



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA Y GESTIÓN DE
PROYECTOS

Tesis de grado previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO, MENCIÓN EN PRODUCCIÓN PECUARIA

EVALUACIÓN DE DOS SOLUCIONES MADRE Y DOS SISTEMAS
HIDROPÓNICOS (PIRÁMIDE Y NFT) EN TRES ESPECIES VEGETALES
(ALBAHACA; *Ocimum basilicum*, LECHUGA; *Lactuca sativa* Y APIO; *Apium*
***graveolens*), BAJO INVERNADERO-UTE, SANTO DOMINGO. 2012.**

Estudiante:

JORGE RAMIRO CASTELO CASTRO

Director de Tesis:

ING. JOSÉ LUIS CEDEÑO

Santo Domingo – Ecuador

Agosto, 2012

**EVALUACIÓN DE DOS SOLUCIONES MADRE Y DOS SISTEMAS
HIDROPÓNICOS (PIRÁMIDE Y NFT) EN TRES ESPECIES VEGETALES
(ALBAHACA; *Ocimum basilicum*, LECHUGA; *Lactuca sativa* Y APIO; *Apium
graveolens*), BAJO INVERNADERO-UTE, SANTO DOMINGO. 2012.**

Ing. José Luis Cedeño
DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Dra. Eugenia Cienfuegos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Gusqui
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Xavier López
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2012.

Autor: JORGE RAMIRO CASTELO CASTRO

Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.

Título de Tesis: EVALUACIÓN DE DOS SOLUCIONES MADRE Y DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS (PIRÁMIDE Y NFT) EN TRES ESPECIES VEGETALES (ALBAHACA; *Ocimum basilicum*, LECHUGA; *Lactuca sativa* Y APIO; *Apium graveolens*), BAJO INVERNADERO-UTE, SANTO DOMINGO. 2012.

Fecha: AGOSTO, 2012

El contenido del presente trabajo, esta bajo la responsabilidad del autor.

Egdo. JORGE RAMIRO CASTELO CASTRO

172235847-8

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Extensión Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo.....de.....del 2012.

Dra. Eugenia Cienfuegos

COORDINADORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Estimada Doctora

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el señor **JORGE RAMIRO CASTELO CASTRO**, cuyo tema es: **EVALUACIÓN DE DOS SOLUCIONES MADRE Y DOS SISTEMAS HIDROPÓNICOS (PIRÁMIDE Y NFT) EN TRES ESPECIES VEGETALES (ALBAHACA; *Ocimum basilicum*, LECHUGA; *Lactuca sativa* Y APIO; *Apium graveolens*), BAJO INVERNADERO-UTE, SANTO DOMINGO. 2012.**, ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes

Atentamente,

Ing. José Luis Cedeño
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad y la dicha de la vida, al brindarme los medios necesarios para continuar mi formación para culminar con éxitos mi carrera universitaria, siendo esta mi mejor herencia.

A mis padres Jorge y Vilma por su apoyo incondicional, ayudándome a cumplir mis metas y objetivos propuestos, brindándome con su ejemplo de constancia y perseverancia dándome la fuerza necesaria para conseguir mis logros.

A mis hermanas: Ing. Graciela Castelo, Ing. Miriam Castelo e Ing. Lourdes Castelo por su apoyo cuando más lo necesitaba dándome palabras de aliento para que continúe hasta llegar a mi meta.

Jorge Ramiro Castelo Castro

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera muy especial a Dios,

A mis padres Jorge y Vilma, quienes con su esfuerzo, constancia y cariño me han apoyado durante el transcurso de mi carrera universitaria impulsándome siempre a seguir adelante.

A mis hermanas Graciela, Mirian y Lourdes por su cariño y ayuda inigualable

A mis sobrinos Nayeli, Joe, Juan, Thayli y Myckel

De manera más atenta a la Universidad Tecnológica Equinoccial, autoridades, docentes, secretarías, empleados en general y en especial a las siguientes personas:

A mi director de tesis el Ing. José Luis Cedeño por todos sus conocimientos brindados, su apoyo y ayuda incondicional.

Al Ing. Emerson Jácome, por su enseñanza y sabios consejos.

A Diana Macías, con mucho amor por su ayuda inigualable.

Y a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron a cumplir uno de mis objetivos más anhelados, culminar mi carrera universitaria.

De corazón... Gracias..

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA	PÁG.
Portada	i
Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal	ii
Responsabilidad del autor	iii
Aprobación del director de tesis	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice	vii
Resumen ejecutivo	xvi
Executive Summary	xviii

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Justificación	3
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	Objetivos Generales	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	Hipótesis	4
1.4.1.	Hipótesis Alternativa (Ha)	4
1.4.2.	Hipótesis Nula (Ho)	4

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	Hidroponía	5
2.1.1	Importancia de la hidroponía	5
2.1.2.	Ventajas de la hidroponía	6
2.1.3.	Desventajas de la hidroponía	8
2.2.	Pirámides productivas	8
2.2.1.	Ventajas	9
2.2.2.	Desventajas	9
2.3.	Nutrient Film Technique (NFT). Técnica de lámina de nutrientes	9
2.3.1.	Ventajas	10
2.3.2.	Desventajas	10
2.3.3.	Principios del sistema NFT	11

2.4.	Solución nutritiva o nutriente	11
2.4.1.	Composición del nutriente hidropónico	12
2.5.	Soluciones nutritivas concentradas	13
2.6.	Conductividad eléctrica (C.E)	14
2.7.	Potencial hidrógeno (pH)	15
2.8.	Especies hortícolas en estudio	16
2.8.1.	Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	16
2.8.1.2.	Origen y distribución de la Albahaca	16
2.8.1.2.	Clasificación Botánica	16
2.8.1.3.	Descripción	16
2.8.1.4.	Usos y propiedades medicinales de la albahaca	17
2.8.1.5.	Valor nutricional	18
2.8.1.6.	Requerimientos del cultivo	18
2.8.1.6.1.	Temperatura	18
2.8.1.6.2.	pH y conductividad eléctrica	18
2.8.2.	Lechuga (<i>Lactuca Sativa</i>)	19
2.8.2.1,	Origen y distribución de la lechuga	19
2.8.2.2.	Clasificación Botánica	19
2.8.2.3.	Descripción	19
2.8.2.4.	Usos y propiedades medicinales de la lechuga	20
2.8.2.5.	Valor nutricional	20
2.8.2.6.	Requerimientos del cultivo	21
2.8.2.6.1.	Temperatura	21
2.8.2.6.2.	pH y conductividad eléctrica	21
2.8.3.	Apio (<i>Apium graveolens</i>)	22
2.8.3.1.	Origen y distribución del apio	22
2.8.3.2.	Clasificación botánica	22
2.8.3.3.	Descripción	22
2.8.3.4.	Usos y propiedades medicinales del apio	23
2.8.3.5.	Valor nutricional	24
2.8.3.6.	Requerimientos del cultivo	24
2.8.3.6.1.	Temperatura	24
2.8.3.6.2.	pH y conductividad eléctrica	25

