan importante para ellos como el tallo de la planta. La variedad más popular en América es la Iceberg que crece de manera compacta (similar al repollo) y tiene una textura crocante. (todohidroponico. 2007)

2.1.2. Descripción botánica

Es una planta anual y autógama (se autopolinizan). La raíz de la lechuga, que no sobrepasa los 30 cm de profundidad es pivotante y con ramificaciones. Tiene un tallo corto y cilíndrico. Las hojas se disponen primero en roseta y después se aprietan unas junto a otras formando un cogollo. Los limbos pueden tener un borde liso, ondulado o aserrado. La inflorescencia son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos. (Agrolanzarote. 2012)

2.1.2.1. Clasificación taxonómica de la lechuga

Cuadro N° 1. Clasificación taxonómica de la lechuga (*Lactuca sativa*)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Tribu:	Lactuceae
Género:	Lactuca
Especie:	L. sativa

Fuente: (proyectodehidroponia, 2010)

2.1. 3. Temperatura de la lechuga

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo se requieren temperaturas entre 11-18°C por el día y 5-8°C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 10°C por el día y 3-5°C por la noche.

Este cultivo soporta peor las elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30°C y como mínima temperaturas de hasta -6°C.

Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. (Lacarra, A.; y García, C. 2011.)

2.1.4. Características agronómicas de los cultivares de lechuga

Lechuga Romana: es una variedad de hojas grandes y alargadas, sin repollo, son de excelente sabor (60 días) y se la utiliza en ensaladas y decoración de platos especiales. De alta producción de hojas de color verde intenso, alargadas, ideal para zonas cálidas y soporta bien el manipuleo. (Morán, H. y Seed Company. 2005).

Green Salad Bowl: Roseta de tamaño mediano a grande de hojas profundamente lobuladas de color verde muy claro, la semilla es de color negro, tolerante al calor. La textura y el sabor son buenos. Su tiempo de maduración oscila entre 60-65 días. En el Ecuador esta variedad tiene una gran aceptación por parte de los consumidores. (Montesdeoca, N. 2009)

Lechuga Crespa: variedad de hojas finas encrespadas de excelente presentación, se utiliza para decorar platos especiales, ensaladas y consumo en general. De coloración morada verdosa, de hojas risadas y crepa. De

excelente rendimiento y de cosecha a los 72 días. (Morán, H. y Seed Company. 2005).

2.1.5. Plagas y enfermedades de la lechuga Hidropónica.

2.1.5.1. Los trips

Son una de las plagas más comunes de esta hortaliza. Estos son insectos que no tienen una presencia letal, pero pueden llegar a contagiar a otras plantas con su virus llamado "bronceado del tomate". Esta enfermedad lo que hace es matar de a poco las hojas hasta destruir la planta completamente. (eliminarplagas. 2014)

2.1.5.2. Los minadores

Son muy destructivos dado que comienzan creando varias galerías en el interior de cada hoja hasta debilitarlas al máximo. Por ello, es preciso que actúes químicamente con diversos productos tales como la abamectina. (eliminarplagas. 2014)

2.1.5.3. Los pulgones

Los cuales suelen ser bastante asiduos en diversos cultivos. Estos mismos insectos aparecen cuando la planta está ya crecida, aunque nunca deberás subestimar los daños que estos pueden llegar a ocasionar. (eliminarplagas. 2014)

2.1.5.4. El gusano gris

Es otro de los insectos que atacan a las lechugas y se posan básicamente en el cuello de la hortaliza. Puedes descubrir los mismos en la tierra alrededor de la planta. Para eliminarlo deberás aplicar un insecticida de suelo.

Por otro lado, las babosas y los caracoles morderán las hojas de la lechuga para alimentarse. (eliminarplagas. 2014)

2.1.5.5. Enfermedades

El aspecto de la planta también será fundamental, dado que cualquier tipo de alteraciones en cuanto a color y textura podrían indicar que una enfermedad está presente. Además, si aparecen manchas de color rojo, se podría decir que una antracnosis está vigente en la lechuga. (eliminarplagas. 2014)

Por otra parte, la botritis es una de las enfermedades más fáciles de detectar, dado que se presentan principalmente mediante manchas amarillas y moho gris. En los meses de otoño es importante que tengas cuidado con los hongos para no atraer al mildiu veloso. (eliminarplagas. 2014)

2.1.6. El sustrato

El sustrato es un material sólido e inerte, cuya principal función es contener las plantas, otra función adicional es también la de contener el agua y los nutrientes que requiere la planta para su desarrollo. (Bedoya, E. y Pacheco, M. 2013)

2.1.7. Hidroponía.

El término hidroponía tiene su origen en las palabras griegas “hidro” que significa agua y “ponos” que significa trabajo, es decir trabajo en agua. (Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (FAO-RLC) 2000), citado por (Córdova, R. 2005)

El cultivo de plantas en agua o solución nutritiva es hidroponía (hidro = agua, phonos = labor). Hoy en día la técnica de hidroponía cumple un papel muy importante en el desarrollo global de la agricultura. La presión por el incremento de la población, los cambios en el clima, la erosión del suelo, la falta y contaminación de las aguas, son algunos de los factores que han influenciado

la búsqueda de métodos alternos de producción de alimentos (Delfín 2001), citado por (Garzón, S. 2006).

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. (FAO-RLC 2000), citado por (Córdova, R. 2005).

Se denomina hidroponía al cultivo de las plantas sin tierra. Creando las condiciones que le son necesarias, a través de una solución de agua, a la que se le han disuelto sales minerales diversas. En este primer capítulo está dedicado a que usted conozca mejor lo que es en si la hidroponía y dándole primero información de los aspectos generales como son la reseña histórica. (Buenas tareas, 2010).

Esta técnica ofrece más ventajas para los agricultores porque no depende de las condiciones ambientales, se puede sembrar en cualquier época del año y las cosechas pueden tener mayor calidad nutricional. (Zárate, A. 2010).

Debido a que se pueden sembrar en cualquier época del año, porque no existe la limitante de agotamiento de suelo, falta de humedad, exceso de lluvia o condiciones de temperatura que puedan afectar, “todo el tiempo podemos estar cultivando”. Además, en el caso de las plantas alimenticias, la producción resulta de mejor calidad, porque frecuentemente se les pueden proporcionar los nutrimentos que requieren para que no presenten deficiencias y, en caso de ocurrir, inmediatamente se pueden corregir. (Zárate, A. 2010).

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), citado por (Garzón, S. 2006).

Con buen cuidado, se obtienen productos de mejor calidad en cuanto al aspecto físico: son frutos de mayor tamaño, coloración, sabor, y más sustanciales. Asimismo, se reduce el ciclo de las plantas en comparación con el cultivo tradicional. (Zárate, A. 2010).

2.1.8. Ventajas y desventajas del cultivo hidropónico

2.1.8.1. Ventajas.

- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológicos relacionados con enfermedades producidas por los hongos del suelo, lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- Reducen el costo de energía empleado en labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo de agua por kilogramo de producción obtenida.
- Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controlan más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- Admite la posibilidad de mecanizar y robotizar la producción.
- Permite aprovechar suelos o terrenos no adecuados para la agricultura tradicional.
- Crecimiento rápido y vigoroso de las plantas, ya que el agua así como los nutrientes están mejor balanceados y disponibles.
- Producción intensiva y escalonada, lo que permite mayor número de cosechas por año.
- Altos rendimientos en comparación con los sistemas de producción en suelo. (Nuez, 1999; Barrios, 2004; Barbados, 2005), citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011).

