

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA
(*Lactuca sativa L.*), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES
NUTRITIVAS.”

Proyecto de Investigación

AUTORA: ALBA MAGALY CAJO CURAY

TUTOR: Ing. Mg. SEGUNDO EUCLIDES CURAY QUISPE

CEVALLOS-ECUADOR

2016

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita CAJO CURAY ALBA MAGALY, portadora de la cédula de identidad número: 1804267738, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa L*), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS.” es original, auténtico y personal.

En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

CAJO CURAY ALBA MAGALY

DERECHOS DE AUTOR

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA (*Lactuca sativa L*), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES NUTRITIVAS.” como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Ingeniero Agrónomo, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

CAJO CURAY ALBA MAGALY

“PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TRES VARIEDADES DE LECHUGA
(*Lactuca sativa L.*), BAJO EL SISTEMA NFT, CON TRES SOLUCIONES
NUTRITIVAS.”

APROBADO POR:

.....
Ing. Mg. Segundo Curay
TUTOR

.....
Ing. Mg. Jaime Avalos
ASESOR DE BIOMETRIA

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN:

.....
Ing. Mg. Giovanni Velástegui Espín

.....
Ing. Mg. Eduardo Cruz Tobar

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida, a mis padres por ser el pilar fundamental para la culminación de mi estudios y en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Ambato, por medio de la cual he adquirido sabios conocimientos e innovadoras experiencias, que serán la base fundamental en mi desempeño laboral, siendo así una mujer útil para la sociedad y el país.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Agronómica que con esfuerzo, responsabilidad y dedicación impartieron conocimientos fundamentales en mi formación académica.

De manera especial a mi tutor el Ing. Segundo Curay, quien me ha brindado su amistad, confianza y apoyo para cumplir mi objetivo y también por ser mi guía en mi trabajo de investigación para que este se realice con éxito. De igual manera al Ingeniero Civil Mg. Jaime Avalos asesor de biometría y Lic. Mg. Rafael Mera asesor de redacción técnica.

Muchas gracias a todas esas personas que pusieron su granito de arena para hacer de mí una persona de bien.

Alba Magaly Cajo Curay

DECICATORIA

A Dios porque estar conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y superar todos los obstáculos de la vida.

A mis queridos padres Ofelia Curay y Mario Cajo que con su ejemplo de trabajo, lucha constante y superación han sido mi apoyo principal para alcanzar mis metas propuestas y quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y conocimiento.

A mis abuelitos que con su ejemplo, amor, apoyo y comprensión, me incentivaban a superarme cada día.

A todos mis tíos, que me brindaron su apoyo incondicional para la culminación de mi carrera universitaria.

A ellos dedico este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido alcanzar mi meta propuesta.

Alba Magaly Cajo Curay

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1-2
CAPITULO II	3
REVISION DE LITERATURA O MARCO TEORICO	3
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	3-5
2.2.MARCO CONCEPTUAL O CATEGORIAS FUNDAMNETALES	5
2.2.1. HIDROPONÍA	5
• Ventajas de los cultivos hidropónicos	6
• Técnicas hidropónicas	6
2.2.2. N.F:T (Nutrient Film Technique)	7
• Ventajas del NFT	8
• Desventajas del NFT	8
• Factores a considerar en la producción de cultivos	9
2.2.3. LECHUGA	9
• Descripción botánica	10
• Requerimientos edafoclimaticos	10
• Valor nutricional	11
• Variedades de lechuga	11-13
• Plagas y enfermedades	13-15
2.2.4 SOLUCIONES NUTRITIVAS	15
• Elementos indispensables en las soluciones	16
• Calidad del agua en la solución nutritiva	17
• pH en la solución nutritiva	17
• Conductividad eléctrica	17
• Oxigenación de la solución	18
CAPÍTULO III	19
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	19
3.1 HIPOTESIS	19
3.2. VARIABLES DE LAS HIPOTESIS	19
3.3. OBJETIVOS	19

3.3.1. Objetivos general	19
3.3.2. Objetivos específicos	19
CAPÍTULO IV	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	20
4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO	20
4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	20
3.2.1. Clima	20
3.2.2. Agua	20
4.3. METRIALES Y EQUIPOS	21-22
4.4. FACTORES DE ESTUDIO	22
4.5. TRATAMIENTOS	23
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL	24
4.7 VARIABLES RESPUESTA	24
4.7.1 Número de hojas	24
4.7.2 Longitud de las hojas	24
4.7.3 Altura de la planta	24
4.7.4 Longitud radicular	24
4.7.5 Días a la cosecha	24
4.8.6 Peso de la lechuga	25
4.8.7 Rendimiento	25
4.9 PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA	25
CAPÍTULO V	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.1 NUMERO DE HOJAS	26
5.1.1 Número de hojas a los 35 días	27
5.1.2 Número de hojas a los 50 días	27
5.1.3 Número de hojas a los 65 días	28
5.1.4 Número de hojas a los 80 días	30-32
5.2 LONGITUD DE HOJA	32
5.2.1 Longitud de hoja a los 35 días	34
5.2.2 Longitud de hoja a los 50 días	36
5.2.3 Longitud de hoja a los 65 días	37

5.2.4	Longitud de hoja a los 80 días	38
5.3	ALTURA DE PLANTA	39
5.3.1	Altura de planta a los 35 días	40
5.3.2	Altura de planta a los 50 días	41
5.3.3	Altura de planta a los 65 días	43
5.3.4	Altura de planta a los 80 días	45
5.4	LONGITUD RADICULAR	47
5.4.1	Longitud radicular a los 35 días	47
5.4.2	Longitud radicular a los 50 días	49
5.4.3	Longitud radicular a los 65 días	50
5.4.4	Longitud radicular a los 80 días	52
5.5	Días a la cosecha	54
5.6	Peso de la lechuga	55
5.7	Rendimiento	57
5.8	Análisis económico	60
5.9	Verificación de hipótesis	60
CAPÍTULO VI		64
CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS		64
6.1.	CONCLUSIONES	64
6.2.	BIBLIOGRAFÍA	65
6.3.	ANEXOS	69
CAPÍTULO VII		80
PROPUESTA		80
7.1.	TÍTULO	80
7.2.	DATOS INFORMATIVOS	80
7.3.	ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	80
7.4.	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	81
7.5.	OBJETIVO	81
7.6.	ANALISIS DE FACTIBILIDAD	81
7.7.	FUNDAMENTACION	81
7.8.	METODOLOGIA, MODELO OPERATIVO	82
7.8.1	Análisis de agua	82
7.8.2	Preparación y nivelación del terreno	82

7.8.3	Instalación del sistema hidropónico NFT	82
7.8.4	Trasplante	82
7.8.5	Aplicación de tratamientos	83
7.8.6.	Control de plagas y enfermedades	84
7.8.7	Controles de conductividad eléctrica y pH	85
7.8.8	Cosecha	85
7.8.9	Comercialización	85
7.8.10.	Administración	85
6.9.	PRECISION DE LA EVALUACION	85

INDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	9
TABLA 2. VALOR NUTRICIONAL DE LA LECHUGA	11
TABLA 3. ELEMENTOS NECESARIOS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS	16
TABLA 4. TRATAMIENTOS	23
TABLA 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS ALOS 35 DIAS	26
TABLA 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS	27
TABLA 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS	27
TABLA 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS	28
TABLA 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS ALOS 65 DIAS	29
TABLA 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 65 DIAS	29
TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 65 DIAS	30
TABLA 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS ALOS 80 DIAS	30
TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS	31
TABLA 14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS	31
TABLA 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS	32

TABLA 16.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS	32
TABLA 17.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS	33
TABLA 18.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS	34
TABLA 19.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS	34
TABLA 20.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS	35
TABLA 21.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS	35
TABLA 22.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS	35
TABLA 23.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS	36
TABLA 24.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS	37
TABLA 25.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS	37
TABLA 26.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS	38
TABLA 27.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS	39
TABLA 28.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS	39
TABLA 29.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS	40
TABLA 30.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS	40
TABLA 31.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS	41
TABLA 32.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES	

	EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS	41
TABLA 33.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA ALOS 50 DIAS	41
TABLA 34.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS	42
TABLA 35.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS	42
TABLA 36.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS	42
TABLA 37.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA ALOS 65 DIAS	43
TABLA 38.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 65 DIAS	43
TABLA 39.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 65 DIAS	44
TABLA 40.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA ALOS 80 DIAS	45
TABLA 41.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DIAS	46
TABLA 42.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DIAS	46
TABLA 43.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR ALOS 35 DIAS	47
TABLA 44.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS	48
TABLA 45.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS	48
TABLA 46.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS	49
TABLA 47.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE	

	LONGITUD RADICULAR A LOS 50 DIAS	49
TABLA 48.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 50 DIAS	49
TABLA 49.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS	50
TABLA 50.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS	51
TABLA 51.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS	51
TABLA 52.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS	52
TABLA 53.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS	52
TABLA 54.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS	53
TABLA 55.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS	53
TABLA 56.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIAS A LA COSECHA	54
TABLA 57.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA	55
TABLA 58.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA	55
TABLA 59.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA	56
TABLA 60.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA	56

TABLA61.	ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO	57
TABLA 62.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	57
TABLA 63.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	58
TABLA 64.	PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO	58
TABLA 65.	COSTOS DE PRODUCCION	60
TABLA66.	COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	61
TABLA 67.	INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO	62
TABLA68.	CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 12 %	63

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. NUMERO DE HOJAS ALOS 35 DIAS	69
ANEXO 2. NUMERO DE HOJAS ALOS 50 DIAS	69
ANEXO 3. NUMERO DE HOJAS ALOS 65 DIAS	70
ANEXO 4. LONGITUD DE HOJA ALOS 80 DIAS	70
ANEXO 5. LONGITUD DE HOJA ALOS 35 DIAS	71
ANEXO 6. LONGITUD DE HOJA ALOS 50 DIAS	71
ANEXO 7. LONGITUD DE HOJA ALOS 65 DIAS	72
ANEXO 8. LONGITUD DE HOJA ALOS 80 DIAS	72
ANEXO 9. ALTURA DE PLANTA ALOS 35 DIAS	73
ANEXO 10. ALTURA DE PLANTA ALOS 50 DIAS	73
ANEXO 11. ALTURA DE PLANTA ALOS 65 DIAS	74
ANEXO 12. ALTURA DE PLANTA ALOS 80 DIAS	74
ANEXO 13. LONGITUD RADICULAR ALOS 35 DIAS	75
ANEXO 14. LONGITUD RADICULAR ALOS 50 DIAS	75
ANEXO 15. LONGITUD RADICULAR ALOS 65 DIAS	76
ANEXO 16. LONGITUD RADICULAR ALOS 80 DIAS	76
ANEXO 17. DIAS A LA COSECHA	77
ANEXO 18. PESO DE LA LECHUGA	77
ANEXO 19. RENDIMIENTO	78
ANEXO 20. ANEXOS DE PRODUCCIÓN HIDROPONICA	79

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), bajo el sistema NFT (*Nutriente Film Technique*), utilizando tres soluciones nutritivas, en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, en la propiedad de la Ing. Cecilia Telenchana, a una latitud de: 01°24'00" S, longitud: 78°23'00" W, y con una altitud de 2600 msnm.

El diseño experimental que se utilizó fue de parcelas divididas siendo la parcela principal las soluciones nutritivas y las subparcelas las variedades con tres repeticiones, donde se obtuvieron los siguientes resultados como son: para la variable número de hojas los mejores, longitud de las hojas y altura de la planta los mejores resultados a los 80 días fueron S2V3 (Solución 2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) y variedad 3 (Salad Bowl)) y S2V2 (Solución 2 (N: 120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn: 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40, Co: 0.50 ppm) y variedad 2 (Lollo Rossa)), probablemente debido a las características propias de cada variedad. En cambio en la variable profundidad radicular tuvo mejores promedios la aplicación de la solución S1 que está constituida por (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48, Mn: 0.60, Mo:0.006, B: 0.50, Co: 0.60 ppm), esto debido a que los nutrientes presentes en la solución tuvieron las proporciones adecuadas para el cultivo. Las variables peso y rendimiento estuvieron influenciados por la aplicación la solución S2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) y se determinó que la variedad V3 Salad Bowl es la de mejor rendimiento posiblemente debido a las características genéticas propias de la variedad. Además mediante análisis económico se concluye que los tratamientos que tuvieron la solución 3, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 lo que nos indica una ganancia del 58 %.

PALABRAS CLAVES: Hidroponía, Sistema NFT (*Nutriente Film Technique*), Soluciones nutritivas, Variedades.

SUMMARY

This research was conducted to evaluate the hydroponic production of three varieties of lettuce (*Lactuca sativa*) under the NFT (*Nutrient Film Technique*) system, using three nutrient solutions, in the province of Tungurahua, Ambato Canton, Parish Montalvo, Barrio Luz of America, on the property of Mr. Cecilia Telenchana, at latitude. 01^o24'00 "S, length: 78^o23'00" W, and an altitude of 2600 meters.

The experimental design used was split plot being the main plot nutrient solutions and subplots varieties with three replications, where the following results were obtained as: for the variable number of sheets top, leaf length and height plant the best results at 80 days were S2V3 (Solution 2 (N: 120, P 50, K 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40 Co 0.50 ppm) and range 3 (Salad Bowl)) and S2V2 (Solution 2 (N: 120, P 50, K 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40 Co 0.50 ppm) and variety 2 (Lollo Rossa)), probably due to the characteristics of each variety. Instead the root depth variable had better averages applying the S1 solution is constituted by (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6, Cu: 0.02, Zn: 0.48, Mn: 0.60, Mo: 0.006, B: 0.50, Co: 0.60 ppm), this because the nutrients present in the solution were suitable for growing proportions.

The variables weight and yield were influenced by applying the solution S2 (N: 120, P 50, K 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn: 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40, Co: 0.50 ppm) and determined that the variety Salad Bowl V3 is the best performance possibly because of the variety of genetic characteristics. In addition through economic analysis it concludes that treatments had solution 3, reached the equivalent cost benefit ratio increased to 1.58 which indicates a gain of 58%.

KEYWORDS: Hydroponics, System NFT (Nutrient Film Technique), nutrient solutions Varieties.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

William Frederick Gericke, profesor de la Universidad de California en Berkeley, durante la década de 1930, dio el nombre a esta ciencia al unir las raíces griegas *hydro* que significa agua y *ponos*, trabajo, que significaba trabajo en agua, también desarrolló experimentos comerciales a gran escala en donde cultivo con éxito tomates, lechugas, verduras, remolachas, rábanos, zanahorias y papas, frutas ornamentales y flores. El profesor utilizaba grandes tanques en los que colocaba mallas finas de alambre, con una cubierta de paja, que sostenía las raíces de las plantas y les permitía llegar al fondo, en donde se encontraba la solución nutriente, las plantas eran sostenidas por un sistema de hilos y tutores. Desde 1950 se incrementó las plantaciones hidropónicas por todo el mundo y especialmente en áreas donde la agricultura tradicional era imposible de practicar como son las zonas desérticas, contaminadas, con poca disponibilidad de agua, etc., destacándose plantaciones en países como Japón, Holanda, Francia, Inglaterra, Nueva Zelanda, Australia, Alemania, Italia, España, Suecia, Rusia, Sudáfrica e Israel (Guanochanga y Betancourt, 2001, pp.18-19).