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1.	Ubicación	26
3.2.	Características climáticas	26
3.3.	Factores de estudio	27
3.3.1.	Sistemas hidropónicos	27

3.3.2.	Soluciones hidropónicas	27
3.4.	Variables en estudio	27
3.4.1.	Variables independientes	27
3.4.2.	Variables dependientes	27
3.5.	Características del área experimental	28
3.6.	Tratamientos	28
3.7.	Diseño experimental	29
3.8.	Datos tomados y métodos de evaluación	29
3.8.1.	Porcentaje de prendimiento al trasplante (%)	30
3.8.2.	Altura de planta (cm)	30
3.8.3.	Número de plantas	30
3.8.4.	Peso/planta (gr)	30
3.8.5.	Longitud de raíz (cm)	31
3.8.6.	Plantas por metro cuadrado (Plantas/m ²)	31
3.8.7.	Días a la cosecha	31
3.8.8.	Análisis económico	31
3.9.	Manejo agronómico del ensayo	32
3.9.1.	Elaboración de infraestructura	32
3.9.1.1.	Estructura de madera	32
3.9.2.	Preparación de los tubos y tapones	34
3.9.3.	Tanques reciclados	36
3.9.4.	Montaje del sistema	37
3.9.5.	Siembra	39
3.9.6.	Preparación de la solución nutritiva	42
3.9.6.1.	Solución hidropónica la molina modificada (para 1000 litros)	43
3.9.6.2.	Solución huerta hidropónica popular modificada (para 1000 litros)	43
3.9.7.	Riego	44
3.9.8.	Control fitosanitario	45
3.10	Materiales	45
3.10.1	Materiales utilizados para elaborar un sistema de Pirámides Productivas	45
3.10.2.	Materiales utilizados para elaborar un sistema NFT	46
3.10.3.	Materiales de laboratorio	47
3.10.4.	Materias primas	47

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	Albahaca (<i>Ocimum basilicum</i>)	49
4.1.1.	Altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días	49

4.1.2.	Altura de planta de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)	51
4.1.4.	Número de hojas de la especie hortícola Albahaca la cosecha (49 días)	53
4.1.5.	Peso de planta de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)	55
4.1.6.	Longitud de raíz de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)	57
4.2.	Lechuga (<i>Lactuca sativa</i>)	59
4.2.1.	Altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 14 días	59
4.2.2.	Altura de planta de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)	61
4.2.3.	Número de hojas de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)	64
4.2.4.	Peso de la planta de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)	66
4.2.5.	Longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)	68
4.3.	Apio (<i>Apium graveolens</i>)	71
4.3.1.	Altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días	71
4.3.2.	Altura de planta de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)	73
4.3.3.	Número de hojas de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)	75
4.3.4.	Peso de la planta de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)	77
4.3.5.	Longitud de raíz de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)	79
4.4.	Plantas por metro cuadrado (Plantas*m ²)	81
4.5.	Análisis Económico	81

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones	83
5.2.	Recomendaciones	85
	Bibliografía	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº		PÁG
1	Especie hortícola Albahaca al transplante	89
2	Especie hortícola Lechuga al transplante	89
3	Especie hortícola Apio al transplante	89
4	Especie hortícola Albahaca a los 11 días	90
5	Especie hortícola Lechuga a los 11 días	90
6	Especie hortícola Apio a los 11 días	90
7	Especie hortícola Albahaca a los 21 días	91
8	Especie hortícola Lechuga a los 21 días	91
9	Especie hortícola Apio a los 21 días	91
10	Especie hortícola Albahaca a los 49 días (cosecha)	92
11	Especie hortícola Lechuga a los 28 días (cosecha)	92
12	Especie hortícola Apio a los 49 días (cosecha)	92
13	Medición de longitud de raíz	93
14	Control de peso en balanza digital	93
15	Medición de altura de planta	94
16	Control de pH y conductividad eléctrica	94
17	Sistema de Pirámides Productivas	95
18	Sistema NFT	95
19	Lugar de ensayo	96
20	Costo de la Solución Hidropónica (La Molina Modificada) para 1000 litros de agua	97
21	Costo de la Solución Hidropónica (Huerta Hidropónica Popular Modificada) para 1000 litros de agua	97
22	Costo de un sistema de Pirámides Productivas	98
23	Costos de un sistema NFT	99
24	Costos para la especie hortícola Albahaca	100
25	Costos para la especie hortícola Lechuga	101
26	Costos para la especie hortícola Apio	102

ÍNDICE DE CUADROS

N°	PÁG
1 Clasificación de los Elementos Nutritivos	13
2 Solución 1 “La Molina Modificada” (Para preparar 1000 litros de agua)	14
3 Solución 2 “Huerta Hidropónica Popular Modificada” (Para preparar 2000 litros de agua).	14
4 Valor nutricional de la Albahaca por 100 gr.	18
5 Valor nutricional de la Lechuga por cada 100 gr.	21
6 Valor nutricional del Apio crudo por cada 100 gr.	24
7 Características climáticas del lugar del ensayo.	26
8 Tratamientos en estudio para cada especie vegetal, resultantes de la evaluación de dos soluciones madre y dos sistemas hidropónicos (Pirámide y NFT), en tres especies vegetales (ALBAHACA; <i>Ocimum basilicum</i> , LECHUGA; <i>Lactuca sativa</i> Y APIO; <i>Apium graveolens</i>), bajo invernadero - UTE, Santo Domingo. 2012.	28
9 Esquema de análisis de varianza empleado en la investigación “Evaluación de dos soluciones madres y dos sistemas hidropónicos (Pirámide y NFT) en tres especies vegetales (ALBAHACA; <i>Ocimum basilicum</i> , LECHUGA; <i>lactuca sativa</i> y APIO; <i>Apium graveolens</i>), bajo invernadero-UTE, Santo Domingo. 2012.”	29
10 Materias Primas utilizadas en las Soluciones Hidropónicas	48
11 Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Albahaca a los 35 días	49
12 Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días.	50
13 Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)	52
14 Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta en la especie hortícola Albahaca a los 49 días.	52
15 Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días).	54
16 Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en número de hojas en la especie hortícola Albahaca a los 49 días.	54
17 Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días).	56
18 Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en el peso de planta en la especie hortícola Albahaca a los 49 días.	55
19 Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días).	58
20 Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en longitud de raíz para la especie hortícola Albahaca a los 49 días.	58

21	Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Lechuga a los (14 días)	60
22	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta en la especie hortícola Lechuga a los 14 días.	60
23	Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)	62
24	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días.	63
25	Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días).	64
26	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en el número de hojas en la especie hortícola Lechuga a los 28 días.	65
27	Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días).	67
28	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en peso de planta en la especie hortícola Lechuga a los 28 días.	68
29	Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días).	69
30	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a los 28 días.	70
31	Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días.	71
32	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para la interacción entre Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días.	72
33	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días.	72
34	Análisis estadístico de varianza para altura de planta en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)	74
35	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de especie hortícola Apio a los 49 días.	74
36	Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).	76
37	Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).	77
38	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en peso de planta para la especie hortícola Apio a los 49 días.	78
39	Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).	79