2.1.8.2. Desventajas.

- El costo inicial elevado por concepto de infraestructura e instalaciones que integran el sistema.
- Elevado consumo de energía eléctrica en épocas de invierno.
- Se requiere mano de obra calificada para las diferentes etapas en el proceso de producción.
- Problemas fitosanitarios por el uso de agua de riego de mala calidad.
- Contaminación de acuíferos por manejo inadecuado de agroquímicos.
- Riesgo a la salud humana por el manejo y la aplicación inadecuada de agroquímicos. (Nuez, 1999; Barrios, 2004; Barbados, 2005), citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011).

2.1.8.3. Impacto social

Los cultivos hidropónicos permitirán abastecer la demanda de alimentos a una población, independientemente de los cambios climáticos que pueden ocurrir y a la vez posibilita la relación entre consumidores y productores, logrando así superar las dificultades que aquejan a numerosas familias, la mayoría de las veces con necesidades básicas insatisfechas. (Dussel, 2002; Dorado, 2009), citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011).

Hoy en día la problemática económica, imposibilita el acceso de alimentos y se debe destacar que esta técnica permite cultivar en sitios y lugares no aptos, no producen ningún impacto negativo sobre el medio ambiente, los productos son de alta calidad, sanos y se con altos rendimientos. (Dussel, 2002; Dorado, 2009), citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011).

2.1.8.4. Elementos esenciales

A parte de la energía solar, el CO₂ y el agua, la planta requiere diversos elementos minerales que le son imprescindibles para su desarrollo. Es así, como en la literatura encontramos los “elementos o nutrientes esenciales”. Tres

de ellos (C, H, O₂) son aportados del aire y agua, los trece restantes provienen de sustancias que se adicionan al sustrato o al agua del medio, para lo cual se debe mantener en un nivel suficiente y en condiciones asimilables, para que las plantas los puedan absorber en las cantidades que lo requieran. Estas son: Nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, magnesio, hierro, cloro, cobre, manganeso, molibdeno, boro y zinc (Navarro y Navarro, 2003; Taiz y Zeiger, 2006), citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011).

2.1.8.5. Importancia económica

La producción mundial según la FAO en los años 2006, 2007 y 2008, osciló entre 15 y 17,5 millones de toneladas al año, destacando como gran productor China, con casi la mitad de la producción, seguida de Estados Unidos. España ocupa el tercer lugar superando el millón de toneladas. España e Italia son los máximos productores de la Unión Europea. (Gutierrez, M. 2014)

2.1.9. Solución nutritiva y humus líquido

Es la concentración de minerales en cantidades adecuadas, que se mezclan con el agua, para que las plantas absorban sus alimentos por medio de las raíces cuando están en los contenedores. Los minerales hacen que las plantas crezcan y desarrollen.

La solución nutritiva consiste de agua con oxígeno y todos los nutrientes en forma inorgánica. Eventualmente algunos compuestos orgánicos forman parte de la solución nutritiva, tal es el caso de varios quelatos de hierro y otros micronutrientes.

Cada especie vegetal que se cultiva en hidroponía requiere solución nutritiva con características muy específicas. Las principales características que influyen en el crecimiento, desarrollo y calidad de los cultivos y sus productos de importancia económica son la relación mutua de los cationes K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺, la relación mutua entre los aniones NO₃⁻, H₂PO₄⁻ y SO₄⁻², la concentración

de iones (representada por el potencial osmótico) y el pH. (Steiner, 1968; Lara Herrera, A.1998) citado por (Reyes, C. 2009)

La solución hidropónica La Molina que ésta fue formulada después de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. La primera fórmula se obtuvo en 1993 y hasta la fecha, se han hecho varias modificaciones para mejorarla.

Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad en las diferentes provincias del Perú.

En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B. La solución concentrada A contiene nitrógeno, fósforo, potasio y poco calcio; la solución concentrada B aporta magnesio, azufre, hierro, cloro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno. (Rodríguez, A.; Hoyos, M.; y Chang, M. 2001), citado por (Reyes, C. 2009)

Existen diversas fórmulas de soluciones nutritivas, dependen de los insumos, por la cual algunos emplean una solución única, otros soluciones A y B, y otros soluciones A, B y C. Para este caso se emplearán soluciones A, B y C.

Las soluciones **A** y **C** son macronutrientes, que aportan a la planta los nutrientes que consumen en mayor cantidad (N nitrógeno, P fósforo y K potasio). (Rosales, J. 2012)

La solución **B** aporta los elementos nutritivos que requiere en menor cantidad micronutrientes, para los procesos fisiológicos que harán crecer y producir a las plantas. (Rosales, J. 2012)

Humus líquido: Es un acondicionador orgánico líquido que se lo puede emplear como enmienda natural para suelos arenosos y arcillosos agotados, vía foliar actúa como estimulante y complejo nutricional, formulado en base de ácidos Húmicos y Fúlvicos provenientes de leonardita. (Nederagro S.A. 2012)

FORMULA DE LA SOLUCION NUTRITIVA

Cuadro N° 2. Formula de la solución nutritiva

Solución A:	
Nitrato de Potasio	545,5gr.
Ácido Fosfórico	100,0gr.
Solución B:	
Sulfato de Magnesio	220,0gr.
Fertilizante de Micronutrientes	12,0gr.
Quelato de Hierro	12,5gr.
Ácido Bórico	3,0gr.
Solución C:	
Nitrato de Calcio	700,0gr.

Fuente: (Rosales, J. 2012)

FORMULA DEL HUMUS LÍQUIDO

Cuadro N° 3. Composición de nutrientes del humus líquido

Ácidos Húmicos	17%
Ácidos Fúlvicos	10%
Nitrógeno (N)	8%
Fósforo (P)	2%
Potasio (K)	2%
Magnesio (Mg)	1%
Azufre (S)	1,50%
Hierro (Fe)	.0,25%
Manganeso (Mn)	.0,02%
Carbono (C)	52,50%
Oxigeno (O)	11,70%
Aminoácidos	17%
Proteínas	3,54%
Ph de Solución	9%

Fuente: (Nederagro, S.A. 2012)

2.1.9.1. Sistema de cultivo

Sistema NFT (Nutrient Film Technic): Técnica de lámina de nutrientes

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, 2000), citado por (Córdova, R. 2005).

El sistema consiste en recircular la solución por una serie de canales de Cloruro de Polivinilo (PVC) de un diámetro de 4 a 6 pulgadas, el agua junto con la solución nutritiva circula por medio de los tubos mediante una bomba, los tubos están apoyados sobre mesas o armazón, y tiene una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución, la que posteriormente es recolectada y almacenada en un tanque, la cual es recirculada nuevamente. (Dicta, 2002), citado por (Córdova, R. 2005)

Por los canales recorre una película de solución nutritiva de apenas 3 a 5 mm, además a esta técnica se le conoce como sistema de recirculación continua al ser un sistema cerrado, y es por esto que las raíces están en constante contacto con la solución, la que les proporciona oxígeno y nutrientes (Alvarado et al., 2001), citado por (Córdova, R. 2005).

2.1.9.2. Manejo del cultivo

El método de cultivo utilizado es de sistema hidropónico NFT, consiste en la circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, previamente se cortarían esponjitas cuadradas de 2,5cm de cada lado y de 2cm. de grosor, al que se le hizo un corte con tijera desde un costado hacia el centro, donde se colocó una plántula con la esponjita en un vaso pequeño descartable de 1 onza, al que se le creó un hoyo con un tubo caliente (debiendo quedar la raíz en la parte inferior) mismo que actuó como soporte mecánico, tanto para la parte aérea de la planta (hojas y tallos) como la parte subterránea (raíces).