En 1988, surgió la Asociación de Hidrocultivadores de Jerusalén (APROHIJE), en Ciudad Bolívar, Bogotá, conformada por algunas familias con plantaciones hidropónicas en sus viviendas, que hasta hoy, comercializan en supermercados para consumidores de alto nivel económico las hortalizas regadas con agua limpia y cultivada sin agrotóxicos. Este proyecto fue el origen y el centro de dispersión de la Hidroponía Popular, para todo el continente Americano y algunas regiones de África Sub-Ariana y Asia, ya que el PNUD y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación la incluyeron en sus programas de cooperación internacional por ser una de las ecotecnologías para el desarrollo, con mayor capacidad para activar procesos de organización comunitaria y producción rápida de alimentos a bajo costo. Llegando hacer en la actualidad la hidroponía una de las más fascinantes ramas de la ciencia agronómica, por ser responsable de la

alimentación y generación de ingresos para millones de personas alrededor del mundo. En Colombia, los cultivos hidropónicos son ampliamente conocidos, desde los años cincuenta y desde esa época han venido desarrollándose, hasta convertirse en uno de los factores más importantes en el avance de la actividad agroindustrial a nivel nacional, así como una alternativa para el manejo de problemas fitosanitarios en los un sin número de cultivos, como en el caso de las rosas, que es atacada por *Fusariumoxysporum*, el cual causa grandes pérdidas económicas.(Salazar. G, 2001).

En los años noventa se inició con desarrolló de cultivo hidropónico en el Ecuador, aplicando las técnicas de otros países donde se ha difundido más esta tecnología, por lo cual los primeros experimentos estaban centradas en la utilización de cascajo, arena, cáscara de coco y de arroz como sustrato. La empresa GREENLAB que se encuentra ubicada en San Vicente-Pintag-Quito, está dedicada a la producción de lechuga hidropónica desde 1994, y tiene la capacidad de producir 90.000 lechugas al mes, donde el 50% de la producción es de lechuga de hoja variedad crespa, en un área de 7.000 m², de ellos el 80% es colocado en Supermaxi y el 20% restante se vende directamente a restaurantes y a distribuidores en Guayaquil. Las principales razones por lo que el cultivo hidropónico hoy en día es una de las alternativas más adecuadas para la producción de lechuga son su alta calidad nutricional, bajo costo de producción y alto nivel sanitario (Guanochanga y Betancourt, 2001).

Además, en la actualidad los suelos han perdido su fertilidad debido a tres factores como son: Físicos; refiriéndose a suelos endurecidos o rocosos que impiden el desarrollo de raíces, baja retención de humedad en el caso de los suelos arenosos, Químicos: debido a la presencia de elementos tóxicos para la planta en el suelo como son el aluminio y el níquel que se encuentran presentes en los distintos pesticidas, suelos extremadamente salinos, ácidos y alcalino, y por ultimo biológicos: relacionado a la presencia de patógenos en el suelo como nematodos, hongos, insectos, y otros que son difíciles de manejar lo cual ha ocasionado que los costos de producción se eleven, por este motivo se ha planteado la utilización de cultivos hidropónicos.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Barrios (2004), en su trabajo de investigación evaluó la respuesta de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L.*), cultivadas en dos sustratos bajo condiciones hidropónicas, con el propósito de establecer el mejor sustrato y la mejor variedad de lechuga en rendimiento por unidad experimental desde el punto de vista agronómico y económico. Los sustratos evaluados fueron líquido y sólido (50 % de arena blanca y 50 % de cascarilla de arroz), en cada uno de los sustratos se establecieron las variedades de lechuga como: Salinas, Bounty y Grand Rapids. El experimento se realizó en la finca del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), ubicada en la aldea Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala y tuvo una duración de 50 días; 22 días en semillero y 28 en cajas ya sea con sustrato sólido o líquido según el tratamiento. Según los resultados obtenidos, se recomienda cultivar lechuga en sustrato sólido pues se obtienen 2.88 kilogramos de lechuga por 0.36 m²; en éste sustrato la mayor rentabilidad (172.50 %) se obtuvo con la variedad Grand Rapids (p.13).

Según Lastra (2009), en su investigación estudio los requerimientos de nitrógeno de los cultivos de lechuga para obtener plantas de alta calidad fenotípica y bajo contenido de nitrógeno en sus hojas. Utilizo 2 tipos de lechugas (Divina and Prima cvs y Grand Rapids and Brisa cvs), las cuales fueron cultivadas en un sistema hidropónico modificado. Las plantas fueron sujetas a cuatro tratamientos diferenciales de nitrógeno y están en mg de nitrógeno L⁻¹: solución 1: 100 NO₃⁻-N; solución 2: 150 NO₃⁻-N y 50 NH₄⁺-N; solución 3: 200 NO₃⁻-N y 100 NH₄⁺-N; solución 4: 250 NO₃⁻-N y 150 NH₄⁺ mientras que como base se usó una solución modificada de Hoagland II. Las respuestas de los cultivos a los tratamientos fueron diferentes tanto en crecimiento como en contenido de nitrato en las hojas. Se observó un mayor crecimiento en las ‘Grand Rapids’ y ‘Brisa’ en la solución 1 con

el más bajo contenido de nitrógeno en el cual sólo el NO_3^- -N fue aplicado, se observó lo opuesto en 'Divina' y 'Prima' en la solución 4 donde NO_3^- y NH_4^+ fueron aplicadas (p.83).

Solari, et al (2004) indica que investigaciones anteriores, sugieren una incorporación de carbono a las plantas proveniente del metanol, para determinar si su aplicación foliar afectaría el rendimiento y crecimiento en un cultivo hidropónico de lechuga (*Lactuca sativa L.*). Por lo cual se utilizó metanol a los porcentajes de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 y 80, con un testigo sin tratamiento y se midió el peso fresco, longitud del tallo floral, etc. Los resultados obtenidos fueron incrementos de peso radicular, pero no incrementos de peso foliar, así como también se observó elongación del tallo floral en los tratamientos con máximas aplicaciones de metanol (p.1).

Garzón (2006) menciona que en el Zamorano se han experimentado soluciones nutritivas para adaptación y crecimiento de lechuga, y así 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. 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). Donde se presentó los siguiente resultados 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 (p.7).

En el 2013, Kleiber evalúa la influencia de la composición química de una solución nutritiva (SN I, NS II), la inoculación de semillas con Microorganismos Eficaces, y la asimilación de iluminación de las plantas en el crecimiento, el desarrollo y el estado nutricional de la lechuga (*Lactuca sativa L.*) en el cultivo hidropónico de

lechuga y cambios microbiológicos en el medio. Las mediciones fueron : cantidad de hojas, superficie de las hojas grandes, contenido relativo de clorofila, peso fresco total, peso seco total, porcentaje de materia seca, composición química de las hojas, absorción de los nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Na) de las partes aéreas de la planta. En el cual se demostró que la inoculación simultánea de semillas con EM y la aplicación de NS II tuvo un efecto positivo en la germinación de las semillas a los 5 días después de la siembra, pero una influencia significativamente en la germinación de semillas se encontró desde el 5 al 9 día. Así mismo tuvo una influencia positiva en el desarrollo de las hojas de la planta. Se encontró que la composición química de la solución de nutrientes tiene un efecto significativo sobre los parámetros biométricos de las plantas. El uso de iluminación suplementaria en el cultivo de la lechuga ayuda al crecimiento y desarrollo de las plantas. Además el análisis microbiológico mostró una influencia significativa en la composición química de las soluciones de nutrientes ya que aumento su número en las soluciones nutritivas con altos contenidos de elementos químicos. Sin embargo, no hubo cambios significativos en el número de microorganismos en relación con el tratamiento con la iluminación de asimilación y a la de la inoculación de semillas con soluciones EM.

2.2 MARCO CONCEPTUAL O CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.2.1. Hidroponía

Pérez (1974), indica que la hidroponía se deriva del griego *hydro* que significa agua y *ponos* labor o trabajo, es decir un cultivo de plantas sin suelo, obteniendo cultivos saludables fuera de temporada, en menor tiempo, aprovechando todo el espacio posible, y permite diseñar estructuras simples o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas. El esquema consiste en una fuente de agua que impulsa por bombeo agua a través del sistema, recipientes, etc., con soluciones madre es decir nutrientes concentrados, cabezales de riego y canales construidos donde están los sustratos o agua, las plantas, los conductos para aplicación del fertiriego y el receptor del efluente.

- **Ventajas de los cultivo por hidroponía**

Por otra parte Castillo (2009), manifiesta que los cultivos hidropónicos en la actualidad han toma mucha importancia, ya que tiene grandes ventajas como son:

1. Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación
2. Reducción de costos de producción
3. Evita la contaminación de los recursos naturales.
4. Producir cosechas en contra estación y precocidad en los cultivos
5. Ahorro de agua, fertilizantes, plaguicidas, etc.
6. Se evita la utilización de maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
7. Mayor limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
8. Alto porcentaje de automatización
9. Se puede cultivar en lugares donde la agricultura es difícil
10. Rápida recuperación de la inversión inicial

- **Técnicas hidropónicas**

Según Lara (1999) indica que las técnicas de producción en hidroponía se clasifican en función del medio de crecimiento en que se desarrolla el sistema radical de las plantas las cuales son: técnicas en medio líquido dentro de éstas se ubican a las técnicas en película nutritiva (NFT), hidroponía en flotación y la aeroponía; en el grupo agregado se encuentran los cultivos en arena, grava y otros sustratos.

Briones (2007) menciona que en la actualidad existen algunas técnicas hidropónicas muy utilizadas en la producción de distintos productos agrícolas como son:

1. *Cultivo en Sustrato*: Permite cultivar cualquier tipo de hortalizas y se utiliza sustratos inertes como: perlita, roca fosfórica, arena, aserrín, tezontle, arena, grava, vermiculita, peat moss, etc, que le proporcionan a la planta las condiciones necesarias de oxígeno y humedad para su desarrollo.
2. *Raíz flotante*: un sistema donde las raíces de las plantas están flotando sobre una mezcla de agua y una solución concentrada de nutrientes, la cual está

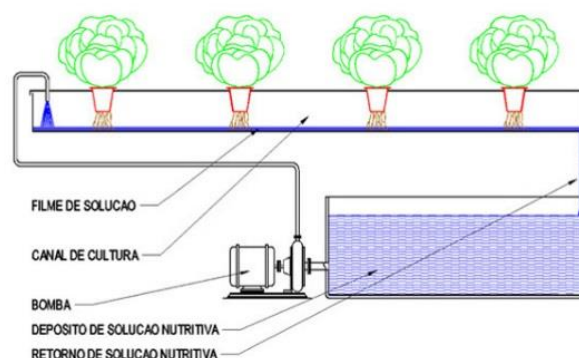
sostenida por espuma Flex o láminas de “duroport”. Se pueden acelerar su tiempo de desarrollo y maximizar el espacio de la instalación, así mismo es importante tener precaución en el pH y la conductividad de la solución nutritiva. (García, 2007, p.7)

3. Sistema NGS: Es una tecnología de origen Europeo basada en la oxigenación de las raíces de manera constante, y re-circulación de la solución nutritiva. Se puede cultivar desde hierbas aromáticas, tomate cherry, lechugas, acelgas, perejil, geranios, plantas ornamentales, etc.
4. Sistema NFT: En este sistema, las plantas crecen sobre una lámina de agua en continuo movimiento, y enriquecida con soluciones nutritiva. Para la recirculación del agua se utiliza una bomba sumergible que permite distribuir adecuadamente el flujo del agua a lo largo de tubos de PVC, este flujo debe ser constante sobre todo en periodos de mucho calor para evitar que las plantas o las raíces se des sequen.

2.2.2. N.F.T (Nutrient Film Technique)

Según Calderón (2004) indica que este sistema, fue desarrollado en la década de los sesenta por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra, y consiste en una técnica de la película de nutriente re-circulante, el cual es muy popular en el mundo, desde esa época y se utiliza principalmente en la producción de hortalizas de alta calidad tanto en invernaderos como campo abierto.

FIGURA 1. SISTEMA N.F.T



FUENTE: FAO, 2010

Garzón (2006) afirma que el principio fundamental de la técnica de NFT consiste en la re-circulación de la solución nutritiva a través de varios canales de tubos de PVC, ductos ABS o similares que llegan a un contenedor y que con la ayuda de una bomba la solución nutritiva regresa nuevamente. La recirculación suministrará los nutrientes necesarios a las plantas por medio de las raíces que cuelgan desde las canastillas del contenedor para que la planta se desarrolle y crezca adecuadamente. El sistema NFT ha sido utilizado en forma comercial en más de 68 países y es la más utilizada en países árabes, del Caribe y América latina para la producción hortalizas hidropónicas.

- **Ventajas del NFT:**

Mafla (2015) indica que el sistema NFT tiene algunas ventajas como:

1. Ahorros significativos en solución nutritiva y en agua.
2. Máximo aprovechamiento de espacio ya que se puede cultivar en niveles.
3. Facilita la limpieza del sistema, a diferencia del cultivo en sustrato
4. Permite un control más preciso sobre la nutrición de la planta.
5. Simplifica los sistemas de riego y permite la automatización en su totalidad
6. Maximiza el contacto directo de las raíces con solución nutritiva, por lo que el crecimiento de los productos es acelerado siendo posible obtener en el año más producción.
7. Si se maneja de la forma correcta el sistema, permite cultivar hortalizas de consumo en fresco y de alta calidad
8. Permite corregir deficiencias nutricionales.

- **Desventajas del NFT**

1. Este sistema requiere de un cuidado adecuado del estado de la solución nutritiva para rendir resultados.
2. Los costos iniciales son mayores que con otros sistemas.

- **Factores a considerar en la producción de cultivos con NFT:**

En el 2008, Hydro environment manifiesta que en el sistema NFT, hay que considerar varios factores para la producción de cultivos como son:

1. **Temperatura:** Necesario mantener las soluciones entre 13 y 15 ° C con el fin de prevenir una absorción reducida de los nutrientes.
2. **pH:** ideal entre 5.5 y 6.5 para la mayoría de cultivos
3. **Conductividad eléctrica:** Los rangos adecuados para que las plantas no se deshidraten por exceso de sales o absorban menos nutrientes por ausencia de los mismos, es entre 1.5 a 3 mS/cm o 750 a 1500 ppm.
4. **Longitud del canal:** Un máximo de 20 m de longitud en hortalizas
5. **Anchura del canal:** Distancia entre plantas se recomienda entre 15 a 30 cm
6. **Pendiente del canal:** Entre 1.5 y 2 %.

2.2.4. LECHUGA

Grupo latino (2010) manifiesta que la lechuga es procedente de la India y Asia Central se remonta a una antigüedad de 2500 años. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta y las acogolladas que eran conocidas en Europa desde el siglo XVI, actualmente es una de las hortalizas más cultivadas con una área aproximada de 636 ha, que tiene gran demanda a nivel nacional e internacional (p.341).