40	Promedios y Pruebas Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en la longitud de raíz en la especie hortícola Apio a los 49 días.	80
41	Plantas por metro cuadrado según el Sistema Hidropónico	81
42	Análisis económico de la especie hortícola Albahaca	81
43	Análisis económico de la especie hortícola Lechuga	82
44	Análisis económico de la especie hortícola Apio	82

ÍNDICE DE GRÁFICOS

N°	PÁG
1 Construcción de la estructura de madera para el sistema de pirámides productivas.	33
2 Construcción de la estructura de madera para el sistema NFT.	34
3 Perforación de los tubos con ayuda de un taladro	34
4 Perforación de los tapones hembra y macho	35
5 Instalación del adaptador de tanque de ½” a los tapones.	35
6 Pegado de los tapones a los tubos PVC de 4”	36
7 Soporte de madera para los tanques elevados	36
8 Colocación de los tanques elevados al soporte de madera	37
9 Colocación de los tanques reservorios	37
10 Conexión de mangueras a los tubos	38
11 Llave de paso para regular la entrada y salida de agua	38
12 Instalación de electrobomba	39
13 Lavado de las raíces	40
14 Corte de esponja en cuadros	40
15 Corte en la parte inferior de los vasos plásticos de 3 onzas	41
16 Colocación de las plántulas en las esponjas	41
17 Colocación de las plántulas en los vasos plásticos	42
18 Transplante a los tubos PVC	42
19 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	51
20 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	53
21 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	55
22 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la peso de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	57
23 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la longitud de raíz de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	59
24 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 14 días. UTE. Santo Domingo, 2012.	61
25 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012	63
26 Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012	66

27	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la peso de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012	68
28	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012	70
29	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días. UTE. Santo Domingo, 2012	73
30	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012	75
31	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012	76
32	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la peso de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012	78
33	Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la longitud de raíz de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012	80

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la granja experimental de la Universidad Tecnológica Equinoccial ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Km. 4½ vía Santo Domingo – Chone. Las coordenadas geográficas donde se realizó el ensayo experimental son: Altitud 522 msnm; Latitud 00° 14' Sur y Longitud 79° 2' Oeste.

La presente investigación se efectuó con el objetivo de evaluar dos Soluciones Madres y dos Sistemas Hidropónicos (Pirámide y NFT) en tres especies vegetales (Albahaca; *Ocimum basilicum*, Lechuga; *Lactuca sativa* y Apio; *Apium graveolens*), bajo condiciones de invernadero.

Los tratamientos resultaron de la interacción entre los factores a (Sistemas Hidropónicos) y b (Soluciones Hidropónicas), siendo: T1 (PIRÁMIDE + LM), T2 (PIRÁMIDE + HHP), T3 (NFT + LM), y T4 (NFT + HHP) aplicado a cada especie vegetal. Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida (DPD) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde interactúan los factores a través de los análisis de la varianza.

El mejor Sistema Hidropónico fue el NFT en la especie hortícola Albahaca, con 50,05 cm en altura de planta, con 128,31 hojas y un peso en materia verde de 57,25 gramos, la mejor Solución Hidropónica fue HHP con 53,47 cm de altura de planta, 155,72 hojas y un peso en materia verde de 83,03 gramos. En la especie hortícola Lechuga el mejor Sistema Hidropónico fue el NFT con 22,46 cm de altura de planta, 14,84 hojas y un peso en materia verde de 72,41 gramos, la mejor Solución Hidropónica fue HHP con 23,72 cm de altura de planta, 15,47 hojas y un peso en materia verde de 79,59 gramos. En la especie hortícola Apio el mejor Sistema Hidropónico fue el NFT con 55,41 cm de altura de planta, 12,38 hojas y un peso en materia verde de 166,97 gramos, la mejor

Solución Hidropónica fue HHP con 60,07 cm de altura de planta, 12,13 hojas y un peso en materia verde de 176,16 gramos.

Según el análisis económico la especie hortícola Albahaca obtuvo una tasa beneficio costo de 1,85 con el tratamiento H2S2 (NFT + HHP), la especie hortícola Lechuga obtuvo una tasa beneficio costo de 1,80 con el tratamiento H2S2 (NFT + HHP), y la especie hortícola Apio obtuvo una tasa beneficio costo de 1,83 con el tratamiento H1S2 (PIRÁMIDE + HHP).

Se recomienda cultivar hidropónicamente debido a que obtenemos plantas sanas, frescas y libres de impurezas, sin la utilización de pesticidas que afecten la calidad de las mismas, disminuyendo costos en mano de obra, aprovechando al máximo el espacio físico y economizando el agua mediante su reutilización.

EXECUTIVE SUMMARY

The present research work was carried out in the experimental farm of the “Universidad Tecnológica Equinoccial” in the province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Canton Santo Domingo, Km 4 ^{1/2} Santo Domingo – Chone way. The geographic coordinates where the experimental test was carried out is: altitude 522 meter above sea level; latitude 00° 14’ south and length 79° 2’ west.

It was made this research with the objective of evaluate two mother solutions and two hydroponic systems (PIRÁMIDE and NFT) on three species plant (Albahaca; *Ocimum basilicum*, Lechuga; *Lactuca sativa* and Apio; *Apium graveolens*), under greenhouse.

The treatments resulted from the interaction between the associated a (hydroponic systems) and b (hydroponic solutions); being T1 (PIRÁMIDE + LM), T2 (PIRÁMIDE + HHP), T3 (NFT + LM) and T4 (NFT + HHP) applied to each plant species. It was used an experimental design of divided plot (DDP) with four treatments and four repetitions, where interact the associated through of the analysis of variance.

In the *Ocimum basilicum* species, the best hydroponic systems was NFT with 50,05 cm of height, 128,31 leaves and green matter weight of 57,25 grams. The best hydroponic solutions was HHP with 53,47 cm of height, 155,72 leaves and green matter weight of 83,03 grams. In the *Lactuca sativa* species the best hydroponic systems was NFT with 22,46 cm of height, 14,84 leaves and green matter weight of 72,41 grams; the best hydroponic solutions was HHP with 23,72 cm of height, 15,47 leaves and green matter weight of 79,59 grams. In the *Apium graveolens* species the best hydroponic systems was NFT with 55,41 cm of height, 12,38 leaves and green matter weight of 166,97 grams; the best hydroponic solutions was HHP with 60,07 cm of height, 12,13 leaves and green matter weight of 176,16 grams.

According to the economic analysis the *Ocimum basilicum* species obtained a rate benefits cost of 1,85 with the treatment H2S2 (NFT + HHP), the *Lactuca sativa* species obtained a rate benefits cost of 1,80 with the treatment H2S2 (NFT + HHP), and the *Apium graveolens* species obtained a rate benefits cost of 1,83 with the treatment H1S2 (PIRAMIDE + HHP).