Este sistema es muy utilizado en proyectos de hidroponía social en diferentes países latinoamericanos generalmente para producir cultivos de hojas como diversas variedades de lechuga, albahaca, apio, menta, hierbabuena, etc. (Cultivo de Lechugas Hidropónicas, 2013).

Se hace en un medio líquido que contiene agua y sales nutritivas en baja concentración (7 cm³ de solución nutritiva por cada 1 000 cm³ de agua). Este sistema es muy conveniente para el cultivo de albahaca, apio, berro, escarola y varios tipos de lechuga, con excelentes resultados en ahorro de tiempo y rendimientos por cada metro cuadrado cultivado. (Marulanda, C. 2003), citado por (Reyes, C. 2009)

Este sistema consiste en hacer recircular en forma permanente una película fina constituida por una determinada cantidad de solución nutritiva, la cual permitirá tanto la respiración de las raíces (al aportarles oxígeno), como la absorción de los nutrientes y del agua durante el periodo vegetativo de la planta. Esta película no deberá alcanzar una altura superior a los 5 o 7 centímetros desde la base del contenedor. (Samperio, G. 1997), citado por (Reyes, C. 2009)

Para lograr una buena producción es muy importante airear la solución nutritiva; esta se puede hacer inyectando aire con una compresora o manualmente utilizando las manos o algún batidor, por lo menos dos veces al día. Esta acción permite redistribuir los elementos nutritivos y oxigenar la solución. La presencia de raíces de color oscuro es un indicador de una mala oxigenación de la solución nutritiva y esto limita la absorción de agua y nutrientes, afectando el crecimiento y desarrollo de las plantas. (Cultivo de Lechugas Hidropónicas, 2013)

Los invernaderos son estructuras de diversas formas y tamaños que tienen la capacidad de generar condiciones de temperatura y humedad ideales para cultivar plantas durante el invierno, o en sectores donde las condiciones climáticas son muy adversas. (Innatia, 2015)

El frío, el viento, el calor excesivo y otras condiciones atmosféricas desfavorables son, junto con las plagas, los principales enemigos de las plantas y del huerto. Para salvaguardar los cultivos, a menudo se emplean distintos protectores de cristal o plástico. El plástico se utiliza en túneles, invernaderos, campanas y mallas. Si es transparente, deja pasar los rayos del sol y provoca un efecto invernadero. Si es negro, además de dar sombra acumula el calor. En zonas de fuertes vientos, como los jardines costeros, una opción muy natural es el empleo de setos como cortavientos, (Consumer, 2011)

La función principal de un invernadero, como explica Consumer, es proteger el proceso de crecimiento de las semillas y el cultivo de las especies más débiles. Además, sirve para resguardar a las plantas de maceta de los rigores climatológicos del invierno, ya que dentro de un invernadero la temperatura es más alta que en el exterior porque entra más energía de la que sale, sin necesidad de emplear calefacción para calentarlo. Cuando las heladas disminuyen y aumenta la temperatura del suelo en el exterior, se pueden trasplantar fuera, (Consumer, 2011).

Los invernaderos pueden estar adosados a la fachada de la casa o ser independientes. También es posible emplear invernaderos pequeños para acoplar a la repisa de una ventana y resguardar los ejemplares menores. Este último y el adosado actúan como colectores solares, aunque no suministran a las plantas tanta luz como un invernadero independiente, (Consumer, 2011).

2.1.10. Otras investigaciones relacionadas

Sistema de raíz flotante

Los cultivos hidropónicos son una alternativa de producción de hortalizas, entre otros productos, los que tienen algunas diferencias con el cultivo convencional, como la ausencia de suelo, menor uso de pesticidas, mayor eficiencia de los fertilizantes, al aplicar las cantidades solamente necesarias. Además, se tiene la opción del sistema recirculante, que permite la reutilización de la solución aprovechando al máximo los nutrientes, teniendo también una mayor eficiencia en el uso del agua.

Sin embargo, al existir un constante movimiento del agua, se requiere que ésta sea en forma mecánica o manual, en donde en la primera se requieren de sistemas de cañerías y bombas, o un sistema de movimiento de agua por gravedad, y en la segunda, una demanda mayor de mano de obra. En la forma mecánica existen altos costos y en la forma manual una alta demanda de mano de obra, que depende de la magnitud de la producción.

Agregando a todo lo anterior, se debe contar con la infraestructura necesaria para la producción así como también de los insumos requeridos para la producción, con lo que con todo lo anterior se hace bastante alta la inversión de este tipo de sistemas, pero con un buen estudio de mercado es posible llevarlo a cabo, debido a que son productos que tienen un mayor precio en el mercado, con lo que la inversión se recupera a corto o mediano plazo, dependiendo de la magnitud.

Los productos, pueden obtener una buena aceptación por parte del consumidor, debido a que son diferentes desde su manejo en producción, considerando la ausencia de suelo, bajo uso de pesticidas, solo uso de agua, hasta el producto final con sus características organolépticas, en donde se puede consumir todo el producto, y además posee una percepción diferente al consumirla.

En las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, existe una demanda insatisfecha de lechugas hidropónicas, entonces se abre una buena oportunidad de mercado por lo cual la producción de lechugas hidropónicas en la comuna de Calbuco, a pesar de tener un elevado costo inicial y costos de producción, resulta ser técnica y económicamente factible, por lo tanto representa una posibilidad viable de inversión. (Córdova, R. 2005)

Sistema NFT

Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga bajo el sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponía con dos soluciones de nutrientes. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 25 p.

En Zamorano se han experimentado soluciones nutritivas de hidroponía para adaptación y crecimiento de lechuga, es así como surge encontrar la mejor solución para la etapa final de este cultivo en el sistema hidropónico NFT (Nutrient Film Technique). Los objetivos fueron evaluar los rendimientos de tres variedades de lechuga (Verónica, Vulcan y Parris) cultivadas en el sistema hidropónico NFT, con dos soluciones nutritivas en la etapa final. El sistema NFT posee canales de PVC que están apoyados sobre una estructura de aluminio que los sostienen (mesas), con dimensiones variables de largo y ancho, son ocho mesas instaladas, para una capacidad de 1470 plantas. Estas tienen una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución nutritiva; también el sistema posee cuatro tanques con una capacidad de 378 L cada uno (un tanque para dos mesas). La producción en el sistema hidropónico se realizó en tres etapas: adaptación, crecimiento y etapa final, en el cual se evaluaron dos soluciones: Solución 1 con una concentración de nutrientes (N=143, P=27, K=159, Ca=39, Mg=16, Cu=0.02, Fe=3,75, Mn=0.38, Zn=0.38, B=0.38 ppm) y Solución 2 (N=190, P=36, K=212, Ca=53, Mg=21, Cu=0.02, Fe=5, Mn=0.5 Zn=0.5 B=0.5 ppm). La siembra de lechuga se realizó en medio Sunshine mix®, el 1 de junio de 2006, 15 días después fueron transplantadas al sistema hidropónico con solución adaptación, siete días después se cambió

a la solución crecimiento y siete días después se cambió a la solución 1 (final) y solución 2 (final), las que fueron alternadas en el sistema hidropónico, dos tanques con solución 1 y dos tanques con solución 2. Se cosechó a los 36 DDT (Días Después de Transplante), la temperatura promedio fue de 28°C y la radiación promedio día fue 230 W/m²/día. Se utilizó un diseño de BCA (bloques completamente al azar). La variedad Parris obtuvo mayor rendimiento en peso (167 g/planta) con la solución 2, Vulcan y Verónica obtuvieron pesos muy bajos (72 g/planta y 52 g/planta) con las dos soluciones nutritivas. Se analizó cada solución en el laboratorio y se comprobó que las soluciones reales fueron menos de lo etiquetado, la solución 1 correspondió a N=72, P=15, K=70, Ca=42, Mg=10, Cu=1.4, Fe=2.9, Mn=3.1 Zn=1.3 y B=0.8 ppm y la solución 2 correspondió a N=89, P=26, K=125, Ca=31, Mg=13, Cu=1.1, Fe=2.3, Mn=2.5 Zn=1 y B=0.9 ppm. Con la solución 2, el consumo hídrico promedio fue de 5.7 L/planta/ciclo y el consumo de nutriente (kg/t) fue: N=4.05, P=0.60, K=3.11, Ca=0.97, S=0.45, Mg=0.41, Cu=0.05, Fe=0.02, Mn=0.07, Zn=0.04 y B=0.002.