TABLA 1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Subfamilia:	Cichorioideae
Género:	Lactuca
Especie:	<i>Lactuca sativa L.</i>

FUENTE: INFOAGRO, (2010)

- **Descripción botánica**

Rubio (2000) citado por Salinas (2013) indica que la lechuga es una planta herbácea anual de rápido crecimiento.

- ✓ **Raíz:** alcanza una longitud máxima que es de 25 cm de profundidad, presenta una raíz fibrosa, pivotante, superficiales y con muchas ramificaciones.
- ✓ **Hojas:** están colocadas a manera de roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo como la variedad romana, y en otros se acogollan más tarde. Igualmente dependiendo de la variedad, el borde puede ser liso, ondulado o aserrado.
- ✓ **Tallo:** son cortos, lactosas, cilíndricos y blandos, cubiertos de follaje.
- ✓ **Flores:** se agrupan en ramilletes, de color amarillo pálido, pequeño y hermafroditas, el ovario es unicelular y su único ovulo maduro es la semilla.
- ✓ **Semillas:** esta es picuda y plana, de color negro, blanco, amarillo o gris, según la variedad (p.21)

- **Requerimientos edafoclimáticos**

Por otra parte Carillo *et al*(2015) menciona que los requerimientos edafológicos que se necesita para implementar un cultivo de lechuga y así obtener una excelente producción son los siguientes:

1. Tiene un requerimiento de agua mayor de 134 mm por ciclo
2. *Temperatura:* La temperatura óptima para el crecimiento es de 18 a 23 °C durante el día y de 7 a 15 °C durante la noche, la temperatura máxima puede ser de 30 °C y la mínima que puede soportar es de hasta -6 °C.
3. *Humedad relativa:* la humedad relativa para un adecuado desarrollo es de 60 a 80%
4. *Suelo:* prefiere suelos ligeros entre arenoso-limosos, con buen drenaje
5. *pH:* El óptimo que va entre 6,7 y 7,4.

6. *Conductividad eléctrica: soporta* desde un rango de 1 a 2.3 mS/cm (milisimens sobre centímetro).

- **Valor nutricional**

Proteínas	0,8g
Grasas	0,1 g
Carbono	5 mg
Calcio	13 mg
Magnesio	7 mg
Fósforo	25 mg
Potasio	100 mg
Hierro	1,5 mg
Riboflavina	0,03 mg
Tiamina	0,7 mg
Azúcar total	2,2 g
Vitamina A (u.I.)	300
Agua	96 g
Calorías (cal)	11

FUENTE: GRUPO LATINO, 2010

- **Variedades de lechuga**

Montesdeoca (2009) sostiene que en la actualidad la lechuga se agrupa de acuerdo a la forma en que crece, lo cual ha determinado su clasificación en tres tipos: De cabeza o arrelladas, presentan hojas grandes, envolventes de color verde claro y tiene una alta demanda comercial, Hoja Suelta o Crispa no forma repollo, grandes, hojas de color verde claro, bordes muy crespos, sus manojos se pueden cosechar individualmente sin arrancar la planta y la Cos o Romana, tienen hojas alargadas que forman un cogollo suelto, frágiles, las hojas son de color verde en la parte exterior y blanco en el interior, de estas en el Ecuador son cultivadas las siguientes:

Dancing: Es una lechuga rizada y pequeña. También tiene gran demanda en el mercado y se usan para las ensaladas y decoración del plato. Además se emplea para arreglos. Es una de las lechugas cuyas hojas son las más resistentes.

Romana: Variedad de hojas grandes y alargadas, sin repollo, son de excelente sabor 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.

Seda: Variedad de hojas pequeñas, delicada, su sabor es exquisito y se recomienda para platos especiales. De coloración verde amarillo, de hojas finas alargadas. Acepta los climas cálidos y templados, muy precoz a los 62 días lista para la cosecha.

Crespa: Variedad de hojas finas encrespadas grandes, abiertas, buen vigor, alta uniformidad, buen rizado, de color verde claro, su tallo es aéreo y herbáceo.

- ✓ Altitud: 1600-2700 msnm
- ✓ Rendimientos: 10 ton/ha
- ✓ Ciclo de vida total 86 días (30 días en el semillero + 56 días desde el trasplante a cosecha)
- ✓ Densidad de siembra: 156.000 plantas/ha.
- ✓ Siembra: Campo abierto, invernadero, convencional o hidropónico.
- ✓ pH entre 5.5 y 7.5

Green Salad Bowl: Es una planta compacta, altura de 20 a 25 cm, color verde claro, tipo crespa con cabeza grande.

- ✓ Altitud: se produce bien entre los 2200 a 2600 msnm.
- ✓ Ciclo de vida: 90 días
- ✓ Densidad de siembra: 0.30 m entre surcos x 0.25 m entre plantas
- ✓ Humedad relativa que necesita es de 70 al 90%.
- ✓ Germinan a los 7 a 14 días un temperatura de 18-20°C
- ✓ El pH óptimo entre 5.2 y 5.8.

- ✓ Se trasplantes cuando tienen un tamaño de 8 a 10 cm y presentan entre 4 a 5 hojas verdaderas
- ✓ Tolerante a temperaturas elevadas.

Lollo Rossa: Variedad de lechuga de hojas muy rizadas de color rojo oscuro, tallo herbáceo, no llega a formar cogollo compacto. Se puede recolectar la planta entera o bien quitar hojas a medida que van creciendo. Presenta las siguientes características:

- ✓ Una altitud mayor a 2200 msnm.
- ✓ Rendimiento: 20 ton/ha.
- ✓ Ciclo de vida: 86 - 90 días (30 días semillero + 56-60 días trasplante a cosecha).
- ✓ Densidad de siembra: 156.000 plantas/ha.
- ✓ Distancia: 20 cm entre planta y 0,40 entre hilera.
- ✓ Trasplante de las plántulas cuando tengan 3 a 4 hojas.
- ✓ pH entre 5.5 y 7.5
- ✓ Resistente al mildiu.

- **Plagas y enfermedades:**

Estas ocasionan grandes pérdidas económicas en los cultivos y a continuación se detallan los problemas más frecuentes del cultivo:

Trips (*Frankliniella pacispinosa*): Se trata de una de las plagas que causa mayor daño al cultivo de la lechuga ya que roe el tejido de la hoja del haz y envés. Son transmisores de virus. (Grupo latino, 2010, p. 355)

Minadores (*Liriomyza trifolii*): En el interior de la hoja de la lechuga la larva excava galerías mientras se alimenta del tejido parenquimatoso. Esta plaga afecta al inicio de la plantación lo que produce que se retrase el inicio de la maduración. (Salinas, 2013, p. 27)

Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*): Se alimenta de la savia de la planta, provocando amarillamiento de estas y su posterior debilitamiento general de la

planta. Además la mosca blanca es que es portadora de virus que no tiene tratamiento y pueden llegar a acabar con el cultivo en un periodo corto de tiempo.(Salinas, 2013, p. 27)

Pulgones (*Myzus persicae*, *Macrosiphum solani* y *Narsonoviaribisnigri*): El ataque suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección, estas colonizan las raíces aunque es nulo, los cogollos haciendo que se doble y atrofie, y a las hojas, afectando al desarrollo de las misma y haciéndose que se tornen amarillas y marchitas. Además tienden a multiplicarse rápidamente, específicamente en periodos secos y hasta pueden ser transmisores de virus. (Grupo latino, 2010, p. 355).

Botrytis (*Botrytis cinerea*): Los síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.(Agrios, 1998, p.420)

Mildiu veloso (*Bremia lactucae*): En el haz de las hojas aparecen anchas amarillas que alcanzan 1cm de diámetro, en cambio en el envés se forman áreas mohosas blanquecinas que se tornan oscuras. Se diferencian por presentar un color café grasoso, y la temperatura óptima para que se desarrolle es de 15 a 17 °C(Grupo latino, 2010, p. 356).

Moho blanco o Sclerotinia (*Sclerotinia sclerotiorum*): Los síntomas se manifiestan en el final del ciclo del cultivo, presentando marchitez en las hojas externas de la planta, con la presencia de crecimiento micelial algodonoso blanco hacia la parte basal o central del tallo, a partir del cual se forman unos cuerpos compactos, los esclerocios, estructuras de reposo compuestas por una porción interna de color claro llamada médula y una cubierta externa negra llamada corteza (Arias. L, 2007, p.132).

Alternaria (*Alternaria sp*): Sobre las hojas se forman unas manchas pequeñas o puntos necróticos de color café rodeados de un margen morado o rojo, la parte central de la mancha a veces se desprende (Grupo latino, 2010, p. 356).

Virus del mosaico de la lechuga (LMV): Los síntomas producidos pueden empezar desde el semillero, presentando moteados y mosaicos verdosos que se van acentuando al crecer las plantas, dando lugar a una clorosis generalizada (Grupo latino, 2010, p. 356).

2.2.4 SOLUCIONES NUTRITIVAS

Grupo latino (2010), define a las soluciones nutritivas como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. Los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició la mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a una solución, que hasta hoy se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente. Pero es importante que esta tenga los elementos esenciales los que permitirán sobrevivir a la planta como son: Macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) que son los más demandados para su desarrollo, y los micronutrientes (Cl, B, Fe, Mn, Zn y Mo) que son elementos que se requiere en menor proporción.

Lara (1999), indica que la SN consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. En hidroponía, las necesidades nutrimentales que tienen las plantas son satisfechas con los nutrimentos que se suministran en la SN. La cantidad de nutrimentos que requieren las plantas depende de la especie, la variedad, la etapa fenológica y las condiciones ambientales. Cada especie vegetal que se cultiva en hidroponía requiere de una SN con características específicas. De acuerdo con Graves (1983) y Steiner (1984), las principales características que influyen en el desarrollo de los cultivos y sus productos de importancia económica son: la relación mutua entre los aniones, la relación mutua entre los cationes, la concentración de nutrimentos que está representada por la CE, el pH, la relación $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$ y la temperatura de la misma (p.224).

- **Elementos indispensables en las soluciones nutritivas**

TABLA 3. ELEMENTOS NECESARIOS EN EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Nutrientes	Función
Nitrógeno (N)	Forma parte de los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila. Esencial en el crecimiento y desarrollo de las plantas.
Fosforo (P)	Constituye enzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, glucosa y ATP.
Potasio (K)	Activador de enzimas y síntesis de proteínas.
Calcio (Ca)	Actúa como regulador del transporte de carbohidratos, forma parte de la estructura de la pared celular, y ayuda al crecimiento radicular.
Magnesio (Mg)	Parte esencial de la molécula de clorofila.
Azufre (S)	Constituyente de aminoácidos y proteínas.
Hierro (Fe)	Encargado de la síntesis de clorofila y como portador de electrones en la fotosíntesis.
Zinc (Zn)	Necesario para la formación de ácido indolacético.
Manganeso (Mn)	Participa en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua y forma parte en la formación de clorofila.
Cobre (Cu)	Se involucra en la formación de la pared celular y es parte de algunas enzimas.
Boro (Bo)	Se encarga síntesis y transporte de carbohidratos , viabilidad del polen y actividades celulares como respiración, división, crecimiento, etc.
Molibdeno (Mo)	Forma parte del nitrato-reductasa.
Cloro (Cl)	Forma parte de la fotosíntesis, incrementa la hidratación de tejidos

FUENTE: HYDRO ENVIRONMENT, 2008

- **Calidad del agua en la solución nutritiva**

Hydro environment (2008), manifiesta que el agua es uno de los elementos más importantes en hidroponía ya que proporciona todos los minerales necesarios para el desarrollo de las plantas, pero estos deben presentar un rango normal para que no cambie la composición química de la solución y todos los nutrientes se encuentren disponibles para las plantas en todo momento. Evitar aguas duras porque contiene una alta concentración de algunos compuestos minerales principalmente Magnesio y Calcio.

- **pH en la solución nutritiva**

Hydro environment (2008), explica que el pH en hidroponía es muy importante que se encuentre en un rango de 5,5 a 6,5 para que permita la asimilación y disponibilidad de los nutrientes a las plantas, de lo contrario se acumularían sales insolubles, la planta no lo podrían aprovechar los nutrientes, o intoxicarían produciendo así una planta enferma o muerte.

- **Conductividad eléctrica en la solución nutritiva**

León (2001) expresa que la conductividad eléctrica es un parámetro que mide el total de sales disueltas en el agua y evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, se expresa en mili Siemens sobre centímetro, esto permite conocer si la solución excede o carece de la cantidad de nutrientes para cultivos hortícolas. En el sistema NFT es necesario medir la conductividad eléctrica de la solución nutritiva con regularidad y compensar la falta de nutrientes o el exceso según sea el caso, el rango de conductividad eléctrica adecuado para el crecimiento de las plantas se encuentra entre: 1,5-2,5 mS/cm.

- **Oxigenación a la solución nutritiva**

Según Martínez, et al (2012), señala que la oxigenación es necesaria para facilitar el intercambio gaseoso, promoviendo el desarrollo de raíces y crecimiento de la plantas, ya que la falta de oxígeno en el agua afecta la absorción de nutrientes,

reduce la permeabilidad de las raíces, limita la absorción de agua y por ende disminuye el rendimiento. Sin embargo en el sistema NFT, no necesita oxigenación, debido a que durante el recorrido por los tubos y al caer en un contenedor nuevamente la solución hace que la oxigenación aumente.

CAPITULO III

HIPOTESIS Y OBJETIVOS

3.1. HIPÓTESIS

La aplicación de soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico de lechuga ayuda a mejorar el rendimiento.

3.2. VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

Variable Dependiente: Producción

Variable independiente: Soluciones nutritivas, Variedad

3.3. OBJETIVOS.

3.3.1. Objetivo general:

Evaluar la producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa*), bajo el sistema NFT (*Nutriente Film Technique*), utilizando tres soluciones nutritivas.

3.3.2. Objetivo específico:

- Determinar la solución nutritiva adecuada para incrementar el rendimiento en el cultivo hidropónico de lechuga, bajo el sistema NFT (*Nutriente Film Technique*).
- Identificar la variedad de lechuga que responda de manera eficiente a la aplicación de las sustancias nutritivas, mediante condiciones hidropónicas.
- Establecer la rentabilidad económica de cada uno de los tratamientos del cultivo hidropónico de lechuga.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO

Este estudio se realizó en la Provincia de Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, en la propiedad de la Ing. Cecilia Telenchana, a una latitud de: 01°24'00" S, longitud: 78°23'00" W, y con una altitud de 2600msnm

4.2. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

4.2.1. Clima: Según el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, el Cantón Ambato tiene:

1. Temperatura máxima promedio: 20,3 °C
2. Temperatura mínima promedio: 9,8 °C
3. Humedad relativa promedio: 70%
4. Velocidad del viento promedio: 1,2 km/h
5. Precipitaciones promedio: 500 -800 mm

4.2.2. Agua: El agua es tomada del ramal norte canal Ambato-Huachi- Pelileo, el mismo que es almacenado en un tanque reservorio para disposición de acuerdo a las necesidades. Además mediante un análisis obtuvimos los siguientes resultados: pH: 7,82, C.E: 0,3 milimhos/cm, alcalinidad: 140,2 mg/l, y una dureza total: 110,2 mg/l.