It is recommended cultivate hydroponic to obtain health plants, fresh plants and impurity free, without used pesticides that affects the quality of the plants, detract cost in handwork, profitable the maximum a little physical spacious and economizing water by means of their reused.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La hidroponía se define como la ciencia del cultivo de plantas sin uso de tierra, en un medio inerte (agua, arena lavada, turba, aserrín, etc.) al que se le agrega una solución con nutrientes que contiene todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su óptimo crecimiento. Hay excelentes razones para remplazar la tierra por un medio estéril; por ejemplo, se eliminan inmediatamente plagas y enfermedades contenidas en la tierra, lo que facilita el cuidado de las plantas. La epistemología de *hidroponía* deriva del griego *hydro* = agua y *ponos* = labor o trabajo, que significa trabajar en el agua. (BARBADO, 2009)

Según PEREZ, (2012) “La solución de nutrientes no es más que los elementos que requiere la planta para crecer. Normalmente estos elementos son obtenidos de la tierra por medio de las raíces. Sin embargo, como en la hidroponía no se utiliza la tierra, nosotros somos los encargados de administrar el alimento a las plantas en las dosis adecuadas”.

Una de las ventajas que tiene darle el alimento a las plantas es que no sufre de excesos ni deficiencias, algo muy común en la agricultura tradicional. De esta manera las plantas en hidroponía crecen mejor, rápido y con una mayor producción a diferencia de las plantas cultivadas en tierra. (PEREZ, 2012)

Hoy en día esta actividad está alcanzando un gran auge en los países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas, combinando la hidroponía con un buen manejo del invernadero se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto. Es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para

producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar, tiempo libre. (LARES, 2011).

“Los cultivos hidropónicos pueden ser aplicados con excelentes resultados en muchos campos prácticos. Dentro de las técnicas de cultivo que el hombre ha desarrollado durante miles de años, la hidroponía representa lo más avanzado y moderno. Es sin duda, la forma de cultivar del futuro. En un mundo superpoblado, con suelos erosionados e índices cada vez mayores de contaminación; con climas cambiantes y mayores requerimientos ecológicos de la población, la hidroponía, por sus especiales características, brinda nuevas posibilidades donde los cultivos tradicionales están agotados”. (FILIPPETTI, 2012).

Según CADAHÍA, (2005), en la actualidad, las superficies cultivadas están limitadas, y tienden a reducirse por el mal uso de los fertilizantes, añadiendo el incremento de las zonas urbanas y del deterioro debido a la salinidad, la erosión y la desertización, y desde el punto de vista de conservación de nuestro hábitat, no podemos destinar más superficies al cultivo perdiendo grandes masas forestales. Teniendo en cuenta estas limitaciones, el aumento de la producción de alimentos sólo puede venir como consecuencia de una intensificación de la agricultura, es decir, obtener un mayor crecimiento por unidad de superficie de tierra cultivada.

Para obtener mejores rendimientos de los cultivos, y por lo tanto una mejora de la producción de alimentos y de su calidad, debemos utilizar de manera eficiente los recursos naturales, como la tierra, el agua y los nutrientes que podemos obtener de la naturaleza, potenciando al mismo tiempo el estudio de nuevas tecnologías que nos permitan desarrollar cultivos con alta productividad y que al mismo tiempo, nos permitan obtener productos agrícolas seguros y de calidad. (CADAHÍA. 2005).

1.2 Justificación

De 1950 a 1990 la población del planeta se duplicó y la demanda de agua creció tres veces. Se espera que la población humana se duplique en los próximos 30 años fue la información que la FAO publicó en el 2002. En la actualidad, está sucediendo, en estos años donde existen escases de alimento a nivel mundial y la población está en aumento. Con esta investigación se busca determinar las mejores Soluciones nutritivas y óptimos Sistemas hidropónicos para cultivar especies vegetales frescas, sanas y libres de contaminación por pesticidas, concienciando a las personas y demostrando que se debe ser más eficientes en todos los procesos productivos, a esto se suma la cantidad de enfermedades que provienen de la falta de inocuidad de los alimentos por contaminaciones de pesticidas y patógenos. Es por esto que existe la necesidad de involucrar todo el conocimiento generado en varios ámbitos y llevarlos al hogar que es el lugar de consumo de la mayoría de alimentos, cultivando sin uso de agroquímicos, economizando el recurso agua y maximizando los recursos de espacio físico en la producción de alimentos sanos, frescos e inocuos de fácil producción. La presente investigación busca dotar de información no solo al campo si no también a la ciudad donde se podría suplir parte de los productos de primera necesidad.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el desarrollo de tres especies vegetales con el uso de dos Soluciones nutritivas y dos Sistemas hidropónicos, en la zona de Santo Domingo. 2012

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el mejor Sistema hidropónico.
- Conocer la mejor Solución nutritiva.

- Determinar si las especies hortícolas se adaptan a hidroponía.
- Realizar el análisis económico de cada especie vegetal.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis alternativa (Ha)

- La Solución nutritiva y/o el Sistema hidropónico influye significativamente en el desarrollo de la especie vegetal, bajo invernadero en la zona de Santo Domingo.

1.4.2. Hipótesis nula (Ho)

- La Solución nutritiva y/o el Sistema hidropónico no influye significativamente en el desarrollo de la especie vegetal, bajo invernadero en la zona de Santo Domingo.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

2.1. Hidroponía

La hidroponía es una técnica que permite cultivar y producir plantas sin emplear suelo o tierra. Con la técnica de cultivo sin suelo se obtiene hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad por planta. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

Cualquier lugar puede ser apropiado para cultivar plantas, como techos, patios y jardines; en arenas, cerros, etc. Se pueden instalar huertos hidropónicos en centros educativos, hospitales, orfanatos, hospicios, cuarteles, cárceles, etc. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

2.1.1 Importancia de la Hidroponía

Según FILIPPETTI (2012), en un mundo superpoblado, con suelos erosionados e índices cada vez mayores de contaminación; ríos y vertientes de agua que se han contaminado por el mal manejo de desechos, bosques perdidos por la tala indiscriminada, todos estos aspectos conllevan consecuencias como climas cambiantes, enfermedades y disminución de la calidad de alimentación en la población. La hidroponía, por sus especiales características, brinda nuevas posibilidades donde los cultivos tradicionales están agotados particularmente en las grandes urbes. En ellas, el ciudadano es afectado por dos factores convergentes: los precios de los alimentos vegetales, que son a medida que el tiempo avanza, comparativamente más caros que los productos industrializados, y la dudosa e irregular calidad de los mismos.

Y no es casualidad, que hayamos comenzado resaltando estos dos aspectos negativos, ya que durante muchos años, los consumidores de Latinoamérica han estado protegidos contra los altos costos que tenía la alimentación en otras partes del mundo, a causa de la confluencia de varios factores positivos en su geografía agrícola, tales como la calidad de los suelos, la diversidad de climas, un adecuado régimen de lluvias, el bajo costo de producción y mercadeo, etc., que les permitió prescindir durante un largo período, de la incorporación de las modernas técnicas de cultivo que se empleaban en los países mas avanzados del mundo, sin ver afectados sus intereses particulares. Por otro lado, los alimentos que llegaban a su mesa, eran casi sin excepción, de óptima calidad y sabor, y gozaban de un aceptable estado sanitario.