Palabras clave: Consumo de nutrientes, consumo hídrico, etapas de cultivo, Lactuca sativa. (Garzón, S. 2006)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Materiales y Métodos

3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se la realizó en la Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo de los Colorados, Parroquia Chigüilpe, en el sector de la vivienda fiscal del Batallón Montufar, Vía a Quito Km 8, cuyas coordenadas geográficas son, 0°16'24" latitud Sur y 79°0,5'55" de longitud Oeste, a una altura de 656msnm. La duración fue de 120 días.

3.2. Condiciones meteorológicas

Las condiciones meteorológicas del lugar donde se realizó la investigación se puede ver en el cuadro 4.

CUADRO 4: Datos meteorológicos del lugar donde se realizó la investigación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). En Santo Domingo

Parámetros	Promedios
Altitud m.s.n.m.	656
Temperatura (°C)	24
Humedad (%)	154
Precipitación mm/año	3100
Heliofania (horas/luz/mes)	69
Topografía	Regular
Formación ecológica	Trópico - Húmedo

Fuente: Estación agro meteorológica de INAMHI, ubicada en la estación experimental en el Cantón la Concordia INIAP 2014

3.3. Materiales y equipos

CUADRO 5: Los materiales utilizados en esta investigación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo son:

Descripción	Cantidad
Solución nutritiva A en	32,25
Solución nutritiva B en	31,00
Solución nutritiva C en	35,00
Humus liquido	0,25
Bandejas germinadoras	3,00
semillas de lechuga	300,00
Vasos plásticos de 1 onza	160,00
Esponja 2cm	0,50
Sarán en m.	30,00
Caña guadúa	12,00
Manguera de 1/2" en m.	25,00
Tubo de PVC de 3" de 6m.	6,00
Tapón de tubo PVC de 3"	32,00
Extención de cable eléctrico	30,00
Escavadora	2,00
Baldes de 20l.	8,00
Bomba Agua 1/2 HP	4,00
Mano de Obra	2,00

3.4. Factores en estudio

3.4.1. Soluciones nutritivas usadas en la investigación

En esta investigación se estudió las Soluciones Nutritivas con tres diferentes concentraciones

3.5. Tratamientos

CUADRO 6: Esta investigación se realizó con los siguientes tratamientos:

TRATAMIENTO	PRODUCTOS
Tratamiento 1	Solución nutritiva A y C (5cc/litro de agua) y B (2cc/litro de agua) al 50%
Tratamiento 2	Solución nutritiva A y C (5cc/litro de agua) y B (2cc/litro de agua) al 75%
Tratamiento 3	Solución nutritiva A y C (5cc/litro de agua) y B (2cc/litro de agua) al 100%
Tratamiento 4	Humus liquido (5 cc/litro de agua) Testigo

3.6. Diseño experimental

En la presente investigación se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, para analizar la media se aplicaron la prueba de rangos múltiples de Duncan al 95% de probabilidad

CUADRO 7. Análisis de varianza en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

FV			GL
Tratamientos	T-1	(4-1)	3
Error	T(R-1)	4(4-1)	12
Total	TxR-1	4x4-1	15

3.7. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 10 plantas de lechuga en cada repetición, dando en total por cada tratamiento de cuarenta plantas, con un total de 160 unidades por experimento.

CUADRO 8. Unidades experimentales en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Tratamiento	UE	Repeticiones	# total de plantas
1	10	4	40
2	10	4	40
3	10	4	40
4	10	4	40
Total			160

UE: Unidad experimental

3.8. Variables evaluadas

3.8.1. Porcentaje de germinación

Se utilizaron 3 sobres de semillas de lechuga y se colocaron en bandejas germinadoras y se evaluó la viabilidad que tienen las semillas.

3.8.2. Longitud de la raíz

Se realizó la medición con una regla desde la parte basal hasta el ápice de la raíz, se escogieron las 10 plantas de cada repetición y los datos fueron expresados en cm.

3.8.3. Altura de la planta

Se procedió a la medición con una regla, desde la parte media del sostén hasta el ápice de la hoja central de la planta, se escogieron las 10 plantas de cada repetición y los datos fueron expresados en cm.

3.8.4. Número de hojas

Se contabilizaron el número de hojas de las 10 plantas de cada repetición

3.8.5. Longitud de la hoja

La medición de las hojas se la realizó eligiendo 3 hojas por planta y se midió desde la parte envainadora hasta el término de la misma, los datos fueron expresados en cm., y se sacó un promedio para la evaluación.

3.8.6. Peso de la planta

Se les registró el peso de las 10 plantas de cada repetición, los datos fueron expresados en gramos, y se sacó un promedio para la evaluación.

3.9. Manejo del experimento

Se realizó el manejo del experimento de la siguiente manera.

3.9.1. Construcción del invernadero

Se utilizaron 12 cañas guaduas largas de 6m aproximadamente, dentro del área de la investigación seis cañas de 2½m a los costados, tres cañas de 3m en la parte del medio y tres cañas de 5m en la parte superior, sobre la cubierta se colocaron tiras de caña guadua, plástico de invernadero 42m² y a los costados el sarán de 30m todos estos materiales fueron sujetos con piolas y clavos.

3.9.2 Construcción de los soportes

De la parte superior de las ramas de las cañas guaduas se sacaron los 4 soportes de 1,60 m de alto por 0,40m de ancho, en los cuales se apoyaron los 4 tubos de PVC en los que se colocaron las plantas.

3.9.3. Preparación de sustrato

La preparación de sustrato se lo hizo con arena de río al 60% y cascara de arroz semi descompuesta al 40%, la arena se la lavó con agua y una mínima cantidad de cloro, para luego enjuagarla solo con agua de cuatro a cinco veces en recipientes grandes, para eliminar toda clase de impureza. (Solo para germinación de la semilla).

3.9.4. Preparación de los semilleros

El semillero se lo realizó en bandejas germinadoras, para lo cual se utilizó como sustrato la arena de río y la cáscara de arroz semi descompuesta, donde las plántulas permanecieron en el semillero hasta que alcancen tres hojas verdaderas para luego ser trasplantadas al sitio definitivo en los tubos de PVC.

3.9.4.1. Siembra en las bandejas

Se inició colocando el sustrato previamente humedecido, con una semilla en cada alveolo en las tres bandejas germinadoras, cada bandeja con una variedad diferente de lechuga (romana, salad y crespá).

3.9.5. Dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron

La preparación de las soluciones nutritivas se la realizó de la siguiente manera.

Solución A: en un balde plástico con 3 litros de H₂O se añadió el primer componente Nitrato de Potasio 545g., removiendo con un tubo plástico, luego se añadió el segundo componente Ácido Fosfórico 100cc., se le agitó con el tubo plástico y aforando con 2 litros de H₂O.