4.3. EQUIPOS Y MATERIALES

4.3.1. Equipos

- ✓ Bomba de 2 HP
- ✓ Balanza digital

4.3.2. Materiales

- ✓ Tubos PVC
- ✓ Tapón Macho
- ✓ Tapón Hembra
- ✓ Codos
- ✓ Tubos PVC
- ✓ Conectores
- ✓ Manguera de ½
- ✓ Manguera de ¾
- ✓ Flexómetros
- ✓ Rótulos
- ✓ Tanques
- ✓ Tablas de madera 3m
- ✓ Palos de 1,25m
- ✓ Clavos de ½
- ✓ Adaptador tanque de ½
- ✓ Nepló corrido de ½
- ✓ Llaves de paso de ½
- ✓ Tubos
- ✓ Plástico transparente
- ✓ Gavetas
- ✓ Esponja
- ✓ Variedades de Lechuga
 - a. Salad Bowl
 - b. Lollo Rossa
 - c. Crespa
- ✓ Fertilizantes:
 - a. Nitrato de calcio
 - b. Nitrato de Potasio
 - c. Nitrato de Amonio
 - d. Nitrato de magnesio
 - e. Raizal

- f. Nutri floración
- g. Hakaphos producción
- h. Oligomix
- i. Quelato de manganeso
- j. Quelato de hierro

4.4. FACTORES DE ESTUDIO

En el presente trabajo de investigación los factores de estudio fueron:

Soluciones de nutritivas

- S1 (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0.60, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0.60 ppm)
- S2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm)
- S3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8 , Fe:4 ,Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4 , Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40 ppm)

Variedades:

- V1 (Crespa)
- V2 (LollaRossa)
- V3 (Salad Bowl)

4.5. TRATAMIENTOS

Los tratamientos aplicados y que resultan de la combinación de los factores en estudio se presentan en el TABLA 4.

TABLA 4. TRATAMIENTOS

Numero	Tratamientos	Descripción
1	S1V1	Solución 1(N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0,6, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0,6 ppm) y variedad 1 (Crespa)
2	S1V2	Solución 1 (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0,6, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0,6 ppm)y variedad 2 (Lollo Rossa)
3	S1V3	Solución 1 (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0,6, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0,6ppm) y variedad 3 (Salad Bowl)
4	S2V1	Solución 2 (N: 120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn: 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40, Co: 0.50ppm) y variedad 1 (Crespa).
5	S2V2	Solución 2 (N: 120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S: 6, Fe: 5, Cu: 0.02, Zn: 0.40, Mn: 0.50, Mo: 0.005, B: 0.40, Co: 0.50ppm) y variedad 2 (Lollo Rossa).
6	S2V3	Solución 2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) y variedad 3 (Salad Bowl)
7	S3V1	Solución 3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8 , Fe:4 ,Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4 , Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40ppm) y variedad 1 (Crespa)
8	S3V2	Solución 3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8 , Fe:4 ,Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4 , Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40 ppm) y variedad 2 (Lollo Rossa)
9	S3V3	Solución 3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8 , Fe:4 ,Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4 , Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40 ppm) y variedad 3 (Salad Bowl)

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño que se utilizó fue de parcelas divididas siendo la parcela principal las soluciones nutritivas y las subparcelas las variedades con tres repeticiones.

4.7. VARIABLES RESPUESTA

Número de hojas

Se contabilizaron las hojas de 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 35, 50, 65, 80 días respectivamente.

Longitud de las hojas

Se registró esta información de 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 35, 50, 65, 80 días respectivamente, desde el tallo hasta el ápice de la hoja, con la ayuda de una regla graduada

Altura de la planta

Con la ayuda de una regla graduada se midió este parámetro en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 35, 50, 65, 80 días respectivamente, desde el tallo hasta el ápice de la hoja.

Longitud radicular

Con una regla graduada se midió esta variable en 20 plantas tomadas al azar de la parcela neta, a los 35, 50, 65, 80 días respectivamente, desde el cuello hasta la cofia.

Días a la cosecha

Se registraron los días desde el trasplante hasta la cosecha de cada variedad de lechuga.

Peso de la lechuga

Se eligieron 20 plantas en los respectivos tratamientos y en las tres repeticiones de cada variedad, este proceso se realizó al final del cultivo con la ayuda de una balanza.

Rendimiento

El rendimiento se obtuvo sumando el peso total de las lechugas cosechadas de la parcela neta, expresando los valores en kilogramos por hectárea

4.8. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

Para la interpretación de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se utilizó el análisis de varianza (ADEVA), con la prueba de significación de Tukey al 5%, aplicando el programa Infostat versión 2015.

El análisis de económica de tratamiento se realizó mediante la relación beneficio-costos en cada uno de los tratamientos.

CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 NUMERO DE HOJAS

4.1.1 Número de hojas a los 35 días

Con los datos registrados respecto a la variable número de hojas a los 35 días permitieron realizar el análisis de varianza que determinó que no existen diferencias estadísticas entre los datos de campo en la tabla 5. El coeficiente de variación fue de 2,93 % y la media de 4,122 hojas. El número de hojas fue estadísticamente igual para todos los tratamientos estudiados debido posiblemente a que las soluciones estudiadas no tuvieron influencia sobre esta variable hasta esta etapa del cultivo.

TABLA 5. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 35 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	0,45		
Repeticiones	2	0,05	0,023	1,60 ns
Tratamientos	8	0,17	0,021	1,43 ns
Soluciones (S)	2	0,142	0,071	1,882 ns
Error	4	0,151	0,038	
Variedades (V)	2	0,007	0,003	0,486 ns
S x V	4	0,018	0,004	0,648 ns
Error	12	0,082	0,007	

Media = 4,122

Coeficiente de variación = 2,93 %

ns = no significativo

4.1.2 Número de hojas a los 50 días

Mediante el análisis de varianza para el variable número de hojas a los 50 días de la Tabla 6, donde se analizaron los datos de campo obtenidos, se determinó la

existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y soluciones. La media tuvo un valor de 5,144 hojas y el coeficiente de variación fue de 2,89 %.

TABLA 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	1,61		
Repeticiones	2	0,14	0,070	3,17 ns
Tratamientos	8	1,11	0,139	6,30 **
Soluciones (S)	2	0,927	0,463	13,90 **
Error	4	0,133	0,033	
Variedades (V)	2	0,109	0,054	2,969 ns
S x V	4	0,078	0,019	1,060 ns
Error	12	0,220	0,018	

Media = 5,144

Coeficiente de variación = 2,89 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 7, para soluciones en la variable número de hojas a los 50 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la solución S1 con un valor de 5,40; mientras que las soluciones S3 y S2 presentan un menor número de hojas con valores de 5,06 y 4,96 respectivamente.

TABLA 7. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS

Soluciones	Media	Rango
S1	5,40	A
S3	5,06	B
S2	4,96	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 8, para tratamientos correspondiente a la variable número de hojas a los 50 días, se registraron cuatro rangos de significación estadística, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S1V1 (solución 1 variedad crespá) con un valor de 5,46 hojas; mientras que el tratamiento S3V1 (solución 3 variedad crespá) presenta un menor número de hojas con un valor de 4,90.

TABLA 8. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 50 DIAS

Tratamientos		Media	Rango
No.	Símbolo		
3	S1V3	5,46	A
2	S1V2	5,40	AB
1	S1V1	5,33	ABC
8	S3V2	5,20	ABCD
9	S3V3	5,10	ABCD
6	S2V3	5,03	BCD
5	S2V2	4,93	CD
4	S2V1	4,93	CD
7	S3V1	4,90	D

4.1.3 Número de hojas a los 65 días

Mediante el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable número de hojas a los 65 días, se determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos así como para variedades. La media tuvo un valor de 6,815 hojas y el coeficiente de variación fue de 5,38 %. (Tabla 9).

Realizada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 10, para tratamientos correspondiente a la variable número de hojas a los 65 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S1V2 (solución 1, variedad LollaRossa) con un valor de 7,20 hojas; mientras que el

tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) presenta un menor número de hojas con un valor de 5,90.

TABLA 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 65 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	6,49		
Repeticiones	2	0,15	0,074	0,55 ns
Tratamientos	8	4,19	0,524	3,90 **
Soluciones (S)	2	0,672	0,336	4,773 ns
Error	4	0,281	0,070	
Variedades (V)	2	2,739	1,369	8,781 **
S x V	4	0,784	0,196	1,256 ns
Error	12	1,871	0,156	

Media = 6,815

Coefficiente de variación = 5,38 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

TABLA 10. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 65 DIAS

Tratamientos		Media	Rango
No.	Símbolo		
2	S1V2	7,20	A
3	S1V3	7,20	A
5	S2V2	7,06	A
6	S2V3	7,03	A
9	S3V3	7,00	A
8	S3V2	6,73	AB
1	S1V1	6,70	AB
7	S3V1	6,50	AB
4	S2V1	5,90	B

Mediante la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 11, para variedades correspondiente a la variable número de hojas a los 65 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó V3 (Salad Bowl) con

un valor de 7,07 hojas, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta un menor número de hojas a los 65 días con un valor de 6,36.

TABLA 11. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 65 DIAS

Variedades	Media	Rango
V3	7,07	A
V2	7,00	A
V1	6,36	B

4.1.4 Número de hojas a los 80 días

Con los datos obtenidos en el campo del número de hojas a los 80 días al final del experimento se efectuó el análisis de varianza, se establecieron diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos, soluciones y variedades. La media tuvo un valor de 11,215 hojas y el coeficiente de variación fue de 3,10 %, (Tabla 12).

TABLA 12. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	14,57		
Repeticiones	2	0,88	0,438	3,63ns
Tratamientos	8	11,77	1,471	12,19 **
Soluciones (S)	2	1,859	0,929	40,144 **
Error	4	0,093	0,023	
Variedades (V)	2	9,303	4,651	30,372**
S x V	4	0,606	0,151	0,989ns
Error	12	1,838	0,153	

Media = 11,215

Coeficiente de variación = 3,10 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 13, para tratamientos en la variable número de hojas a los 80 días presenta tres rangos de significación, en el primer rango se encuentra el tratamiento S2V3 (solución 2, variedad Salad Bowl) con un promedio de 12,17 hojas mientras que el tratamiento S1V1 (solución 1, variedad Crespa) se ubicó en último lugar con un valor de 10,20 hojas.

TABLA 13. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media	Rango
6	S2V3	12,17	A
5	S2V2	12,07	A
8	S3V2	11,57	A
2	S1V2	11,47	AB
9	S3V3	11,27	AB
3	S1V3	11,23	AB
4	S2V1	10,50	BC
7	S3V1	10,47	BC
1	S1V1	10,20	C

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 14, para soluciones en la variable número de hojas a los 80 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la solución S2 con un valor de 11,58 hojas, mientras que la soluciones S3 y S1 presenta un menor número de hojas con valores de 11,10 y 10,97 hojas.

TABLA14. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS

Soluciones	Media	Rango
S2	11,58	A
S3	11,10	B
S1	10,97	B

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 15, para variedades en la variable número de hojas a los 80 días presenta dos rangos de significación, en el primer lugar se

encuentra la variedad V2 (Lollo Rossa) con un promedio de 11,70 hojas, mientras que el último lugar lo ocupa la variedad V1 (Crespa) con un valor de 10,39 hojas.

TABLA 15. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE NUMERO DE HOJAS A LOS 80 DIAS

Variedades	Media	Rango
V2	11,70	A
V3	11,56	A
V1	10,39	B

Realizados los análisis estadísticos y mediante las observaciones de campo se pudo determinar que el número de hojas tuvo influencia de las soluciones aplicadas en el experimento así también las variedades utilizadas presentaran diferencias estadísticas para esta variable, esto se debió probablemente a que las soluciones utilizadas en el cultivo hidropónico promueven el desarrollo vegetativo de la lechuga.

Grupo latino (2010), define como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. Los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició un conjugado o mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a un denominado solución “tipo”, que hasta hoy día se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente.

4.2 LONGITUD DE HOJA

4.2.1 Longitud de hoja a los 35 días

Los datos que se obtuvieron en el campo respecto a la longitud de hoja a los 35 días permitieron realizar el análisis de varianza que determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades. La media tuvo un valor de 4,685 cm y el coeficiente de variación fue de 7,11 %. (Tabla 16).

TABLA 16. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	11,39		
Repeticiones	2	0,35	0,175	1,58 ns
Tratamientos	8	9,27	1,159	10,46 **
Soluciones (S)	2	1,480	0,740	3,426 ns
Error	4	0,864	0,216	
Variedades (V)	2	7,046	3,523	46,484 **
S x V	4	0,745	0,186	2,459 ns
Error	12	0,909	0,076	

Media = 4,685 cm

Coefficiente de variación = 7,11 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 17, para tratamientos en la variable longitud de hoja a los 35 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad Lollo Rossa) con un valor de 5,38cm, mientras que el tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) presenta una menor longitud de hoja con un valor de 3,66 cm.

TABLA 17. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
8	S3V2	5,38	A
2	S1V2	5,23	A
3	S1V3	5,22	A
5	S2V2	4,97	A
9	S3V3	4,92	A
7	S3V1	4,46	AB
6	S2V3	4,45	AB
1	S1V1	3,83	B
4	S2V1	3,66	B

TABLA 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 35 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	5,19	A
V3	4,86	A
V1	3,98	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 18, para variedades correspondiente a la variable longitud de hoja a los 35 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó V2 (Lollo Rossa) con un valor de 5,19 cm, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta una menor longitud de hoja con un valor de 3,98 cm.

4.2.2 Longitud de hoja a los 50 días

Los datos de Tabla 19, referente a longitud de hoja a los 50 días, sirvieron para realizar el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades, en tanto que existen diferencias significativas para soluciones. La media tuvo un valor de 5,216 cm y el coeficiente de variación alcanzó un 9,37 %.

TABLA19. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	13,18		
Repeticiones	2	0,34	0,172	0,72 ns
Tratamientos	8	9,01	1,126	4,71 **
Soluciones (S)	2	3,232	1,616	11,072 *
Error	4	0,584	0,146	
Variedades (V)	2	4,969	2,484	9,198**
S x V	4	0,807	0,202	0,746 ns
Error	12	3,241	0,270	

Media = 5,216
 Coeficiente de variación = 9,37 %
 ns = no significativo
 * = significativo
 ** = altamente significativo

En la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 20, para tratamientos se observa que existen dos rangos de significación. En primer lugar se ubicó el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad LollaRosaa) con un promedio de 5,92 cm. En tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra el tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) con un valor 4,15 cm.

TABLA 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
8	S3V2	5,92	A
9	S3V3	5,92	A
3	S1V3	5,79	A
5	S2V2	5,28	AB
7	S3V1	5,19	AB
6	S2V3	5,11	AB
2	S1V2	5,05	AB
1	S1V1	4,51	AB
4	S2V1	4,15	B

TABLA 21. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S3	5,67	A
S1	5,12	AB
S2	4,84	B

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 21, para soluciones en la variable longitud de hoja a los 50 días se diferenciaron dos rangos de significación estadística, en el primer lugar se ubicó la variedad S3 (Solución 3) con un promedio

de 5,67 cm, en tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra S2 (Solución 2) con un promedio de 4,84 cm.