Lamentablemente, la situación ha cambiado: ya no es una región de alimentos baratos y menos aún de alimentos de calidad confiable. Actualmente se utilizan pesticidas prohibidos en el resto del mundo por su altísima toxicidad y se carece de los controles adecuados que aseguren el respeto a las normas vigentes en materia de sanidad vegetal. Un gran porcentaje de los alimentos que se consumen contienen elementos nocivos para la salud, y entre ellos, las verduras y frutas son las más expuestas, por ser las que transportan directamente a la mesa los residuos de los insecticidas y plaguicidas, a diferencia de lo que ocurre con la carne, la leche, los huevos, etc., que ingresan al organismo de los animales y de allí pasan a los alimentos que consumimos, por lo que de alguna forma, los efectos llegan atenuados.

Este cambio de circunstancias, es lo que nos ha inducido a profundizar en las posibilidades de aplicación masiva de la hidroponía en la producción de verduras, frutas y aromáticas, así como también de plantas decorativas, florales, forraje para animales, etc. (FILIPPETTI, 2012)

2.1.2. Ventajas de la hidroponía

Menciona BARBADO (2009), que entre las ventajas de la hidroponía podemos citar las siguientes:

- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Permite la producción de semilla certificada.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas contra estación.
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Ahorro de agua que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.
- Generación de empleo genuino urbano o suburbano y/o rural.
- Balance ideal de aire, agua y nutrientes.
- Humedad uniforme.
- Excelente drenaje.
- Permite una mayor densidad de población.
- Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de un nutriente.
- Perfecto control de pH.
- Más altos rendimientos por la unidad de superficie.
- Mayor calidad del producto. Posibilidad de cultivar repetidamente la misma especie de planta.
- Posibilidad de varias cosechas al año.
- Uniformidad en los cultivos.
- Se requiere menor cantidad de espacio para producir el mismo rendimiento del suelo.
- Proporciona excelentes condiciones para semillero.
- Se puede utilizar agua con alto contenido de sales.
- Posibilidad de enriquecer los productos alimenticios con sustancias como vitaminas o minerales.

- Se reduce en gran cantidad la contaminación del medio ambiente y de los riesgos de la erosión.
- La recuperación de lo invertido es rápida.

2.1.3. Desventajas de la hidroponía

Menciona COTE (2005), que las desventajas pueden ser:

- Requiere cuidados especiales.
- A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto
- Requiere de un abastecimiento continuo de agua

2.2. Pirámides productivas

Según BARBADO (2009), éste sistema me permite utilizar al máximo mi espacio y mediante un sistema sencillo de hidroponía producir hortalizas durante todo el año. Es ideal para personas que no puedan agacharse o tengan problemas de espalda. Se puede realizar en los jardines y patios de nuestra casa. Deben realizarse en un lugar plano, de fácil acceso, con buena disponibilidad de agua.

Es un sistema hidropónico de producción comercial que se caracteriza por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas o en columnas que contienen un sustrato liviano. Este sistema permite una alta producción de plantas por unidad de área, pero está restringido a plantas de porte pequeño que toleren estar colgadas y que tengan sistema radicular no muy extenso. El sistema es muy usado para la producción de fresas o frutillas; también es útil para producir lechugas de hoja (crespa, mantecosa y romana), espinaca, albahaca, menta, berro, culantro (cilantro o coriandro), perejil y orégano; asimismo para la producción de algunas flores, como el pensamiento. Las plantas que crecen en un sistema de producción vertical deben estar bien iluminadas por la luz del

sol, de lo contrario tendrían una menor tasa fotosintética, lo que perjudicaría su rendimiento. (BARBADO, 2009)

2.2.1. Ventajas

- Alta producción por unidad de área, de cinco a siete veces con respecto a la producción en campo.
- Requiere menos mano de obra; las siembras y las cosechas exigen menos esfuerzos porque no es necesario agacharse.
- Uso eficiente del agua y de fertilizantes. (BARBADO, 2009)

2.2.2. Desventaja

- La inversión inicial para la instalación puede ser significativa. (BARBADO, 2009)

2.3. Nutrient Film Technique (NFT). Técnica de lámina de nutrientes

La técnica de la disolución nutritiva recirculante, conocida como NFT o Nutrient Film Technique, es el sistema hidropónico recirculante más popular para la producción de cultivos en el mundo. Este sistema fue desarrollado en la década del sesenta por el Dr. Allan Cooper, en Inglaterra. Desde esa época, este sistema de cultivo destinado principalmente a la producción de hortalizas de alta calidad en invernadero, se ha desarrollado y difundido en un gran número de países, donde existen condiciones restrictivas de suelo y un mercado promisorio para suplir con hortalizas frescas de alta calidad y sanidad. En tales condiciones, para abastecer en forma permanente al mercado, se requiere de algún sistema de mayor nivel tecnológico como lo es el sistema de la disolución nutritiva circulante, NFT. Este sistema permite cultivar un gran número de especies hortícolas, principalmente de hoja y fruto. (URRESTARAZU, 2004)

El principio del sistema consiste en recircular continuamente la solución por una serie de canales de PVC de forma rectangular llamados canales de cultivo. En cada canal hay agujeros donde se colocan las plantas sostenidas por pequeños vasos plásticos. Los canales están apoyados sobre mesas o caballetes, y tiene una ligera pendiente que facilita la circulación de la solución. Luego la solución es recolectada y almacenada en un tanque. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

2.2.2. Ventajas

Según URRESTARAZU (2004), la ventaja del sistema NFT, que destaca en relación a otros sistemas hidropónicos, es la alta calidad obtenida de diferentes productos hortícolas en un corto periodo de cultivo, como también en rendimiento. La constante oferta de agua y elementos minerales permite a las plantas crecer sin estrés y obtener el potencial productivo del cultivo. Además, es posible precocidad, lo que para algunos mercados locales implica un mejor precio.

2.2.3. Desventaja

Según URRESTARAZU, (2004), entre las desventajas que se indican para esta técnica de cultivo, destaca la mayor inversión inicial requerida, sin embargo, como se menciona anteriormente, en la medida que este se realice con materiales de fácil acceso, el costo de inversión disminuirá, siendo una técnica competitiva con otras en sistema de cultivo forzado. Otra desventaja del uso de un sistema de cultivo sin suelo cerrado, con recirculación de la disolución nutritiva, es la posible diseminación de patógenos a través de la disolución y, por ende, la posibilidad de obtener enfermedades en forma muy rápida peligrando el éxito del cultivo.