Solución B: En un balde plástico con 1 litro de H₂O se añadió el primer componente Sulfato de Magnesio 220g, removiendo con un tubo plástico, luego se añadió el segundo componente Fertilizante de Micronutrientes 12g., luego el tercer componente Quelato de Hierro 12,5g., y por último el cuarto componente Ácido Bórico 3g., agitándolo con el tubo plástico y añadiendo 1 litro de H₂O.

Solución C: En un balde plástico con 3 litros de H₂O se añadió el componente Nitrato de Calcio 700g, removiendo con un tubo plástico y agregando 2 litros de H₂O.

Las dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron en este experimento fueron para la etapa de almácigos al 50% (mitad de la solución por litro de agua). Luego del trasplante se usaron las soluciones nutritivas de acuerdo a cada tratamiento (50%, 75% y 100%).

3.9.6. Riego

El sistema de riego que se empleó en esta investigación es el de circulación constante de una lámina fina de solución nutritiva a través de las raíces, el agua utilizada fue potable.

3.9.7. Trasplante

Se trasplantó al sistema NFT (técnica lámina de nutrientes) a los 20 días, a las plántulas se les quitó el sustrato dejando las raíces limpias, se les colocó una esponjita en la parte basal, luego de esto se las puso en vasos plásticos de una onza, a los que se les hizo un hoyo con un tubo caliente, dejando libre las raíces para que entren en contacto con las sustancias nutritivas.

3.9.8.- Manejo de plagas y enfermedades

Se revisaron los cultivos todos los días en horas de la mañana y en horas de la tarde para ver la presencia de insectos, ya que cuando sale el sol la temperatura aumenta y los insectos se esconden para protegerse del calor.

Se realizaron controles preventivos a fin de evitar la presencia de plagas que pudieran afectar al cultivo los cuales se detallan a continuación:

- Se controló la presencia de caracoles y babosas regando sal en grano alrededor de la investigación.
- Se hizo control preventivo de insectos utilizando extracto de olores fuertes preparado con 4 onzas de: ají, ajo y azufre, los cuales fueron mezclados, licuados en 250ml de agua y después colados sacando el extracto, utilizando 5ml del extracto en 1L de agua.
- Se colocaron banderas plásticas de color amarillo impregnadas de aceite de cocina, el color amarillo atrae a los insectos y estos se quedan pegados en la lámina plástica. .

3.9.9. Cosecha

La recolección del fruto se la realizó de forma manual cuando estos alcanzaron su madurez fisiológica y haber estado acta para el consumo.

3.10. Análisis económico

Para efectuar el análisis económico se manejó la relación beneficio/costo, para lo cual se consideró:

3.10.1. Ingreso bruto por tratamiento

Este rubro se trató con los valores totales en la etapa de investigación para lo cual se planteó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{IB = Y \times PY}$$

IB= ingreso bruto

Y= producto

PY= precio del producto

3.10.2. Costos totales por tratamiento

Se estableció mediante la suma de los costos fijos y variables, empleando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{CT = CF + CV}$$

CT = Costos totales

CF = Costos fijos

CV = Costos variables

3.10.3. Beneficio neto (BN)

Se estableció mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

$$\mathbf{BN = IB - CT}$$

BN= beneficio neto

IB= ingreso bruto

CT= costos totales

3.10.4. Relación Beneficio Costo

$$R B/C = BN/ CT$$

R B/C = relación beneficio costo

BN = beneficio neto

CT = costos totales

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Resultados y Discusión

A continuación los resultados obtenidos del experimento realizado

4.1.1. Porcentaje de germinación

CUADRO 9 El porcentaje de germinación en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Tratamientos	Porcentajes (%)
Tratamiento 1	91
Tratamiento 2	87
Tratamiento 3	74
Tratamiento 4	91
TOTAL	92

Para sacar el porcentaje de germinación se sembró las 3 variedades de semillas de lechuga para cada uno de los tratamientos, utilizando arena de río y cáscara de arroz, a los 4 días comenzaron a germinar, obteniendo un porcentaje de germinación: 91% para el tratamiento T1 y T4, 87% para el tratamiento T2, y el 74% para el tratamiento T3.

En la germinación concuerda con (Marulanda, 2003), citado por (Cordova, R. 2005) quien manifiesta el almácigo no es otra cosa que un pequeño espacio al que le damos condiciones adecuadas (óptimas) para garantizar la germinación de las semillas y el crecimiento inicial de las plántulas, además de tener un cuidado inicial especial para que no existan problemas en el desarrollo de las plantas.

4.1.2. Longitud de la raíz (cm)

CUADRO 10 La longitud de raíz por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Tratamiento	Promedio
1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H ₂ O) + B (2cc/l. de H ₂ O) al 50%	8,95 B
2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) + B (2cc/l de H ₂ O) al 75%	9,08 B
3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) + B (2cc/l de H ₂ O) al 100%	9,93 A
4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H ₂ O) Testigo	6,08 C
Media	8,51
Cv%	1,49

Letras iguales no presenta diferencia estadística según Duncan al 95% de probabilidad

La longitud promedio de raíz, según la prueba de Duncan al 95%, de probabilidad, se determinó que no tiene significancia estadística entre el tratamiento, T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) y B (2cc/l. de H₂O) al 50% y T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) y B (2cc/l de H₂O) al 75%, cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 8.95 y 9.08 respetivamente (cuadro 10).

El tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% si tiene significancia estadística con los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% y T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 9.93, 8.95, 9.08 y 6.08 respetivamente (cuadro 10).

El tratamiento T4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H₂O) Testigo también tiene significancia estadística en los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% y T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 6.08, 8.95, 9.08 y 9.93, respetivamente (cuadro 10).

De acuerdo a lo observado en la variable longitud de raíz, el oxígeno disuelto en la solución nutritiva es indispensable en el sistema radicular de la planta, lo cual se concuerda con (Morgan, L. 2001) citado por (Córdova, R. 2005) quien manifiesta el requerimiento de oxígeno por la planta se conoce desde 1968 y algunos estudios fueron escritos en la década de los 20's (*Clements, 1921*). Sin embargo, no fue hasta el desarrollo de los sistemas hidropónicos comerciales, en particular el NFT (técnica lámina de nutrientes), que se hicieron observaciones detalladas sobre el efecto del oxígeno disuelto en la solución, el cual se provee a las plantas con los nutrientes y el agua. El sistema radicular requiere oxígeno para la respiración aeróbica, un proceso esencial que libera la energía requerida para el crecimiento radicular.

4.1.3. Altura de la planta (cm)

CUADRO 11 La altura de planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Tratamiento	Promedio
1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H ₂ O) y B (2cc/l. de H ₂ O) al 50%	22,30 b
2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 75%	36,93 a
3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 100%	21,18 b
4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H ₂ O) – Testigo	17,43 c
Media	24,46
Cv%	3,20

Letras iguales no presenta diferencia estadística según Duncan al 95% de probabilidad

El promedio de altura de planta, según la prueba de Duncan al 95%, de probabilidad, se determinó que no tiene significancia estadística entre el tratamiento, T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50% y T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 22.30 y 21.18 respetivamente (cuadro 11).

El tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% si tiene significancia estadística con los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% y el T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, cuyos promedios oscilan a los 65 días de 36.93, 22.30, 21.18 y 17.43 respetivamente (cuadro 11).

El tratamiento T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, también tiene significancia estadística con los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad

Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% y T3
 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 17.43, 22.30, 36.93 y 21.18 respectivamente (cuadro 11).