TABLA 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 50 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V3	5,60	A
V2	5,41	A
V1	4,61	B

Una vez realizada la prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 22, para variedades en la variable longitud de hoja a los 50 días se diferenciaron dos rangos de significación estadística, en el primer lugar se ubicó la variedad V3 (Salad Bowl) con un promedio de 5,60 cm, en tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra V1 (Crespa) con un promedio de 4,61 cm.

4.2.3 Longitud de hoja a los 65 días

Con los datos de campo de la variable longitud de la hoja se efectuó el análisis de varianza que determinó que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades, con una media de 7,547 cm, y un coeficiente de variación de 8,23 %. (Tabla 23).

TABLA 23. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	36,24		
Repeticiones	2	3,28	1,640	4,25 ns
Tratamientos	8	26,79	3,349	8,69 **
Soluciones (S)	2	4,200	2,100	4,759 ns
Error	4	1,765	0,441	
Variedades (V)	2	21,853	10,927	29,787 **
S x V	4	0,738	0,184	0,502 ns
Error	12	4,402	0,367	

Media = 7,547

Coefficiente de variación = 8,23 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 24, para tratamientos presenta cuatro rangos de significación, en el primer rango se encuentra el tratamiento S1V3 (solución 1, variedad Salad Bowl) con un promedio de 9,16 cm, mientras que el último lugar ocupa el tratamiento S3V1 (solución 3, variedad Crespa) con un valor de 5,85 cm.

TABLA 24. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media (cm)	Rango
3	S1V3	9,16	A
2	S1V2	8,38	AB
6	S2V3	8,38	AB
9	S3V3	7,83	ABC
8	S3V2	7,61	ABCD
5	S2V2	7,57	ABCD
1	S1V1	6,63	BCD
4	S2V1	6,48	CD
7	S3V1	5,85	D

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 25, para variedades en la variable longitud de hoja a los 65 días presentó dos rangos de significación, el primer lugar fue para la variedad V3 (Salad Bowl) con un valor promedio de 8,46 cm, mientras que el último lugar lo ocupa la variedad V1 (Crespa) con un promedio de 6,32 cm.

TABLA 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 65 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V3	8,46	A
V2	7,85	A
V1	6,32	B

4.2.4 Longitud de hoja a los 80 días

Con los datos obtenidos en la variable longitud de hoja a los 80 días se realizó el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades. El coeficiente de variación fue de 8,87 % y la media de 8,913 cm. (Tabla 26).

TABLA 26. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	43,79		
Repeticiones	2	1,39	0,696	1,12 ns
Tratamientos	8	32,41	4,051	6,49 **
Soluciones (S)	2	3,897	1,948	1,834 ns
Error	4	4,250	1,062	
Variedades (V)	2	27,597	13,798	28,852 **
S x V	4	0,917	0,229	0,479 ns
Error	12	5,739	0,478	

Media = 8,913

Coeficiente de variación = 8,87 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

TABLA 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
5	S2V2	10,27	A
6	S2V3	10,05	A
3	S1V3	9,95	AB
2	S1V2	9,50	ABC
8	S3V2	9,01	ABC
9	S3V3	8,97	ABC
4	S2V1	7,67	BC
1	S1V1	7,52	C
7	S3V1	7,25	C

La prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 27, para tratamientos permite diferenciar tres rangos de significación, en primer lugar se ubicó el tratamiento S2V2 (solución 2, variedad Lollo Rossa) y en el último lugar de la prueba se ubicó el tratamiento S3V1 (solución 3, variedad Crespa) con un promedio de 7,25 cm.

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 28, para variedades en la variable longitud de hoja a los 80 días se diferenciaron dos rangos de significación, en primer lugar se ubicó V3 (Salad Bowl) con un promedio de 9,66 cm, en tanto que en el último lugar se encuentra V1 (Crespa) con un promedio de 7,48 cm.

TABLA 28. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD DE HOJA A LOS 80 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V3	9,66	A
V2	9,59	A
V1	7,48	B

Mediante los análisis estadísticos realizados y las observaciones de campo podemos deducir que en esta variable influyó directamente la variedad de lechuga estudiada debido a que los mejores resultados en este experimento se dieron en las variedades Salad Bowl y Lollo Rossa ocupando altas posiciones, además podemos acotar que la lechuga Salad Bowl, es una variedad con gran prestigio, de hojas sueltas y corte profundo, tiene muy buena tolerancia al calor y resistente al espigado. Es una lechuga grande y de crecimiento rápido con suculentas hojas largas de color verde claro, crece hasta los 15 cm con una amplitud de 25 cm.

4.3 ALTURA DE PLANTA

4.3.1 Altura de planta a los 35 días

Mediante el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable altura de planta a los 35 días, se determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades, mientras que

existieron diferencias significativas para la fuente de variación soluciones. La media tuvo un valor de 6,400 cm y el coeficiente de variación fue de 6,25 %.(Tabla 29).

TABLA 29. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	16,73		
Repeticiones	2	1,04	0,518	3,24 ns
Tratamientos	8	13,13	1,642	10,26 **
Soluciones (S)	2	4,268	2,134	8,967 *
Error	4	0,952	0,238	
Variedades (V)	2	8,006	4,003	29,868 **
S x V	4	0,858	0,215	1,600 ns
Error	12	1,608	0,134	

Media = 6,400

Coeficiente de variación = 6,25 %

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

TABLA 30. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
8	S3V2	7,56	A
9	S3V3	7,04	AB
5	S2V2	6,80	ABC
3	S1V3	6,58	ABC
2	S1V2	6,52	ABC
7	S3V1	6,19	BCD
6	S2V3	6,10	BCD
1	S1V1	5,75	CD
4	S2V1	5,03	D

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 30, para tratamientos en la variable altura de planta a los 35 días presenta cuatro rangos de significación, en primer lugar de la prueba se encuentra el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad Lollo Rossa) con un

promedio de 7,56 cm, mientras que el último lugar lo ocupa el tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) con un promedio de 5,03 cm.

TABLA31. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S3	6,93	A
S1	6,28	AB
S2	5,98	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 31 para soluciones en la variable altura de planta a los 35 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la solución 3 con un valor de 6,93 cm, mientras que la solución S2 presenta una menor altura de planta con un valor de 5,98 cm.

TABLA32. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	6,96	A
V3	6,57	A
V1	5,66	B

Realizada la prueba de Tukey al 5% para variedades correspondiente a la variable altura de planta a los 35 días en la Tabla 32, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó V2 (LolloRossa) con un valor de 6,96 cm, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta una menor altura de planta con un valor de 5,66 cm.

4.3.2 Altura de planta a los 50 días

Con el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable altura de planta a los 50 días, se determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades, diferencias

significativas tuvo la fuente de variación soluciones. La media tuvo un valor de 6,652 cm y el coeficiente de variación fue de 6,92 %. (Tabla 33).

TABLA 33. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	15,25		
Repeticiones	2	0,74	0,368	1,74 ns
Tratamientos	8	11,13	1,391	6,57 **
Soluciones (S)	2	4,551	2,275	11,893 *
Error	4	0,765	0,191	
Variedades (V)	2	6,497	3,249	14,865 **
S x V	4	0,081	0,020	0,092 ns
Error	12	2,622	0,219	

Media = 6,652

Coeficiente de variación = 6,92 %

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

TABLA 34. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
8	S3V2	7,64	A
9	S3V3	7,31	AB
2	S1V2	7,10	AB
3	S1V3	6,80	AB
5	S2V2	6,62	ABC
7	S3V1	6,51	ABC
6	S2V3	6,44	ABC
1	S1V1	6,03	BC
4	S2V1	5,38	C

En la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 34, para tratamientos en la variable altura de planta a los 50 días se observa que existen tres rangos de significación. En primer lugar se ubicó el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad LollaRossa) con un

promedio de 7,64 cm. En tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra el tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) con un valor 5,38 cm.

TABLA35. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S3	7,15	A
S1	6,64	AB
S2	6,15	B

Aplicada la prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 35, para soluciones, se registraron dos rangos de significación, en el primer lugar de la prueba se encuentra la solución S3 con un valor de 7,15 cm, y en el último lugar se encuentra la solución S2 con un valor de 6,15 cm.

TABLA36. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	7,12	A
V3	6,85	A
V1	5,97	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 36, para variedades correspondiente a la variable altura de planta a los 50 días, se registraron dos rangos de significación estadística, en primer lugar en la prueba se la variedad V2 (LollaRossa) con una altura de 7,12 cm; mientras que la variedad V1 presenta una menor altura de planta con un valor de 5,97 cm.

4.3.3 Altura de planta a los 65 días

A través de los datos recogidos en el campo de la altura de planta a los 65 días se realizó el análisis de varianza, se establecieron diferencias estadísticas altamente

significativas para tratamientos y variedades. La media tuvo un valor de 7,133 cm y el coeficiente de variación fue de 5,14 %. (Tabla 37).

TABLA 37. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 65 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	9,94		
Repeticiones	2	0,45	0,227	1,69 ns
Tratamientos	8	7,34	0,917	6,81 **
Soluciones (S)	2	2,936	1,468	6,078 ns
Error	4	0,966	0,242	
Variedades (V)	2	4,179	2,089	21,098 **
S x V	4	0,221	0,055	0,558 ns
Error	12	1,188	0,099	

Media = 7,133

Coeficiente de variación = 5,14 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

Realizada la prueba de Tukey al 5% para tratamientos correspondiente a la variable altura de planta a los 65 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad Lollo Rossa) con un valor de 7,84 cm; mientras que el tratamiento S2V1 (solución 2, variedad Crespa) presenta una menor altura de planta con un valor de 5,98 cm.

TABLA 38. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 65 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
8	S3V2	7,84	A
9	S3V3	7,59	A
2	S1V2	7,51	A
3	S1V3	7,44	A
5	S2V2	7,10	A
6	S2V3	6,95	AB
7	S3V1	6,89	AB
1	S1V1	6,87	AB
4	S2V1	5,98	B

En la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 38 para variedades en la variable altura de planta a los 65 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la variedad Lollo Rossa y Salad Bowl con un valor de 7,48 cm, mientras que la variedad Crespa presentan una menor altura de planta con un promedio de 6,58 cm.

TABLA39. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 65 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	7,48	A
V3	7,32	A
V1	6,58	B

4.3.4 Altura de planta a los 80 días

Mediante los datos obtenidos en el campo de la variable altura de planta a los 80 días se realizó el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades. La media tuvo un valor de 9,590 cm y el coeficiente de variación fue de 5,47 %. (Tabla 40).

TABLA 40. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	20,93		
Repeticiones	2	4,63	2,314	8,42 *
Tratamientos	8	11,90	1,487	5,41 **
Soluciones (S)	2	2,566	1,283	5,910 ns
Error	4	0,868	0,217	
Variedades (V)	2	8,459	4,229	14,374 **
S x V	4	0,874	0,219	0,742 ns
Error	12	3,531	0,294	

Media = 9,590
 Coeficiente de variación = 5,47 %
 ns = no significativo
 ** = altamente significativo

Realizada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 41, para tratamientos correspondiente a la variable altura de planta a los 80 días, se registraron tres rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S1V2 (solución 1, variedad Lollo Rossa) con un valor de 10,51 cm; mientras que el tratamiento S3V1 (solución 3, variedad crespa) presenta una menor altura de planta con un valor de 8,53 cm.

TABLA 41. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DIAS

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media (cm)	Rango
2	S1V2	10,51	A
6	S2V3	10,29	A
3	S1V3	10,10	AB
5	S2V2	10,06	AB
8	S3V2	9,49	ABC
9	S3V3	9,44	ABC
4	S2V1	9,18	ABC
1	S1V1	8,69	BC
7	S3V1	8,53	C

TABLA 42. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA A LOS 80 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	10,02	A
V3	9,94	A
V1	8,80	B

Mediante la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 42, para variedades correspondiente a la variable altura de planta a los 80 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la variedad V2 (Lollo Rossa)

con un valor de 10,02 cm, en tanto que la variedad V1 (Crespa) presenta una menor altura de planta con un valor de 8,80 cm.

Mediante los análisis estadísticos y las observaciones de campo se puede deducir que la altura de planta se vio influenciada por la aplicación de la solución nutritiva debido probablemente a que esta proporcionó los nutrientes necesarios para un mejor desarrollo del cultivo. Hidro environment 2015, define a la solución nutritiva como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales disueltos en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo. Los estudios de la fisiología vegetal determinaron que ciertos elementos esenciales afectan el desarrollo de la planta, partiendo de esto se inició un conjugado o mezcla de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a una denominada solución “tipo”.

4.4 LONGITUD RADICULAR

4.4.1 Longitud radicular a los 35 días

Los datos de campo de la variable longitud radicular a los 35 días ayudaron para realizar el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades, mientras que existieron diferencias significativas para soluciones. La media tuvo un valor de 5,32 cm y el coeficiente de variación alcanzó un 5,43 %. (Tabla 43).

TABLA43. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	5,84		
Repeticiones	2	0,26	0,130	1,55 ns
Tratamientos	8	4,25	0,531	6,36 **
Soluciones (S)	2	1,436	0,718	7,367 *
Error	4	0,390	0,097	
Variedades (V)	2	2,449	1,225	15,545 **
S x V	4	0,361	0,090	1,146 ns
Error	12	0,945	0,079	

Media = 5,322

Coefficiente de variación = 5,43 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 44, para tratamientos en la variable longitud radicular a los 35 días presenta tres rangos de significación, en el primer lugar se encuentra el tratamiento S2V2 (solución 2, variedad Lollo Rossa) con un promedio de 5,89 cm, mientras que el tratamiento S1V1 (solución 1, variedad Crespa) se ubicó en el último lugar con un valor de 4,68 cm.

TABLA 44. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
5	S2V2	5,89	A
8	S3V2	5,89	A
9	S3V3	5,67	AB
6	S2V3	5,28	ABC
3	S1V3	5,21	ABC
7	S3V1	5,18	ABC
2	S1V2	5,17	ABC
4	S2V1	4,90	BC
1	S1V1	4,68	C

Según la prueba de significación de Tukey al 5% de la Tabla 45, para tratamientos en la variable longitud radicular a los 35 días se establecieron dos rangos de significación. La mayor longitud radicular presenta la solución S3 con un valor de 5,58 cm; y encontrándose en el último rango la solución 1 con un promedio de 5,02 cm.

TABLA 45. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S3	5,58	A
S2	5,36	AB
S1	5,02	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5%, para variedades en la variable longitud radicular a los 35 días de la Tabla 46, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la variedad V2 (LolloRossa) con un valor de 5,65 cm, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta una menor longitud radicular con un valor de 4,92 cm.

TABLA 46. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 35 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	5,65	A
V3	5,38	A
V1	4,92	B

4.4.2 Longitud radicular a los 50 días

Luego de recolectar los datos de campo de la variable longitud radicular a los 50 días se efectuó el análisis de varianza que determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para variedades con una media de 9,519 cm, y un coeficiente de variación de 9,0 %. (Tabla 47).