2.3.1. Principio del sistema NFT

Una electrobomba funciona continuamente durante las 24 horas del día. Por los canales circula una película o lámina de apenas 3 a 5 milímetros de solución nutritiva. La recirculación mantiene a las raíces en contacto permanente con la solución nutritiva, favoreciendo la oxigenación de las raíces y un suministro adecuado de nutrientes minerales para las plantas. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

El sistema es muy usado para cultivos de rápido crecimiento como la lechuga y albahaca. También es posible cultivar tomate y otros cultivos de fruto pero, por razones de costos, es mejor producir estos cultivos con sistemas de riego por goteo y no en NFT. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

2.4. Solución nutritiva o nutriente

Hay que considerar a la planta como un laboratorio muy complejo que se alimenta de la tierra a través de sus raíces y elabora sus nutrientes en las hojas, ayudada por la luz solar. En el método hidropónico, la planta debe encontrar las mismas condiciones ambientales de la naturaleza, y en lo posible facilitar las reacciones químicas en el interior del tejido vegetal. La fertirrigación es la incorporación de macro o micro nutrientes juntamente con el riego. La germinación, desarrollo, floración, y fructificación de la planta requiere de catorce elementos básicos: (BARBADO, 2009)

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. Azufre | 8. Hierro |
| 2. Boro | 9. Magnesio |
| 3. Calcio | 10. Manganeso |
| 4. Carbono | 11. Nitrógeno |
| 5. Cobre | 12. Oxígeno |
| 6. Fósforo | 13. Potasio |
| 7. Hidrógeno | 14. Zinc |

Las soluciones de nutrientes (alimentos) para las plantas cultivadas en hidroponía pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos y tienen áreas individuales o colectivas lo suficientemente grandes como para que justifiquen hacer una inversión en materias primas y equipo para su preparación. Si no es así, es preferible comprar las soluciones concentradas en el comercio, ya que éstas sólo es necesario diluirlas en un poco de agua. Luego se aplica al cultivo en forma de lluvia fina utilizando regaderas hechas con bidones plásticos perforados en la tapa o en la base con un instrumento fino caliente de 2 pulgadas. Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas. (BARBADO, 2009)

2.4.1. Composición del nutriente hidropónico

Además de los elementos que los vegetales obtienen del aire y del agua (Carbono, Hidrógeno y Oxígeno), éstos consumen los elementos que se pueden apreciar en el cuadro 1.

Cuadro 1
Clasificación de los Elementos Nutritivos

ELEMENTOS	NUTRIENTES	CARÁCTERÍSTICAS
Elementos mayores o macroelementos	Nitrógeno Fósforo Potasio	Se llaman <i>mayores</i> porque las plantas los consumen en cantidades grandes.
Elementos secundarios	Calcio Azufre Magnesio	Se llaman así porque las plantas los consumen en cantidades más pequeñas que a los elementos mayores, pero son muy importantes en la conformación de las diferentes partes de los vegetales. Por ejemplo, el magnesio es un elemento esencial para la formación de la clorofila y la fotosíntesis.
Elementos menores o microelementos	Cobre Boro Hierro Manganeso Zinc Molibdeno	Las plantas lo necesitan en cantidades muy pequeñas pero notables para producir cosecha de buena calidad. Por ejemplo, la ausencia del boro impide la división de las células; por esto, las plantas dejan de crecer y en los puntos de crecimiento se forman ramilletes de hojitas que no tienen área suficiente para realizar la actividad fotosintética

Fuente: Barbado, (2009). Hidroponía, su empresa de cultivos en agua.

Los elementos nutritivos se pueden clasificar en dos grupos teniendo en cuenta la compatibilidad que hay entre ellos: una solución, a la que se llama *nutriente mayor*, contiene los tres elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) y uno secundario (Calcio), y otra solución concentrada, a la que se llama *nutriente menor*, está compuesta por dos elementos secundarios (Azufre y Magnesio) y seis elementos menores (Cobre, Zinc, Manganeso, Molibdeno, Boro, Hierro). Sólo se puede mezclar en agua nutrientes mayores con menores en pequeñas dosis. (BARBADO, 2009)

2.5. Soluciones Nutritivas Concentradas

Las soluciones nutritivas A, B concentradas y micronutrientes empleadas en la presente investigación se detallan en el cuadro 2, 3.

Cuadro 2
Solución 1 “La Molina Modificada” (Para preparar 1000 litros de agua)

Solución concentrada A: (para 5.0 litros de agua, volumen final)	Pesos
Nitrato de Potasio	550,0 g
Nitrato de Amonio	350,0 g
Superfosfato triple	180,0 g
Solución concentrada B: (para 2.0 litros de agua, volumen final)	Pesos
Sulfato de Magnesio	220,0 g
Quelato de Hierro	17,0 g
Solución de Micronutrientes	400 ml
Solución micronutrientes: (para 1.0 litro de agua destilada o hervida)	Pesos
Sulfato de Manganeso	5,0 g
Ácido Bórico	3,0 g
Sulfato de Zinc	1,7 g
Sulfato de Cobre	1,0 g

Fuente: Fórmula de la solución hidropónica La Molina, 2010.

Cuadro 3
Solución 2 “Huerta Hidropónica Popular Modificada” (Para preparar 2000 litros de agua).

Solución concentrada A: (para 10 litros de agua, volumen final)	Pesos
Fosfato mono amónico	340,0 g
Nitrato de Calcio	2080,0 g
Nitrato de Potasio	1110,0 g
Solución concentrada B: (para 4 litros de agua, volumen final)	Pesos
Sulfato de Magnesio	492,0 g
Sulfato de Cobre	0,48 g
Sulfato de Manganeso	2,48 g
Sulfato de Zinc	1,20 g
Ácido Bórico	6,20 g
Quelato de Hierro	50 g

Fuente: Fórmula de la solución hidropónica Huerta hidropónica popular, 2005.

2.6. Conductividad Eléctrica (C.E)

La C.E indica el contenido de sales en la solución. El rango de la C.E requerido para un adecuado crecimiento del cultivo se encuentra entre 1.5 y 2.5 mS/cm. Se recomienda

realizar esta evaluación por lo menos una vez por semana en las etapas de post-almácigo y trasplante definitivo. Si la solución nutritiva supera el límite del rango óptimo de C.E se debe agregar agua o en caso contrario renovarla totalmente.

La medición de este parámetro se puede realizar con un medidor portátil denominado conductivímetro. El cual debe calibrarse según las indicaciones de su proveedor, para evitar errores en el manejo de la solución nutritiva. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

2.7. Potencial Hidrógeno (pH)

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Si una solución es ácida su valor es menor a 7, si es alcalina su valor es mayor a 7 y si es neutra su valor es 7. La disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo al pH de la solución nutritiva, por eso es recomendable mantenerla dentro de un rango que va de 5.5 a 6.5 en el cual los nutrientes están disponibles para la planta.

Para disminuir el pH se agrega un ácido como ácido sulfúrico, ácido fosfórico o ácido nítrico y para aumentar el pH adicional una base o álcali como hidróxido de potasio o hidróxido de sodio (excepto para aguas con niveles significativos de sodio). Estos ácidos y bases se utilizan diluidos y por personal debidamente adiestrado. Se sugiere el uso de un pHmetro o cinta de pH para el control de este parámetro. Así mismo, se recomienda calibrar el pHmetro con una solución tampón (buffer) antes de utilizarla. (RODRÍGUEZ, et al. 2004)

2.8. Especies Hortícolas en estudio

2.8.1. Albahaca (*Ocimum basilicum*)

2.8.1.1. Origen y distribución de la Albahaca

Nativa del Asia tropical, cultivada desde la más remota antigüedad, se extendió en occidente gracias a griegos y romanos. Actualmente se planta con fines comerciales en muchos países mediterráneos, en Indonesia y en California. (CULTURA AGRARIA. 2012).