En esta variable de altura de planta se intuye, el nitrógeno que se encuentra en la solución nutritiva ayuda al desarrollo de la planta, en este caso la altura depende de acuerdo a la variedad de lechuga, lo cual se discrepa con (Navarro y Navarro, 2003; Taiz y Zeiger, 2006) citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011), quien manifiesta es el fertilizante que más influye en el crecimiento y rendimiento de las plantas, es constituyente de aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos, también forma parte de la molécula de clorofila. Una adecuada cantidad de nitrógeno produce un rápido crecimiento y de un color verde oscuro, lo que es una señal de la fuerte actividad fotosintética de la planta.

4.1.4. Numero de hojas

CUADRO 12. El número de hojas por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Tratamiento	Promedio
1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H ₂ O) y B (2cc/l. de H ₂ O) al 50%	12,50 C
2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 75%	13,75 B
3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 100%	20,50 A
4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H ₂ O) - Testigo	10,50 D
Media	14,31
Cv%	6,30

Letras diferentes si presenta diferencia estadística según Duncan al 95% de probabilidad

El número promedio de hojas, según la prueba de Duncan al 95%, de probabilidad, se determinó si tienen significancia estadística entre todos los tratamientos, T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% y T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 12.50, 13.75, 20.50 y 10.50 respectivamente (cuadro 12).

Según lo observado en la variable número de hojas por planta se puede determinar que la aplicación del T3 Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% dio mayor número de hojas, lo que se concuerda con (Haifa, 2009), quien manifiesta el nitrato de potasio es una fuente de potasio única por su valor nutricional y su contribución a la sanidad y rendimiento de las plantas. El nitrato de potasio ofrece las características químicas y físicas deseables, alineadas con las calidades ambientales requeridas. El nitrato de potasio supera a otros fertilizantes potásicos en todos los tipos de cultivo. El nitrato de potasio incrementa los rendimientos y mejora la calidad de hortalizas, cultivos, flores, frutales y frutales de nuez. El nitrato de potasio es una fuente ideal de N y K para una óptima nutrición vegetal. Está disponible en una gran variedad de compuestos y formulaciones, adaptándose a los requisitos y a los ambientes específicos de crecimiento de los cultivos de la cosecha.

4.1.5. Longitud de la hoja (cm)

CUADRO 13. La longitud de hoja por planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Tratamiento	Promedio
1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H ₂ O) y B (2cc/l. de H ₂ O) al 50%	15,75 b
2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 75%	18,73 a
3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 100%	15,55 b
4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H ₂ O) - Testigo	9,98 c
Media	15,00
Cv%	3,23

Letras iguales no presenta diferencia estadística según Duncan al 95% de probabilidad

El promedio de longitud de hoja, según la prueba de Duncan al 95%, de probabilidad, se determinó que no tiene significancia estadística entre el tratamiento, T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50% y T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 15.75 y 15.55 respetivamente (cuadro 13).

El tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% si tiene significancia estadística con los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% y el T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, cuyos promedios oscilan a los 65 días de 18.73, 15.75, 15.55 y 9.98 respetivamente (cuadro 13).

El tratamiento T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, también tiene significancia estadística con los tratamientos T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% y T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 9.98, 15.75, 18.73 y 15.55 respectivamente (cuadro 13).

De acuerdo a lo observado en esta variable longitud de hoja, se puede establecer que la aplicación del T2 Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75% dio mejor resultado que en los otros tratamientos, en este caso la longitud depende de acuerdo a la variedad de lechuga, lo cual se discrepa con (Haifa, 2009), quien manifiesta el nitrato de potasio es una fuente de potasio única por su valor nutricional y su contribución a la sanidad y rendimiento de las plantas. El nitrato de potasio ofrece las características químicas y físicas deseables, alineadas con las calidades ambientales requeridas. El nitrato de potasio supera a otros fertilizantes potásicos en todos los tipos de cultivo. El nitrato de potasio incrementa los rendimientos y mejora la calidad de hortalizas, cultivos, flores, frutales y frutales de nuez. El nitrato de potasio es una fuente ideal de N y K para una óptima nutrición vegetal. Está disponible en una gran variedad de compuestos y formulaciones, adaptándose a los requisitos y a los ambientes específicos de crecimiento de los cultivos de la cosecha.

4.1.6. Peso de planta (g)

CUADRO 14 El peso de planta en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Tratamiento peso planta	Promedio
1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H ₂ O) y B (2cc/l. de H ₂ O) al 50%	62,75 C
2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 75%	76,00 B
3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H ₂ O) y B (2cc/l de H ₂ O) al 100%	179,50 A
4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H ₂ O) - Testigo	15,50 D
Media	83,44
Cv%	3,40

Letras diferentes si presenta diferencia estadística según Duncan al 95% de probabilidad.

El peso promedio de planta, según la prueba de Duncan al 95%, de probabilidad, se determinó si tienen significancia estadística entre todos los tratamientos, T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% y T4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H₂O) Testigo cuyos promedios fluctúan a los 65 días de 62.75, 76.00, 179.50 y 15.50 respetivamente (cuadro 14).

En esta variable de peso de planta se puede establecer que la aplicación del T3 Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% dio mejor resultado, lo que concuerda con (Navarro y Navarro, 2003; Taiz y Zeiger, 2006) citado por (Lacarra, A.; y García, C. 2011), quien manifiesta, el Potasio es activador de muchas enzimas esenciales en fotosíntesis y respiración, activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas, favorece la formación de hidratos de carbono, aumenta el peso de granos y frutos, haciéndolos más ricos en azúcar y zumo, mejorando su conservación,

favorece la formación de raíces, y las plantas resisten mejor la sequía, es un elemento de equilibrio y sanidad, aportando mayor resistencia a las heladas, a las plagas y a las enfermedades.

4.1.11. Análisis económico

CUADRO 15. Análisis económico en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo

Concepto	unidad	cantidad	precio	Tratamientos				total
				T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	
Solución nutritiva A en	g.	32,25	2,400	0,6	0,8	1	0	2,40
Solución nutritiva B en	g.	31,00	4,000	0,9	1,3	1,8	0	4,00
Solución nutritiva C en	g.	35,00	0,600	0,15	0,2	0,25	0	0,60
(Humus liquido)	l.	0,25	1,000	0	0	0	1	1,00
Bandejas germinadoras	u	3,00	0,250	0,18	0,18	0,18	0,18	0,72
semillas de lechuga	u.	300,00	0,002	0,15	0,15	0,15	0,15	0,60
Vasos plásticos de 1 onza	u.	160,00	0,010	0,4	0,4	0,4	0,4	1,60
Esponja 2cm	m.	0,50	1,000	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
Sarán en m.	m.	30,00	0,300	0,37	0,37	0,37	0,37	1,48
Caña guadúa	u.	12,00	1,000	0,25	0,25	0,25	0,25	1,00
Manguera de 1/2" en m.	m.	25,00	0,160	0,08	0,08	0,08	0,08	0,32
Tubo de PVC de 3" de 6m.	u.	6,00	9,000	1,12	1,12	1,12	1,12	4,48
Tapón de tubo PVC de 3"	u.	32,00	0,400	0,26	0,26	0,26	0,26	1,04
Extención de cable eléctrico	u.	30,00	0,700	0,43	0,43	0,43	0,43	1,72
Escavadora	días	2,00	0,060	0,03	0,03	0,03	0,03	0,12
Baldes de 20l.	u.	8,00	2,000	0,33	0,33	0,33	0,33	1,32
Bomba Agua 1/2 HP	u.	4,00	25,000	2,08	2,08	2,08	2,08	8,32
Mano de Obra	jornal	2,00	12,500	6,25	6,25	6,25	6,25	25,00
costo total	U\$D			13,83	14,48	15,23	13,18	56,72
ingreso total	U\$D			14,00	20,00	32,00	4,00	70,00
Utilidad	U\$D			0,17	5,52	16,77	-9,18	13,28
rentabilidad				0,01	0,38	1,10	-0,70	0,23
costo de producción				0,35	0,36	0,38	0,33	0,35

El análisis económico en el cuadro 15 se demuestra que el costo total del experimento fue de \$56.72 de los cuales el tratamiento T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, tuvo el menor costo total con \$13.18, seguido del tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, con un costo de \$13.83, luego está el tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con un costo total de \$14.48, y el tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, el cual tuvo el mayor costo total con un valor de \$ 15.23.