TABLA 47. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 50 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	25,47		
Repeticiones	2	2,84	1,422	1,94 ns
Tratamientos	8	10,88	1,360	1,85 ns
Soluciones (S)	2	0,616	0,308	0,236 ns
Error	4	5,220	1,305	
Variedades (V)	2	9,777	4,888	8,990 **
S x V	4	0,485	0,121	0,222 ns
Error	12	6,525	0,544	

Media = 9,519
 Coeficiente de variación = 9,0 %
 ns = no significativo
 ** = altamente significativo

TABLA 48. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 50 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V2	10,32	A
V3	9,35	B
V1	8,87	B

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 48, para variedades correspondiente a la variable longitud radicular a los 50 días, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la variedad V2 (Lollo Rossa) con un valor de 10,32 cm, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta una menor longitud radicular con un valor de 8,87 cm.

4.4.3 Longitud radicular a los 65 días

TABLA 49. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	55,15		
Repeticiones	2	1,77	0,886	1,95 ns
Tratamientos	8	46,09	5,762	12,66 **
Soluciones (S)	2	44,953	22,477	80,679 **
Error	4	1,114	0,279	
Variedades (V)	2	0,163	0,082	0,158 ns
S x V	4	0,977	0,244	0,475 ns
Error	12	6,166	0,514	

Media = 12,650
 Coeficiente de variación = 5,33 %
 ns = no significativo
 ** = altamente significativo

El análisis de varianza para la variable longitud radicular a los 65 días se realizó con los datos registrados en el campo, se determinó que existen diferencias estadísticas

altamente significativas para tratamientos y soluciones. La media tuvo un valor de 12,650 cm y el coeficiente de variación alcanzó un 5,33 %. (Tabla 49).

TABLA 50. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS

Tratamientos		Media (cm)	Rango
No.	Símbolo		
2	S1V2	14,55	A
3	S1V3	14,15	AB
1	S1V1	14,12	AB
4	S2V1	12,61	ABC
6	S2V3	12,59	ABC
5	S2V2	12,47	BC
9	S3V3	11,52	C
7	S3V1	10,98	C
8	S3V2	10,85	C

En la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 50, para tratamientos en la variable longitud radicular a los 65 días se observa que existen tres rangos de significación. En primer lugar se ubicó el tratamiento S1V2 (solución 1, variedad Lollo Rossa) con promedio de 14,55 cm. En tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra el tratamiento S3V2 (solución 3, variedad Lollo Rossa) con un valor de 10,85 cm

TABLA 51. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 65 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S1	14,27	A
S2	12,56	B
S3	11,12	C

Aplicada la prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 51, para soluciones en la variable longitud radicular a los 65 días, se registraron tres rangos de significación, en el

primer lugar de la prueba se encuentran la solución 1 con un valor de 14,27 cm y en el último lugar se encuentra la solución 3 con un valor de 11,12 cm.

4.4.4 Longitud radicular a los 80 días

Una vez tomados los datos de la variable longitud radicular a los 80 días se realizó el análisis de varianza que determinó que existe variación estadística altamente significativa para tratamientos y variedades, mientras que hay significación estadística para soluciones. El coeficiente de variación fue de 5,75 % y la media de 13,320 cm. (Tabla 52).

TABLA 52. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	35,34		
Repeticiones	2	4,24	2,119	3,61 ns
Tratamientos	8	21,71	2,714	4,63 **
Soluciones (S)	2	12,273	6,136	8,623 *
Error	4	2,846	0,712	
Variedades (V)	2	8,298	4,149	7,611 **
S x V	4	1,142	0,285	0,523 ns
Error	12	6,541	0,545	

Media = 13,320

Coeficiente de variación = 5,75 %

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

Realizada la prueba de Tukey al 5 % de la Tabla 53, para tratamientos en la variable longitud radicular a los 80 días se diferenciaron dos rangos de significación estadística, en el primer lugar se ubicó el tratamiento S1V3 (solución 1, variedad Salad Bowl) con un promedio de 14,41 cm, en tanto que en el último lugar de la prueba se encuentra el tratamiento S3V1 (solución 3, variedad Crespa) con un promedio de 11,26 cm.

TABLA 53. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media (cm)	Rango
3	S1V3	14,41	A
2	S1V2	14,15	A
5	S2V2	14,07	A
6	S2V3	13,74	A
1	S1V1	13,33	AB
9	S3V3	13,08	AB
4	S2V1	13,01	AB
8	S3V2	12,83	AB
7	S3V1	11,26	B

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 54, para soluciones presenta dos rangos de significación, en el primer rango se encuentra la solución 1 con un promedio de 13,96 cm; en tanto que la solución S3 se ubicó en último lugar con promedio de 12,39 cm.

TABLA 54. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS

Soluciones	Media (cm)	Rango
S1	13,96	A
S2	13,61	AB
S3	12,39	B

TABLA 55. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE LONGITUD RADICULAR A LOS 80 DIAS

Variedades	Media (cm)	Rango
V3	13,74	A
V2	13,68	A
V1	12,54	B

La prueba de Tukey al 5% para variedades presentó dos rangos de significación, el primer lugar fue para la variedad V3 (Salad Bowl) con un valor promedio de 13,74

cm, mientras que el último lugar lo ocupa la variedad V1 (Crespa) con un promedio de 12,54 cm. (Tabla 55).

La aplicación de la solución nutritiva S1 formada de (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0.60, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0.60)en el experimento tuvo los mejores resultados para esta variable debido probablemente a que los nutrientes proporcionados inducen un mejor desarrollo del cultivo, por otra parte las variedades Salad Bowl y LolloRossa tuvieron también los mejores promedios en los análisis estadísticos observándose que es una característica propia de cada variedad. Garzón (2006), afirma que el principio fundamental de la técnica de NFT consiste en la re-circulación de la solución nutritiva a través de varios canales de tubos de PVC, ductos ABS o similares que llegan a un contenedor y que con la ayuda de una bomba sube nuevamente a dicha solución nutritiva. La recirculación suministrará los nutrientes necesarios a las plantas por medio de las raíces que cuelgan desde las canastillas del contenedor para que la planta se desarrolle y crezca adecuadamente.

4.5 DÍAS A LA COSECHA

TABLA 56. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIAS A LA COSECHA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	816,67		
Repeticiones	2	66,67	33,333	1,00 ns
Tratamientos	8	216,67	27,083	0,81 ns
Soluciones (S)	2	66,667	33,333	1,000 ns
Error	4	133,333	33,333	
Variedades (V)	2	16,667	8,333	0,250 ns
S x V	4	133,333	33,333	1,000 ns
Error	12	400,000	33,333	

Media = 85,556

Coefficiente de variación = 6,75 %

ns = no significativo

Mediante el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable días a la cosecha, se determinó que no existe variación estadística para las fuentes de variación estudiadas. La media tuvo un valor de 85,55 días y el coeficiente de variación fue de 6,75 %. Los análisis estadísticos efectuados permiten determinar que la variable días a la cosecha es una característica propia de las variedades ya que no existe variación entre los datos de campo, con respecto a revisiones bibliográficas, de esta manera se comprueba que el ciclo del cultivo casi no varía. (Tabla 56).

4.6 PESO DE LA LECHUGA

Con el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable peso de la lechuga, se determinó la existencia de diferencias altamente significativas para tratamientos y variedades, diferencias significativas para soluciones. La media tuvo un valor de 154,441 gramos y el coeficiente de variación fue de 14,63 %. (Tabla 57).

TABLA 57. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	46500,02		
Repeticiones	2	4472,15	2236,074	4,38 *
Tratamientos	8	33863,00	4232,876	8,29 **
Soluciones (S)	2	16403,354	8201,677	9,675*
Error	4	3390,870	847,717	
Variedades (V)	2	15338,669	7669,334	19,277**
S x V	4	2120,981	530,245	1,332ns
Error	12	4774,002	397,833	

Media = 154,441

Coeficiente de variación = 14,63 %

ns = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

Efectuada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 58, para tratamientos en la variable peso de la lechuga, se registraron cuatro rangos de significación estadística, en primer lugar en la prueba se ubicó el tratamiento S2V3 (solución 2, variedad Salad Bowl) con una media de 212,3 g; mientras que el tratamiento S1V1 (solución 1, variedad Crespa) presenta un menor peso con un valor de 96,1 g.

TABLA 58. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media (g)	Rango
6	S2V3	212,3	A
5	S2V2	191,8	AB
9	S3V3	185,9	ABC
4	S2V1	161,0	ABCD
3	S1V3	155,1	ABCD
2	S1V2	140,5	BCD
8	S3V2	126,0	CD
7	S3V1	121,3	CD
1	S1V1	96,1	D

Realizada la prueba de Tukey al 5% de la Tabla 59, para soluciones correspondiente a la variable peso de la lechuga, se registraron dos rangos de significación, en primer lugar en la prueba se ubicó la solución 2 con un promedio de 188,4 g; mientras que la solución 1 presenta un menor peso con un valor de 130,5g.

TABLA 59. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA

Soluciones	Media (g)	Rango
S2	188,4	A
S3	144,4	B
S1	130,5	C

Mediante la prueba de Tukey al 5% para variedades en la variable peso de la lechuga, se registraron tres rangos de significación, en primer lugar en la prueba se

ubicó la variedad V3 (Salad Bowl) con un valor de 184,4 g, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta un menor peso con un valor de 126,1 g.(Tabla 60).

TABLA 60. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE PESO DE LA LECHUGA

Variedades	Media (g)	Rango
V3	184,4	A
V2	152,8	B
V1	126,1	C

4.7 RENDIMIENTO

Mediante el análisis de varianza se analizaron los datos de campo obtenidos para la variable rendimiento, se determinó la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos y variedades; diferencias significativas presentó la fuente de variación soluciones. La media tuvo un valor de 30886,66 kg/ha y el coeficiente de variación fue de 14,62 %. (Tabla 61).

TABLA 61. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor de F
Total	26	1858518400,0		
Repeticiones	2	178659822,2	89329911,1	4,38 *
Tratamientos	8	1353594933,3	169199366,6	8,30**
Soluciones (S)	2	655591466,6	327795733,3	9,677*
Error	4	135494311,1	33873577,7	
Variedades (V)	2	613067022,2	306533511,1	19,281**
S x V	4	84936444,4	21234111,1	1,335ns
Error	12	190769333,3	15897444,4	

Media = 30886,66

Coeficiente de variación = 14,62 %

ns = no significativo

** = altamente significativo

La prueba de Tukey al 5% de la Tabla 62, para tratamientos en la variable rendimiento presenta cuatro rangos de significación, en primer lugar en la prueba se encuentra el tratamiento S2V3 (solución 2, variedad Salad Bowl) con un promedio de 42446,7 Kg/ha, en tanto que el tratamiento S1V1 (solución 1, variedad Crespa) se ubicó en el último lugar con un valor de 19213,3 Kg/ha.

TABLA 62. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA TRATAMIENTOS EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Tratamientos			
No.	Símbolo	Media (kg)	Rango
6	S2V3	42446,7	A
5	S2V2	38360,0	AB
9	S3V3	37186,7	ABC
4	S2V1	32200,0	ABCD
3	S1V3	31013,3	ABCD
2	S1V2	28100,0	BCD
8	S3V2	25200,0	CD
7	S3V1	24260,0	CD
1	S1V1	19213,3	D

Según la prueba de significación de Tukey al 5% para soluciones en la variable rendimiento se establecieron dos rangos de significación. El mayor rendimiento fue para la solución 2 con un valor de 37668,9 Kg/ha; encontrando en el último rango y lugar a la solución 1 con un promedio de 26108,8 Kg/ha. (Tabla 63).

TABLA 63. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA SOLUCIONES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Soluciones	Media (kg)	Rango
S2	37668,9	A
S3	28882,2	AB
S1	26108,8	B

Realizada la prueba de Tukey al 5% para variedades en la variable rendimiento de la Tabla 64, se determinó que la variedad V3 (Salad Bowl) fue la mejor con un promedio de 36882,2 Kg/ha, mientras que la variedad V1 (Crespa) presenta menor promedio con un valor de 25224,4 Kg/ha.

TABLA 64. PRUEBA DE TUKEY AL 5 % PARA VARIEDADES EN LA VARIABLE RENDIMIENTO

Variedades	Media (kg)	Rango
V3	36882,2	A
V2	30553,3	B
V1	25224,4	C

Realizadas las observaciones en el campo y de los análisis estadísticos efectuados se deduce que la aplicación de soluciones nutritivas influyó directamente sobre el rendimiento observándose que la solución S2 tuvo los mejores resultados para esta variable debido a que los nutrientes presentes en su formulación son los adecuados para el desarrollo del cultivo de lechuga. Briones (2007) señala que se pueden cultivar hortalizas de tamaño pequeño y mediano en contenedores repletos de solución nutritiva, acelerando su tiempo de desarrollo y maximizando el espacio de la instalación. Se debe tener precaución el pH y la conductividad de la solución nutritiva. En el sistema NTF las plantas crecen sobre una lámina de agua en continuo movimiento, y enriquecida con soluciones nutritiva. Tiene varias ventajas como son: ahorrar agua, disminución de mano de obra, acorta tiempos y optimiza espacios, etc.

4.8 ANÁLISIS ECONÓMICO

TABLA 65. COSTOS DE PRODUCCIÓN

LABORES	MANO DE OBRA			MATERIALES					TOTAL
	# de jornales	Costo unitario	Subtotal	Materiales	U. medida	Cantidad	Costo unitario	Subtotal	
Trasplante	1	15	15	Plantas	numero	900	0,05	45	60,0
				Esponjas	Unidades	900	0,03	27	27,0
Fertilización	4	15	60	Solución 1	g	3172,8	7,95	7,95	68,0
				solución 2	g	2664,96	8,92	8,92	8,9
				Solución 3	g	2119,04	6,34	6,34	6,3
C. Fitosanitarios	1	15	15	Insecticidas	cc	1	12	12,00	27,0
Riegos	6	15	90						90,0
Cosecha	2	15	30	Gavetas	Cartones	30	0,15	4,5	34,5
				Fundas	unidades	2	0,8	1,6	1,6
				Transporte	Transporte	1	15	15	15,0
TOTAL			210,00 \$					128,31\$	338,31\$

Para evaluar la rentabilidad de la aplicación de soluciones nutritivas en el cultivo de lechuga, se determinaron los costos de producción del ensayo. Se consideraron entre otros los siguientes valores: \$ 210,0 para mano de obra, \$ 128,31 para costos de materiales, dando el total de \$ 338,31.

El cuadro 66, indica los costos de inversión del ensayo desglosados por tratamiento. La variación de los costos está dada básicamente por el diferente precio de cada solución. Los costos de producción se detallan en dos rubros que son: costos generales y costos de la aplicación de las soluciones en cada tratamiento.