2.8.1.2. Clasificación botánica

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Lamiales
Familia:	Lamiaceae
Subfamilia:	Nepetoideae
Tribu:	Ocimeae
Género:	<i>Ocimum</i>
Especie:	<i>O. basilicum</i>
Nombre científico:	<i>Ocimum basilicum</i>

2.8.1.3. Descripción

Conocida también como alfábega, basilico o hierba real, la albahaca es una planta anual de la familia de las labiadas que cuenta con numerosas variedades y que puede alcanzar hasta el medio metro de altura. Originaria de la India, la albahaca posee hojas ovadas o

lanceoladas, anchas, jugosas y aromáticas, con un haz más oscuro que el envés, desprendiendo un agradable aroma que recuerda al limón. Las flores están agrupadas en espigas y son blancas o rosadas. La época de floración coincide con el verano. (MONTANE, 2010)

2.8.1.4. Usos y propiedades medicinales de la Albahaca

Según MONTANE (2010), el aspecto más destacado de la albahaca está en su esencia, rica en metilcavicol, estragol, linalol, cineol y eugeno. En su composición también destaca la presencia de saponina. Todo ello confiere a la albahaca sus propiedades aperitivas, digestivas, espasmolíticas, diuréticas, carminativas y ligeramente sedantes. Es rica en vitamina C, y utilizada de modo externo es analgésica, vulneraria para calmar las irritaciones cutáneas y antisépticas.

La albahaca está especialmente indicada para los problemas de desnutrición, espasmos del aparato digestivo y digestiones lentas o pesadas. Igualmente útil resulta para las jaquecas y la tos. En su uso externo es efectiva en las heridas, eczemas y dolores musculares. Otros trastornos y afecciones para los que la albahaca puede utilizarse son el insomnio, la depresión, el agotamiento, los estados febriles, la faringitis, la laringitis, los parásitos intestinales y las dispepsias nerviosas. También activa el sistema inmunológico y favorece el aumento de los anticuerpos. (MONTANE, 2010).

La albahaca es carminativa, por lo que ayuda a disminuir la presencia de flatulencias y cólicos. También ayuda a aumentar la secreción de la leche materna y su calidad desinflamante resulta efectiva para acné o pezones irritados. Es cicatrizante y antiséptica. Sus usos son muy diversos: desde cataplasmas, pomadas, tinturas o bálsamos, hasta lociones, compresas, jarabes, jabones o cremas. En la decocción –100 gr. de hoja seca por litro de agua– sirve para hacer gargarismos para llagas, inflamaciones o mal aliento. (MONTANE, 2010)

2.8.1.5. Valor nutricional

Cuadro 4
Valor nutricional de la Albahaca por 100 gr.

Por 100 gr. de Albahaca	
Calorías: (kcal)	27
Proteínas: (gr)	2,5
Sodio: (Mg)	4
Grasas saturadas:	0,0
Grasas monoinsaturadas: (gr)	0,1
Grasas poliinsaturadas: (gr)	0,4
Calcio: (Mg)	154
Hierro: (Mg)	3,2
Magnesio: (Mg)	81
Fósforo: (Mg)	69
Potasio: (Mg)	462
Vitamina a (µg)	2,44
Vitamina c (gr)	0,2

Fuente: La vida en casa, (2012)

2.8.1.6. Requerimientos del cultivo

2.8.1.6.1. Temperatura

Las temperaturas óptimas de cultivo de la albahaca están entre los 20-25 °C, sin embargo con una buena humedad puede tolerar temperaturas más altas. La albahaca es una planta que logra crecer a pleno sol y puede ser cultivada en maceta, en tierra o hidropónica. (RECALDE, 2010).

2.8.1.6.2. pH y Conductividad Eléctrica

Se adapta al pH del terreno, pero el ideal está entre 5,5-6,5. Para favorecer el crecimiento arbustivo, se despuntan las ramas cuando se forman los capullos florales, la conductividad eléctrica ideal de la solución nutritiva debe estar entre los 1 y 2.3 mS/cm². (JARDINERIA DIGITAL. 2008)

2.8.2 LECHUGA (*Lactuca sativa*)

2.8.2.1 Origen y distribución de la Lechuga

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, aunque algunos autores afirman que procede de la India, aunque hoy día los botánicos no se ponen de acuerdo, por existir un seguro antecesor de la lechuga, *Lactuca scariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas. Siendo las variedades cultivadas actualmente una hibridación entre especies distintas. El cultivo de la lechuga se remonta a una antigüedad de 2.500 años, siendo conocida por griegos y romanos. Las primeras lechugas de las que se tiene referencia son las de hoja suelta, aunque las acogolladas eran conocidas en Europa en el siglo XVI. (INFOAGRO, 2012.)

2.8.2.2. Clasificación botánica

Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermae
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Campanulales
Familia:	Compositae
Género:	<i>Lactuca</i>
Especie:	<i>sativa</i> L.
Nombre científico:	<i>Lactuca sativa</i> L.

2.8.2.3. Descripción

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta que se cultiva generalmente para el uso de su hoja como vegetal. Se consume generalmente fresca, como complemento de otros alimentos, aunque en china se consume cocinada y la hoja es tan importante para ellos como el tallo de la planta. La variedad más popular en América es la Iceberg que crece de

manera compacta (similar al repollo) y tiene una textura crocante. (HIDROPONIA AL DIA, 2010)

2.8.2.4. Usos y propiedades medicinales de la Lechuga

Los usos terapéuticos de la lechuga pueden ser con esta planta en estado crudo o cocido. Para combatir el insomnio, el estreñimiento, la avitaminosis, problemas en la piel y casi cualquier dolencia en las vías urinarias se recomienda comer lechuga cruda en forma de ensalada. En caso de taquicardia y en algunos casos de insomnio se puede preparar una infusión con 5 gramos de lechuga por taza de agua. Llevar a hervor y colar. Se deben beber un mínimo de 3 tazas diarias. La lechuga posee un efecto afrodisíaco si se la consume en pequeña cantidad; al incrementarse el tamaño de la porción, en cambio, tiene un efecto inverso (sedante y tranquilizante). En casos de reuma se recomienda hacer friegas y cataplasmas con hojas de lechuga. (HIERBA MEDICINAL, 2011)

2.8.2.5. Valor nutricional

La lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores.

Cuadro 5
Valor nutricional de la Lechuga por cada 100 gr.