El ingreso total de los 4 tratamientos es \$70.00 del cual el menor ingreso de los tratamientos fue el T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, con un precio por fruto de \$0.10 haciendo un total de \$4.00, le siguió el tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, con un ingreso de \$14.00, seguido del tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con un ingreso de \$20.00, con mayor ingreso fue el tratamientos T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, con un precio por fruto de \$0.80 haciendo un total de \$32.00, en las 40 plantas del tratamiento T3 (cuadro 15).

El tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% tiene la mejor utilidad \$16.77, seguido del tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con utilidad de \$5.52, luego está el tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, con un valor de utilidad de \$0.17 y por último con menor utilidad está el tratamiento T4 Romana Parris: Humus líquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, con un déficit - \$9.18, logrando un total de utilidad entre los cuatro tratamientos de \$13.28 (cuadro 15).

La mayor rentabilidad fue para el tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, con un valor de

\$1.10, luego le sigue el tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con \$0.38, el tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, con \$0.01 y por último el tratamiento T4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, con un déficit de - \$0.70.

El costo de producción de todo el experimento proporcionó como promedio de \$0.35 lo cual implica que el tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, con un costo de producción de \$0.38, fue el de mayor costo por unidad, seguido por el tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con costo de producción de \$0.36, de igual forma el tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, obtuvo un costo de producción de \$0.35, por último el tratamiento T4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, con un costo de producción de \$0.33 fue el de menor costo por unidad (Cuadro 15).

Se descartan las hipótesis planteadas que dicen, “mediante la aplicación de soluciones nutritivas al 75%, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico se obtendrá mejor producción” y “al aplicar soluciones nutritivas al 75%, en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) en sistema hidropónico se obtendrá una mejor rentabilidad”, por motivo de que el mejor tratamiento fue el T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, con una mejor producción y rentabilidad

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Habiendo obtenido los resultados en la investigación realizada sobre las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*). en Santo Domingo, se llegaron a las siguientes conclusiones:

Los diferentes porcentajes (50%, 75% y 100%) de Solución Nutritiva que se aplicaron en los tratamientos, en las tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), influyó en el número de hojas por planta

El tratamiento T3 (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 100%), obtuvo excelentes resultados al momento de medir las variables con mejor peso, mayor número de hojas y más largo de raíz al momento de la cosecha, seguido del tratamiento T2 (Solución nutritiva A y C (5cc/ L H₂O) + B (2cc/ L H₂O) al 75%)

El mayor costo total lo obtuvo el tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, con un valor de \$ 15.23, seguido del tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%, con un costo total de \$14.48, luego el tratamiento T1 Romana Parris: Solución nutritiva A y C (5cc/l. de H₂O) + B (2cc/l. de H₂O) al 50%, con un costo de \$13.83 y el tratamiento que menor costo tuvo fue el tratamiento T4 Romana Parris: Humus liquido (5 cc/l de H₂O) Testigo, con \$13.18.

Mejor ingreso, más utilidad, mayor rentabilidad lo obtuvo el tratamiento T3 Crespa Roja: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100%, seguido del tratamiento T2 Salad Bowl: Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 75%.

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones alcanzadas en la investigación realizada se recomienda lo siguiente:

Utilizar la Solución nutritiva A y C (5cc/l de H₂O) + B (2cc/l de H₂O) al 100% con otras variedades de lechuga.

Realizar investigaciones de la producción de lechuga hidropónica con otras Soluciones Nutritivas en diferentes climas.

Realizar controles preventivos a fin de evitar la presencia de plagas que pudieran afectar al cultivo y a la economía del productor.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

6.1. Literatura citada

Agrolanzarote. 2012. Fichas técnicas de cultivos de Lanzarote, fuente consultado julio del 2014, disponible en http://www.agrolanzarote.com/sites/default/files/Agrolanzarote/02Productos/documentos/ficha_tecnica_del_cultivo_de_lechuga.pdf

Bedoya, E.; Pacheco, M. 2013. Curso de hidroponía. Universidad “José Carlos Mariategui”, fuente consultado septiembre 2014, disponible en: http://www.ujcm.edu.pe/bv/links/cur_agronomica/Hidroponia.pdf.

Buenas tareas. 2010. Megacurso multimedia de hidroponía, fuente consultado diciembre 2014, disponible en: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Hidroponia /1262034.html>

Consumer. 2011. Un invernadero, para proteger nuestras plantas del frío y el calor, fuente consultado enero del 2015, disponible en <http://www.20minutos.es/noticia/1033934/0/invernadero/consejos/construcción/>

Cordova, R. 2005. Evaluación técnica y económica de la producción de lechugas hidropónicas bajo invernadero en la Comuna de Calbuco, X Región, Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Chile. 50p.

Cultivo de Lechugas Hidropónicas, 2013. Proyecto de cultivo de lechugas hidropónicas, fuente consultado diciembre del 2014, disponible en <http://cultivolechugashidroponicas.blogspot.com/2013/12/proyecto-de-cultivo-de-lechugas.html>

Eliminar plagas, 2014. Plagas y enfermedades de la lechuga, fuente consultado junio del 2014, disponible en http://www.eliminarplagas.com/eliminar_plagas/eliminacion_plagas/plagas_enfermedades_lechu.html

- Garzón, S. 2006. Evaluación del rendimiento de tres variedades de lechuga bajo el sistema NFT (Nutrient Film Technique) de hidroponía con dos soluciones de nutrientes. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras, 25 p.
- Haifa, 2009. Resumen de características & beneficios del nitrato de potasio, fuente consultado marzo 2015, disponible en: <http://www.kno3.org/product-features-a-benefits/potassium-nitrate-product-features-and-benefits-overview#up>
- Horticulturaefectiva. 2011. Origen de la lechuga, fuente consultado octubre 2014 disponible en: <http://www.horticulturaefectiva.net/2011/10/la-lechuga-y-su-origen.html>
- Infoagro. 2010. El cultivo de la lechuga, fuente consultado octubre del 2014, disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>
- Iniap. 2014. Estación Agro Meteorológica de INAMI II. Ubicada en la Estación Experimental en el Cantón la Concordia.
- Innatia. 2015. Huerta orgánica, que es un invernadero, fuente consultado febrero 2015, disponible en: <http://www.innatia.com/s/c-huerta-organica/a-que-es-un-invernadero.html>
- Lacarra, A.; y García, C. 2011. Validación de cinco sistemas hidropónicos para la producción de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) y lechuga (*Lactuca sativa* L.) en invernadero. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Veracruz. México. 51p.
- Montesdeoca, N. 2009. Caracterización física, química y funcional de la lechuga rizada (*Lactuca sativa* variedad crispera), para la creación de una norma técnica ecuatoriana, por parte del Instituto Ecuatoriano de

Normalización, 2008. Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería en Industrialización de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Ecuador. 206p.