TABLA 66. COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

COSTOS DE INVERSIÓN DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO			
Tratamiento	Costos generales \$	Aplicación de soluciones \$	Costo total \$
S1V1	28,345	9,33	37,67
S1V2	28,345	9,33	37,67
S1V3	28,345	9,33	37,67
S2V1	28,345	9,63	37,97
S2V2	28,345	9,63	37,97
S2V3	28,345	9,63	37,97
S3V1	28,345	8,76	37,10
S3V2	28,345	8,76	37,10
S3V3	28,345	8,76	37,10

El cuadro 67, presenta los ingresos totales del ensayo por tratamiento. El número de lechugas fue igual para todos los tratamientos estudiados, considerando el precio por cada lechuga en \$ 0,60 para la época en que se sacaron a la venta

TABLA 67. INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO

INGRESOS TOTALES DEL ENSAYO POR TRATAMIENTO			
Tratamiento	No. lechugas	Precio \$	Ingreso total \$
S1V1	100	0,60	60,0
S1V2	100	0,60	60,0
S1V3	100	0,60	60,0
S2V1	100	0,60	60,0
S2V2	100	0,60	60,0
S2V3	100	0,60	60,0
S3V1	100	0,60	60,0
S3V2	100	0,60	60,0
S3V3	100	0,60	60,0

La actualización de los costos se hizo con la tasa de interés bancaria del 12% anual y se consideraron los dos meses que duró el ensayo. La relación beneficio costo, presenta valores positivos, encontrando que los tratamientos que tuvieron la solución 3, alcanzaron la mayor relación beneficio costo de 1,58 en donde la inversión generó aparte de los intereses de capital una ganancia del 58 %.

TABLA 68. CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 12 %

CÁLCULO DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO DE LOS TRATAMIENTOS CON TASA DE INTERÉS AL 12 %					
Tratamiento	Ingreso total \$	Costo total \$	Factor de actual \$	Costo total actual \$	RBC
S1V1	60,0	37,67	1,02	38,42	1,56
S1V2	60,0	37,67	1,02	38,42	1,56
S1V3	60,0	37,67	1,02	38,42	1,56
S2V1	60,0	37,97	1,02	38,72	1,54
S2V2	60,0	37,97	1,02	38,72	1,54
S2V3	60,0	37,97	1,02	38,72	1,54
S3V1	60,0	37,10	1,02	37,84	1,58
S3V2	60,0	37,10	1,02	37,84	1,58
S3V3	60,0	37,10	1,02	37,84	1,58

Factor de actualización $Fa = (1 + i)^n$

Tasa de interés anual $i = 12\%$ año 2015

Período $n = 2$ meses de duración del ensayo

4.9 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de tres distintas soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico de lechuga se deduce, que ayuda a mejorar el rendimiento con relación al cultivo tradicional de lechuga porque llegamos a obtener pesos ideales para comercialización y mejores, especialmente al utilizar la solución 2 compuesta de (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm)

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS

6.1 CONCLUSIONES

Al concluir la investigación de “Producción hidropónica de tres variedades de lechuga (*Lactuca sativa L*), bajo el sistema NFT, con tres soluciones nutritivas” se efectuaron las siguientes conclusiones.

Los mejores promedios en cuanto al número de hojas hasta los 65 días fue para los tratamientos S1V2 (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0.60, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0.60 ppm; variedad Lollo Rossa) y S1V3 (N:144 , P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe: 6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0.60, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0.60 ppm; variedad Salad Bowl). A los 80 días los tratamientos con los promedios más altos para esta variable fueron S2V3 y S2V2, esta respuesta probablemente se debe a las características propias de cada variedad.

La aplicación de solución S3 en las variedades V2 Lollo Rossa y V3 Salad Bowl tuvieron buenos promedios en la variable longitud de hojas hasta los 50 días del cultivo, en tanto que al avanzar el cultivo los tratamientos S2V2 y S2V3 produjeron una mayor longitud de hojas a los 80 días. La aplicación de soluciones nutritivas acompañadas de la genética de cada variedad produjo un mejor desarrollo del cultivo.

La altura de planta hasta los 65 días estuvo influenciada por la aplicación de la solución S3 (N:96, P: 40, K: 80, Ca: 40, Mg: 16, S:4.8 , Fe:4 ,Cu: 0.02, Zn:0.32, Mn:0.4 , Mo:0.004, B:0.30, Co: 0,40ppm) ya que los tratamientos con ésta presentan los mejores resultados, en cambio al avanzar el cultivo hasta los 80 días las variedades V2 LolloRossa y V3 Salad Bowl son las de mejores promedios. Debido a que los nutrientes se encuentran en proporciones iguales a las que necesitaba el cultivo además de las características genéticas de las variedades.

La aplicación de la solución S1 (N: 144, P: 60, K: 120, Ca: 60, Mg: 24, S: 7.2, Fe:6 ,Cu: 0.02, Zn:0.48, Mn:0.60, Mo:0.006, B:0.50, Co: 0.60 ppm)tuvo influencia sobre la variable longitud radicular ya que con esta se obtuvieron los mejores resultados para este cultivo. Debido a que los nutrientes presentes en la solución tuvieron las proporciones adecuadas para el cultivo.

En cuanto a los días a la cosecha se puede decir que no hay variación estadística por lo tanto se concluye que las variedades y las soluciones no tuvieron influencia sobre esta variable, ya que todas coinciden en los datos así como en las revisiones bibliográficas.

Las variables peso y rendimiento estuvieron influenciados por la aplicación la solución S2 (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm)y se determinó que la variedad V3 Salad Bowl es la de mejor rendimiento posiblemente debido a las características genéticas propias de la variedad.

Analizados económicamente los tratamientos se concluye que los tratamientos que tuvieron la solución 3, alcanzaron la mayor relación beneficio costo equivalente a 1,58 que indica una ganancia del 58 %.

6.2. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. (1998). *Fitopatología*.(2^{da}ed.). México. Limusa.
2. Arias, L., Tautiva, L., Piedrahita, W., & Chaves, B. (2007). Evaluación de 3 métodos de control de moho blanco (*Sclerotiniasclerotiorum* (Lib) de Bary) en lechuga (*Lactuca sativa* L). *Agronomía Colombia*, 25(1), 131-141.
3. Arriaza, A., Martínez, A., Meyer, J., Castillo, D.,&Hincapié, R. (2009).*Producción hidropónica de lechuga integrada con el cultivo de tilapia con tres niveles de potasio y hierro*. (Tesis de Producción Agropecuaria). Zamorano. Honduras.
4. Antillón, L. (2006).*Hidroponía Cultivo Sin tierra*.Tecnológica de Costa Rica.

5. Barrios N, (2004). *Evaluación del cultivo de la lechuga, (Lactuca sativa L) bajo condiciones hidropónicas en Pachalí, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.*(Tesis de Ingeniero agrónomo). SPA. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.
6. Calderón, F. (2004). *La solución nutritiva*. Bogotá. D.C.
7. Castillo, C. (2001). *La hidroponía como alternativa de producción vegetal*. Recuperado de: <http://chcastillo.tripod.com/hidroponia/concepto.htm> (2 of 2)
8. Carranza, C., Lanhero, O., Miranda, D., & Chaves, B. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa L*) batovia cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombia*, 27(1), 41-48.
9. Carrasco, G., Tapia, J., Urrestaraza, M., (2006). Contenidos de nitratos en Lechugas cultivadas en sistemas hidropónicos. *IDESIA (Chile)*, 24(1), 25-30.
10. Carillo, G., Lara, A., Padilla, L., Flores, M., Avelar, J., & Llamas, J., (2015). Evaluación técnica y financiera del cultivo de lechuga en invernadero alternativa para invierno. *Terra Latinoamericana*, 33(3), 251-260.
11. García, E.(2007). *Efecto de 2 soluciones nutritivas de origen orgánico (Lombricompost y Bokashi) sobre el rendimiento y calidad de la lechuga (Lactuca sativa L var. longifoliacompositae).*(Tesis de Ingeniero agrónomo). Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
12. 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.* (Tesis en ciencias y producción agropecuarias).Zamorano. Honduras.
13. Grupo Latino. (2010). *Manual de cultivos hidropónicos*. Colombia.
14. Guanochanga, S., &Betancourth, V. (2010). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de lechugas hidropónicas en la ciudad de Quito.* (Tesis de Ingeniero en gerencia y liderazgo). Universidad Politécnica Salesiana, Quito.
15. Gutiérrez, J. (2011). *Producción Hidropónica de Lechuga con y sin recirculación de soluciones nutritivas.* (Tesis de maestría en Ciencias en Horticultura). Universidad Autónoma de Chapingo, México.

16. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2015). *Guías de la Estación Meteorológica Querochaca- Ambato*. Quito.
17. Kleiber, T., Starzyk, J., Bosiacki, M. (2013). Effects of nutrient solution, effective microorganisms and assimilation the growth of lettuce (*Lactuca sativa* L)in hidroponic cultivation. *Acta agrobotanica*, 66(1), 27-38.
18. Hidroenvyronment. (2008).*Sistema Nutrient Film Technique*. Recuperado de: http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=101
19. Lara, A. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra latinoamericana*, 17(3), 221-229.
20. Lastra, O., Tapia, ML., Rozeta, B., Rojas, M. (2009). Respuesta de la lechuga hidropónica distintos tratamientos de Nitrógeno: Crecimiento y contenido de nitrógeno en hojas. *IDESIA*, 27(1), 83-89.
21. León, G. (2006). *Guía para los cultivos en invernaderos*. (2^{da}ed.). México.
22. Longur, B. (2013). El estado de técnicas hidropónicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(5), 803-809.
23. Mafla, E. (2015). *Respuesta de tres variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) Con tres niveles de fertilización en producción hidropónica en la zona de Ibarra, Provincia de Imbabura*. (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad técnica de Babahoyo. El Ángel -Ecuador.
24. Manjarrez, G. (2000). *Evaluación de soluciones nutritivas en el cultivo hidropónico de lechuga (Lactuca sativa)*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Ambato.
25. Martínez, G., Ortiz, Y., &Lopez, R. (2012). Oxigenación de la solución nutritiva recirculante y su efecto en tomate y lechuga. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(5), 49-52.
26. Méndez, X., & Briones, E. (2007). *Producción de lechuga hidropónica para la explotación al mercado Alemán*. (Tesis de Ingeniería en Finanzas). ESPOL. Guayaquil.
27. Mundo, C. (2013). *Proyecto de tecnología hidropónica- Producción de Jitomates y Lechugas*. Tesis de Ingeniero Químico. Universidad Nacional Autonoma de Mexica, México D.F.
28. Montesdeoca, N. (2009). *Caracterización Física, Química Y Funcional De La Lechuga Rizada (Lactuca Sativa Variedad Crispa), para la creación de*

- una Norma Técnica Ecuatoriana, por parte del Instituto Ecuatoriano De Normalización 2008. (Tesis de Ingeniero Ingeniero Agrónomo), Universidad Tecnica de Cotopaxi, Latacunga.*
- 29.** Oscar, M. (2001). *Seminarios de Agronegocios Lechugas hidropónicas.* Universidad del pacifico.
 - 30.** Pérez, G., & Luque, A. (1974). *Cultivo hidropónico de lechugas.* Libro español.
 - 31.** Ramos, E., Wiyasa, T., & Bakhtiar. (2007). *Producción hidropónica de lechuga (Lactuca sativa L.) en sistema re-circulante en la región atlántica de Costa rica.* (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad EARTH, Guácimo.
 - 32.** Rodríguez, J., & Santana, H. (2011). *Comportamiento de tres cultivares de lechuga de hoja (Lactuca sativa L), con cinco distanciamientos de siembra.* (Tesis Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo.
 - 33.** Salazar, G. (2001). *Historia de la hidroponía y nutrición vegetal.* Recuperado de: http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Historia_de_la_Hidroponia/Historia_de_la_Hidroponia.htm
 - 34.** Sádaba, S., Castillo, J., Sanz G, J., Uribarri, A., & Aguado, G. (2007). Lechuga en cultivo hidropónico, acercamiento a las nuevas formas de producción. *Revista Navarra Agraria. I*(161), 29 – 34.
 - 35.** Salinas, C. (2013). *Introducción de cinco variedades de lechuga (Lactuca sativa L.) en el Barrio Santa Fe de la parroquia Atahualpa del Cantón Ambato.* (Tesis de Ingeniero Agrónomo). Universidad Técnica de Ambato. Ambato.
 - 36.** Solari, M., Rodriguez, A, Jacobsen, S., Soplín, H., Guerrero, J., & Helfgoff, S. (2004). Efectos de las aplicaciones foliares de metanol sobre el rendimiento de lechuga. *Ecología aplicada*, 3(1-2), 24-34.
 - 37.** Urbina, E., Baca, A., Núñez, R., Colinas, T., Tijerina, L., & Tirado, J. (2010). Zeolita como sustrato en el cultivo hidropónico de Gerbera. *Terra Latinoamericana*, 29 (4), 387-394.

6.3. ANEXOS

Anexo 1. Número de hojas a los 35 días

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	4,4	4,0	4,1	12,5	4,2
2	S1V2	4,5	4,2	4,1	12,8	4,3
3	S1V3	4,3	4,2	4,1	12,6	4,2
4	S2V1	4,0	4,2	4,2	12,4	4,1
5	S2V2	4,1	4,2	4,0	12,3	4,1
6	S2V3	4,2	4,2	4,0	12,4	4,1
7	S3V1	4,0	4,0	4,1	12,1	4,0
8	S3V2	4,1	4,0	4,1	12,2	4,1
9	S3V3	4,0	4,0	4,0	12,0	4,0

Anexo 2. Número de hojas a los 50 días

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	5,5	5,4	5,1	16,0	5,3
2	S1V2	5,5	5,6	5,1	16,2	5,4
3	S1V3	5,5	5,4	5,5	16,4	5,5
4	S2V1	4,9	5,1	4,8	14,8	4,9
5	S2V2	4,9	4,8	5,1	14,8	4,9
6	S2V3	5,0	5,0	5,1	15,1	5,0
7	S3V1	5,0	4,9	4,8	14,7	4,9
8	S3V2	5,4	5,2	5,0	15,6	5,2
9	S3V3	5,2	5,2	4,9	15,3	5,1

Anexo 3. Número de hojas a los 65 días

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	6,6	6,6	6,9	20,1	6,7
2	S1V2	6,8	7,4	7,4	21,6	7,2
3	S1V3	7,1	7,3	7,2	21,6	7,2
4	S2V1	4,9	6,6	6,2	17,7	5,9
5	S2V2	7,2	6,8	7,2	21,2	7,1
6	S2V3	7,3	6,9	6,9	21,1	7,0
7	S3V1	6,4	6,6	6,5	19,5	6,5
8	S3V2	7,0	6,6	6,6	20,2	6,7
9	S3V3	7,1	7,1	6,8	21,0	7,0

Anexo 4. Número de hojas a los 80 días

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	10,2	10,4	10,0	30,6	10,2
2	S1V2	12,3	11,1	11,0	34,4	11,5
3	S1V3	11,2	11,2	11,3	33,7	11,2
4	S2V1	11,0	10,1	10,4	31,5	10,5
5	S2V2	12,0	12,1	12,1	36,2	12,1
6	S2V3	12,3	12,1	12,1	36,5	12,2
7	S3V1	10,3	10,6	10,5	31,4	10,5
8	S3V2	12,0	11,2	11,5	34,7	11,6
9	S3V3	11,9	11,3	10,6	33,8	11,3

Anexo 5. Longitud de hoja a los 35 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	3,75	3,86	3,88	11,49	3,83
2	S1V2	5,29	5,49	4,93	15,71	5,24
3	S1V3	4,91	5,32	5,45	15,68	5,23
4	S2V1	3,76	3,47	3,77	11,00	3,67
5	S2V2	5,10	5,10	4,73	14,93	4,98
6	S2V3	4,14	5,09	4,14	13,37	4,46
7	S3V1	3,97	4,47	4,96	13,40	4,47
8	S3V2	5,23	5,18	5,73	16,14	5,38
9	S3V3	4,57	4,80	5,40	14,77	4,92

Anexo 6. Longitud de hoja a los 50 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	3,99	4,73	4,83	13,55	4,52
2	S1V2	5,34	5,01	4,80	15,15	5,05
3	S1V3	5,50	5,11	6,77	17,38	5,79
4	S2V1	4,35	3,59	4,51	12,45	4,15
5	S2V2	5,33	5,76	4,75	15,84	5,28
6	S2V3	5,11	5,19	5,04	15,34	5,11
7	S3V1	5,03	5,08	5,46	15,57	5,19
8	S3V2	6,63	5,24	5,91	17,78	5,93
9	S3V3	5,88	5,89	5,99	17,76	5,92

Anexo 7. Longitud de hoja a los 65 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	6,19	6,63	7,08	19,90	6,63
2	S1V2	8,88	7,58	8,68	25,14	8,38
3	S1V3	9,32	9,21	8,97	27,50	9,17
4	S2V1	8,26	5,56	5,62	19,44	6,48
5	S2V2	7,63	7,45	7,65	22,73	7,58
6	S2V3	9,08	8,23	7,83	25,14	8,38
7	S3V1	5,99	5,91	5,67	17,57	5,86
8	S3V2	8,50	6,97	7,36	22,83	7,61
9	S3V3	8,50	7,97	7,04	23,51	7,84

Anexo 8. Longitud de hoja a los 80 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	6,37	7,35	8,85	22,57	7,52
2	S1V2	9,31	10,08	9,12	28,51	9,50
3	S1V3	10,01	9,93	9,92	29,86	9,95
4	S2V1	8,27	7,71	7,05	23,03	7,68
5	S2V2	10,18	10,44	10,19	30,81	10,27
6	S2V3	10,89	9,74	9,52	30,15	10,05
7	S3V1	7,11	7,49	7,15	21,75	7,25
8	S3V2	10,39	8,60	8,04	27,03	9,01
9	S3V3	10,26	8,72	7,95	26,93	8,98

Anexo 9. Altura de planta a los 35 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	6,20	5,46	5,61	17,27	5,76
2	S1V2	6,13	6,70	6,73	19,56	6,52
3	S1V3	6,11	6,81	6,82	19,74	6,58
4	S2V1	4,75	5,04	5,32	15,11	5,04
5	S2V2	6,91	6,67	6,82	20,40	6,80
6	S2V3	5,68	6,79	5,85	18,32	6,11
7	S3V1	5,66	6,05	6,88	18,59	6,20
8	S3V2	7,42	7,31	7,97	22,70	7,57
9	S3V3	6,58	6,78	7,76	21,12	7,04

Anexo 10. Altura de planta a los 50 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	6,40	5,82	5,87	18,09	6,03
2	S1V2	7,17	7,15	7,00	21,32	7,11
3	S1V3	6,34	7,05	7,02	20,41	6,80
4	S2V1	4,86	5,70	5,59	16,15	5,38
5	S2V2	7,17	5,72	6,99	19,88	6,63
6	S2V3	6,03	6,98	6,33	19,34	6,45
7	S3V1	6,12	6,32	7,11	19,55	6,52
8	S3V2	7,42	7,48	8,04	22,94	7,65
9	S3V3	6,94	7,02	7,97	21,93	7,31

Anexo 11. Altura de planta a los 65 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	7,13	6,60	6,90	20,63	6,88
2	S1V2	7,84	7,29	7,42	22,55	7,52
3	S1V3	7,24	7,55	7,53	22,32	7,44
4	S2V1	5,74	6,21	5,99	17,94	5,98
5	S2V2	7,51	6,47	7,32	21,30	7,10
6	S2V3	6,81	7,28	6,76	20,85	6,95
7	S3V1	6,52	6,71	7,46	20,69	6,90
8	S3V2	7,47	7,79	8,28	23,54	7,85
9	S3V3	7,25	7,34	8,18	22,77	7,59

Anexo 12. Altura de planta a los 80 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	8,45	8,88	8,74	26,07	8,69
2	S1V2	11,09	10,70	9,75	31,54	10,51
3	S1V3	10,17	10,69	9,45	30,31	10,10
4	S2V1	9,44	9,79	8,31	27,54	9,18
5	S2V2	10,04	10,43	9,72	30,19	10,06
6	S2V3	11,48	9,75	9,65	30,88	10,29
7	S3V1	8,70	8,94	7,95	25,59	8,53
8	S3V2	10,36	9,01	9,11	28,48	9,49
9	S3V3	10,56	9,13	8,65	28,34	9,45

Anexo 13. Longitud radicular a los 35 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	4,78	4,27	5,01	14,06	4,69
2	S1V2	4,58	5,44	5,49	15,51	5,17
3	S1V3	5,09	5,22	5,32	15,63	5,21
4	S2V1	4,72	5,04	4,95	14,71	4,90
5	S2V2	6,28	5,72	5,69	17,69	5,90
6	S2V3	5,46	5,15	5,23	15,84	5,28
7	S3V1	4,83	5,37	5,35	15,55	5,18
8	S3V2	5,83	5,73	6,12	17,68	5,89
9	S3V3	5,62	5,42	5,98	17,02	5,67

Anexo 14. Longitud radicular a los 50 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	8,31	9,69	9,48	27,48	9,16
2	S1V2	10,18	10,19	10,66	31,03	10,34
3	S1V3	9,49	10,68	8,90	29,07	9,69
4	S2V1	8,22	9,84	8,46	26,52	8,84
5	S2V2	10,93	9,58	10,71	31,22	10,41
6	S2V3	9,73	7,90	9,50	27,13	9,04
7	S3V1	7,92	8,22	9,77	25,91	8,64
8	S3V2	8,99	10,46	11,22	30,67	10,22
9	S3V3	8,03	9,78	10,16	27,97	9,32

Anexo 15. Longitud radicular a los 65 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	14,97	13,61	13,78	42,36	14,12
2	S1V2	14,92	14,68	14,05	43,65	14,55
3	S1V3	14,30	14,03	14,13	42,46	14,15
4	S2V1	12,84	12,42	12,58	37,84	12,61
5	S2V2	12,51	12,49	12,42	37,42	12,47
6	S2V3	13,72	11,92	12,13	37,77	12,59
7	S3V1	11,65	10,69	10,59	32,93	10,98
8	S3V2	9,75	11,44	11,37	32,56	10,85
9	S3V3	12,14	12,31	10,12	34,57	11,52

Anexo 16. Longitud radicular a los 80 días (cm)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	12,64	13,53	13,83	40,00	13,33
2	S1V2	15,18	13,22	14,05	42,45	14,15
3	S1V3	14,30	13,93	14,99	43,22	14,41
4	S2V1	13,19	12,53	13,32	39,04	13,01
5	S2V2	14,76	13,88	13,58	42,22	14,07
6	S2V3	13,95	13,36	13,90	41,21	13,74
7	S3V1	12,85	10,87	10,07	33,79	11,26
8	S3V2	14,40	11,30	12,78	38,48	12,83
9	S3V3	13,23	13,20	12,80	39,23	13,08

Anexo 17. Días a la cosecha

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	60	90	90	240	80
2	S1V2	85	85	85	255	85
3	S1V3	85	85	85	255	85
4	S2V1	90	90	90	270	90
5	S2V2	85	85	85	255	85
6	S2V3	85	85	85	255	85
7	S3V1	90	90	90	270	90
8	S3V2	85	85	85	255	85
9	S3V3	85	85	85	255	85

Anexo 18. Peso de la lechuga (g)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	76,0	103,0	109,2	288,2	96,1
2	S1V2	152,8	129,2	139,5	421,5	140,5
3	S1V3	139,5	192,2	133,5	465,2	155,1
4	S2V1	181,2	168,8	133,0	483,0	161,0
5	S2V2	205,5	199,2	170,7	575,4	191,8
6	S2V3	247,2	201,7	188,0	636,9	212,3
7	S3V1	127,2	143,4	93,3	363,9	121,3
8	S3V2	164,9	102,7	110,4	378,0	126,0
9	S3V3	222,9	175,5	159,4	557,8	185,9

Anexo 19. Rendimiento (kg/ha)

Tratamientos		Repeticiones			Total	Media
No.	Símbolo	I	II	III		
1	S1V1	15200	20600	21840	57640	19213,3
2	S1V2	30560	25840	27900	84300	28100,0
3	S1V3	27900	38440	26700	93040	31013,3
4	S2V1	36240	33760	26600	96600	32200,0
5	S2V2	41100	39840	34140	115080	38360,0
6	S2V3	49400	40340	37600	127340	42446,7
7	S3V1	25440	28680	18660	72780	24260,0
8	S3V2	32980	20540	22080	75600	25200,0
9	S3V3	44580	35100	31880	111560	37186,7

ANEXOS DE LA PRODUCCION HIDROPONICA DE LECHUGA

- ✓ El ensayo se realizó en la parroquia Montalvo, barrió Luz de América, donde primero se realizó la adecuación del terreno eliminando malas hierbas.



- ✓ Luego se procedió a la nivelación e instalación del sistema de cultivo hidropónico NFT.



- ✓ Se procedió a la siembra de la lechuga con esponjas para evitar laceraciones en el cuello de la lechuga, se lavando suavemente la raíz con agua para eliminar el sustrato. Por último se incorporó las soluciones nutritivas



- ✓ Se procedió a tomar datos a los 35, 50, 65, y 80 días respectivamente.



CAPÍTULO VII

PROPUESTA

7.1 TÍTULO

“PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE LECHUGA (*Lactuca sativa L*), BAJO EL SISTEMA NFT, CON LA SOLUCION NUTRITIVA (N:120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm) .”

7.2. DATOS INFORMATIVOS

El presente estudio de investigación se realizó en el Cantón Ambato, Parroquia Montalvo, Barrio Luz de América, en la propiedad de la Ing. Cecilia Telenchana, a una latitud de: 01^o24'00" S, longitud: 78^o23'00" W, y con una altitud de 2600 msnm.

Los responsables administrativos y técnicos son la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias específicamente la Carrera de Ingeniería Agronómica

7.3 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

Los mejores resultados obtenidos en la parcela de 54 m² fueron con la solución nutritiva 2 que está constituida de N: 120, P: 50, K: 100, Ca: 50, Mg: 20, S:6, Fe:5 ,Cu: 0.02, Zn:0.40, Mn:0.50, Mo:0.005, B:0.40, Co: 0.50 ppm, en proporciones adecuadas para obtener mejores rendimientos y específicamente la variedad Salad Bowl la cual desarrollo todo su potencial genético, y siendo una de las variedades más apetecidas en el mercado.

7.4 JUSTIFICACIÓN EIMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación se realizó debido que en la actualidad la pérdida de fertilidad de los terrenos produce que los productores no puedan desarrollar actividades en las mismas, de ahí que se han desarrollado nuevas técnicas como son los cultivos hidropónicos, donde tenemos algunas ventajas como producir productos con alta calidad nutricional, mayor número de productos por metro cuadrado, economizar el recurso agua, mayor rentabilidad, etc. Además, en la actualidad los cultivos hidropónicos han tomado mucha importancia debido a que se puede reducir el tiempo de cosecha y obtener una mayor cantidad de

7.5 OBJETIVO

Producir lechuga (*Lactuca sativa*L) hidropónicas de alta calidad, mediante la utilización del sistema NFT.

Promover la orientación de nuevas alternativas tecnológicas como son los cultivos hidropónicos a los agricultores.

7.6 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

Las principales razones por lo que el cultivo hidropónico hoy en día es una de las alternativas es debido a que brinda grandes beneficios como son: producción en gran escala, menos tiempo es decir reduce el ciclo, entre otras. El trabajo de investigación se realizará por que las áreas agrícolas dedicadas a este cultivo han perdido su fertilidad y cada vez son menos productivas, el cultivo hidropónico surge como una alternativa de producción donde los productores obtienen gran rentabilidad.

7.7 FUNDAMENTACIÓN

La falta de conocimiento de nuevas técnicas para la producción de diferentes cultivos, ha sido el principal determinante para el desarrollo de los cultivos hidropónico, siendo así que en la actualidad, la hidroponía se ha convertido una fascinantes ramas de la ciencia agronómica ya que es la responsable de la

alimentación y de la generación de ingresos para millones de personas alrededor del mundo.

Las principales razones por las cuales el cultivo hidropónico hoy en día es una de las alternativas más adecuadas para la producción de lechuga son: su alta calidad nutricional, bajo costo de producción y alto nivel sanitario debido a que no se presentan problemas fitosanitarios.

7.8 METODOLOGÍA, MODELO OPERATIVO

Análisis de agua

Se procederá a tomar una muestra en una botella de 500 cc, observando que no existan burbujas y esté completamente llena, para así enviar al laboratorio.

Preparación y nivelación del terreno

Primero se procederá a retirar la mala hierba para luego realizar la nivelación del terreno.

Instalación del sistema hidropónico NFT

Se procederá a instalar los tubos de PVC, la Bomba y a realizar los hoyos a 20cm en los tubos.

Trasplante

Se procederá a trasplantar la lechuga a los 30 días, con cuidado realizando un lavado de las raíces, y la planta será colocada en una esponja, para evitar laceraciones en el cuello de la misma.

Aplicación de tratamientos

Al instante del trasplante se aplicará las soluciones nutritivas, que van a estar en continuo movimiento durante el día. La cual está constituida de los siguientes compuestos hidrosolubles que se redacta a continuación:

	Nitrato de Potasio	21,92 g
	Nitrato de calcio	40,93 g
	Nitrato de Magnesio	22,54 g
	Nitrato de Amonio	11,69 g
	Raizal	24,1 g
SOLUCION 2	Hakaphos Producción	20,1 g
	NutriFeedFloración	14,24 g
	Oligomix	4,03 g
	Quelato de Manganeso	0,63 g
	Quelato de Hierro	6,38 g

Control de plagas y enfermedades

Diariamente se revisaran las plantas de lechuga para verificar la existencia de plagas y enfermedades, en caso de existir se dará un control inmediato.

Controles de conductividad eléctrica y pH

Se medirá cada día esto dos parámetros debido a que son fundamentales en el sistema hidropónico NFT, para no permitir que haya un bloqueo de nutrientes.

Cosecha

La cosecha se realizará los 90 días y la distribución a los mercados.

Comercialización

Se procederá a la clasificación en tres categorías de acuerdo al peso y finalmente se procederá a su comercialización.

Administración

Este proyecto estará administrado por la Universidad técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias y específicamente la carrera de Ingeniería Agronómica, quienes brindaran una ayuda a los agricultores de las zonas aledañas para que mejore sus ingresos económicos en diversos cultivos.

7.9. PRECISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Después de seis meses, se hará una evaluación del alcance de la propuesta en la zona de influencia donde se desarrolló la investigación, esto se realizará mediante una encuesta a los agricultores, para así fomentar más estudios acerca de este tema.