Moran, H. y Seed Company 2005. Catálogo de semillas.

Nederagro, S.A. 2012. Humus Ca-B 27%. Líquido soluble, que contiene ácidos húmicos 17% y Fúlvicos 10%, enriquecidos con macro-micro elementos y aminoácidos para uso foliar o radicular en todo tipo de cultivo, ayuda a mejorar la estructura del suelo a la vez que proporciona Calcio y Boro a la solución del suelo, elementos indispensables para la buena fructificación de cualquier cultivo.

Proyectedehidroponia, 2010. Proyecto de hidroponía 1a: Pretest : D, fuente consultado diciembre 2014, disponible en: <http://proyectedehidroponia1a.blogspot.com/2010/02/pretest-d.html>

Reyes, C. 2009. Evaluación de híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía aplicando bioestimulante jisamar en el Cantón La Libertad. Facultad de Ciencias Agrarias Escuela de Ingeniería Agronómica. Universidad Estatal Península de Santa Elena. Ecuador. 103p.

Todohidroponico, 2007. El Cultivo Hidropónico de la Lechuga, fuente consultado julio 2014, disponible en: <http://todohidroponico.com/2007/09/el-cultivo-hidroponico-de-la-lechuga.html#sthash.8Cm0Uk6l.dpuf>

Zárate, A. 2010. La hidroponía podría resolver escasez de alimentos. UNAN. Especialista del Jardín Botánico. México. 3p.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Anexos

Anexo. 1 Análisis de varianza para la variable de longitud de raíz por planta a los 65 días en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Fc 5%	Fc 1%
Tratamiento	3	33,7769	11,2590	701,857	3,49	5,95
Error	12	0,193	0,0160			
Total	15	33,969				

Coefficiente de variación 1,49 %

Anexo. 2 Análisis de varianza para la variable de altura de planta a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Fc 5%	Fc 1%
Tratamiento	3	881,2969	293,7656	478,803	3,49	5,95
Error	12	7,362	0,6135			
Total	15	888,659				

Coefficiente de variación 3,20%

Anexo. 3 Análisis de varianza para la variable de número de hojas por planta a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Fc 5%	Fc 1%
Tratamiento	3	225,6875	75,2292	92,590	3,49	5,95
Error	12	9,750	0,8125			
Total	15	235,438				

Coefficiente de variación 6,30%

Anexo. 4 Análisis de varianza para la variable de longitud de hojas por planta a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Fc 5%	Fc 1%
Tratamiento	3	159,9650	53,3217	227,304	3,49	5,95
Error	12	2,815	0,2346			
Total	15	162,780				

Coeficiente de variación 3,23%

Anexo. 5 Análisis de varianza para la variable el peso de la planta a los 65 días, en las diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

Fv	Gl	Sc	Cm	Fc	Fc 5%	Fc 1%
Tratamiento	3	57307,1875	19102,3958	2369,289	3,49	5,95
Error	12	96,750	8,0625			
Total	15	57403,938				

Coeficiente de variación 3,40%

Figura 1. Elección del lugar donde se realizó el trabajo de campo y adecuación del sitio.



Figura 2. Construcción de la estructura del invernadero.

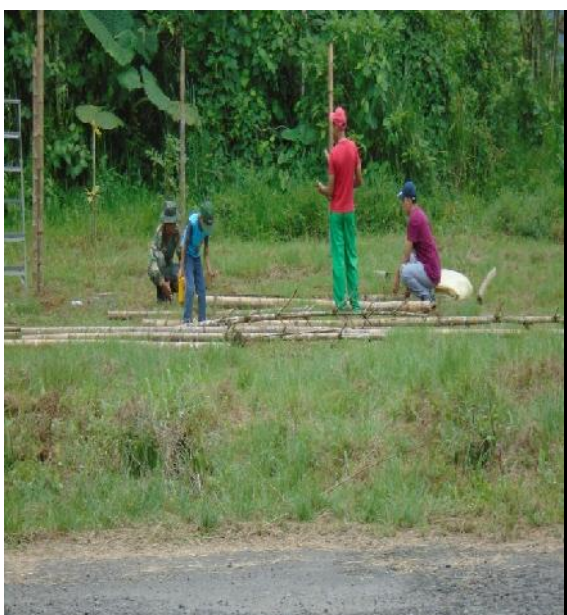


Figura 3. Construcción del invernadero en diferentes etapas



Figura 4. Colocación del sarán



Figura 5. Construcción de los soportes para los tubos de PVC.



Figura 6. Colocación de las 4 bombas de agua de ½ hp.



Figura 7. Bandejas germinadoras con las tres variedades de lechuga

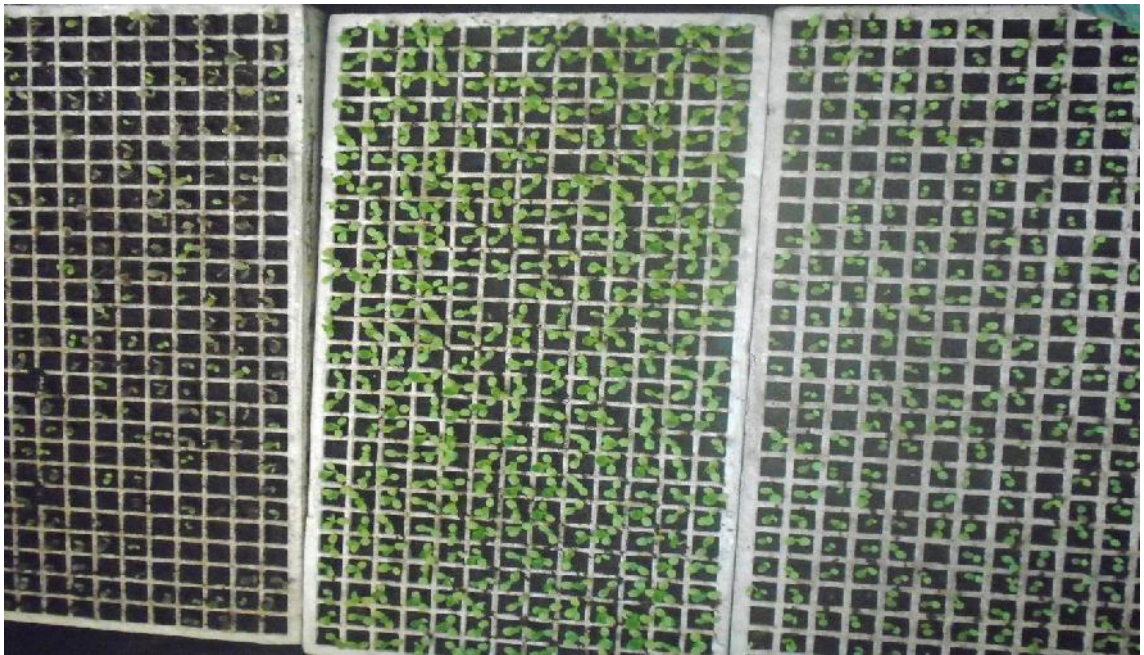


Figura 8. Plántulas listas para trasplantar con esponja y vasito de 1 onza



Figura 9. Visita del director de tesis al lugar donde realicé el trabajo de campo, en diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo



Figura 10. Identificación de cada tratamiento, en diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo



Figura 11. Peso y cosecha de lechuga, en diferentes soluciones nutritivas en sistema hidropónico en el comportamiento de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*) en Santo Domingo