Valor nutricional de la lechuga en 100 g	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

Fuente: Infoagro, (2012)

2.8.2.6. Requerimientos del cultivo

2.8.2.6.1. Temperatura

Las temperaturas óptimas en la fase de crecimiento del cultivo están entre 14-18 °C por el día y 5-8 °C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12 °C por el día y 3-5 °C por la noche. Este cultivo soporta peor las temperaturas elevadas que las bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30 °C y como mínima temperaturas de hasta -6 °C. Cuando la lechuga soporta temperaturas bajas durante algún tiempo, sus hojas toman una coloración rojiza, que se puede confundir con alguna carencia. (INFOAGRO, 2012)

2.8.2.6.2. pH y Conductividad Eléctrica

El pH ideal para el crecimiento de la lechuga está entre 5.5 y 6 y la conductividad eléctrica ideal de la solución nutritiva debe estar entre los 1 y 2.3 mS/cm². En caso de

que existan días con temperaturas por encima de los 80 °F, la conductividad eléctrica debe bajarse a niveles próximos a 1 mS/cm². (HIDROPONIA EN EL JARDIN, 2009)

2.8.3 APIO (*Apium graveolens*)

2.8.3.1. Origen y distribución del Apio

Es originario del Mediterráneo, del Cáucaso y del Himalaya. Se tiene constancia, que ya se utilizaba en el antiguo Egipto. Como hortaliza empezó a cultivarse y consumirse a partir de la Edad Media. Actualmente se consume muchísimo en Europa y América por su gran poder diurético. Sobre todo en Francia, Italia y España se utiliza muchísimo. (EURO RESIDENTES, 2012).

2.8.3.2. Clasificación botánica

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Apiales
Familia:	Apiáceas
Género:	<i>Apium</i>
Especie:	<i>A. graveolens</i>
Nombre científico:	<i>Apium graveolens</i>

2.8.3.3. Descripción:

Se trata de una hierba bienal, es decir, que el tallo empieza a crecer al segundo año de su desarrollo; puede llegar a alcanzar los cincuenta centímetros de altura. Las raíces son muy ligeras, estrechas y carnosas. El tallo es hueco en su interior, apareciendo en su parte

más exterior una serie de estrías que lo recorren longitudinalmente. La hoja está dividida en anchos segmentos. En el segundo año emite el tallo floral, con flores blancas o moradas; el fruto es un aquenio. (INFOJARDIN, 2011).

2.8.3.4. Usos y propiedades medicinales del Apio

Los principales usos medicinales de la planta del apio, cuyo nombre científico es *Apium graveolens*, están relacionados con sus propiedades diuréticas, con las cuales contribuye a la eliminación de líquidos del organismo. Es muy recomendado el consumo de la planta del apio para enfrentar infecciones urinarias o cistitis, las cuales para ser tratadas necesitan de un aumento del flujo de orina. Además el apio es muy utilizado para combatir problemas del sistema digestivo, debido a que presenta propiedades que son muy útiles, para tratar casos como estreñimiento y digestión dolorosa. (PLANTAS PARA CURAR, 2012).

La planta del apio, debido a las propiedades sedantes que posee, es muy recomendada en casos de nerviosismo o síntomas de mucha ansiedad. El apio posee además, propiedades cicatrizantes, por lo tanto es muy recomendable su uso mediante la aplicación externa de las hojas de esta planta, para tratar heridas producidas mediante golpes o cortes. Se recomienda comer los tallos de la planta del apio en abundancia, en caso de anemias o problemas de nutrición, debido a que la composición del apio es muy completa y nutritiva. La planta del apio también posee propiedades aperitivas, por lo cual es muy recomendado su consumo, en caso de presentar inapetencia prolongada. (PLANTAS PARA CURAR, 2012).

2.8.3.5. Valor nutricional

Cuadro 6
Valor nutricional del Apio crudo por cada 100 gr.

Composición del apio crudo por cada 100gr	
Agua(gr)	94,64
Calorías(kcal)	16
Grasa(gr)	0,14
Proteína(gr)	0,75
Hidratos de carbono (gr)	3,65
Fibra (gr)	1,7
Potasio (mg)	287
Sodio (mg)	87
Fósforo (mg)	25
Calcio (mg)	40
Magnesio (mg)	11
Hierro (mg)	0,40
Zinc(mg)	0,13
Vitamina C (mg)	7
Vitamina B1 (mg)	0,046
Vitamina B2 (mg)	0,045
Vitamina B6 (mg)	0,087
Vitamina A (IU)	28
Vitamina E (mg)	0,360
Folacina (mcg)	61
Niacina (mg)	0,323

Fuente: Botanical, (2011)

2.8.3.6. Requerimientos del cultivo

2.8.3.6.1. Temperaturas

Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos de invierno, durante el primer tercio del cultivo la temperatura ideal está en torno a 16-20 °C. Posteriormente se acomoda a temperaturas inferiores a éstas, pero superiores siempre a 8-10 °C. Temperaturas mínimas frecuentes próximas a 5 °C producen pecíolos quebradizos. (INFOJARDIN, 2011)

2.8.3.6.2. pH y Conductividad Eléctrica

El pH óptimo oscila entre 6,8 y 7,2. Es una planta sensible a la sanidad, la conductividad eléctrica ideal de la solución nutritiva debe estar entre 1 y 2.5 mS/cm². (AGROPECUARIOS, 2012)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Ubicación

Esta investigación se llevó a cabo, en la granja experimental de la Universidad Tecnológica Equinoccial ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Km. 4½ vía Santo Domingo – Chone; margen derecho. Las coordenadas geográficas del sitio experimental son:

Latitud 00° 14' SUR

Longitud 79° 11' OESTE

3.2. Características climáticas

Las características climáticas presentadas durante el ensayo, se presentan en el cuadro 7.

Cuadro 7
Características climáticas del lugar del ensayo.

Mes	Temperatura Media °C	Humedad %	Precipitación mm
Diciembre 2011	23,2	84	130,3
Enero 2012	22,9	89	539,4

Fuente: Dirección de Aviación Civil (DAC) Aeropuerto de Santo Domingo, 2012

3.3. Factores en estudio

3.3.1. Sistemas Hidropónicos

Factor “A” fue los Sistemas Hidropónicos los cuales se detallan a continuación:

H 1 = Sistema (PIRÁMIDE)

H 2 = Sistema (NFT)

3.3.2. Soluciones Hidropónicas

Factor “B” fueron las Soluciones Hidropónicas las cuales se detallan a continuación:

S1 = Solución: LM (La Molina Modificada)

S2 = Solución: HHP (Huerta hidropónica popular Modificada)

3.4. Variables en estudio

3.4.1. Variables independientes

a) Sistemas Hidropónicos

b) Soluciones Nutritivas

3.4.2. Variables dependientes

Porcentaje de prendimiento al trasplante. (%)

Altura de planta. (cm)

Número de hojas.

Peso de planta. (gr)

Longitud de raíz. (cm)

Plantas por metro cuadrado. (Plantas/m²)

Días a la cosecha.

3.5. Características del área experimental

Área total: 47,08 m²

Parcela grande: 288 plantas / 16,8 m², de las tres especies hortícolas

Subparcela: 72 plantas / 4,2 m², de las tres especies hortícolas

Repeticiones: 4 / 3 m²

Nº plantas/ parcela neta: 6

Caminos: 17,12 m²

3.6. Tratamientos

Se ubicaron 96 plantas por cada especie hortícola (Albahaca, Lechuga y Apio) dando un total de 288 plantas en parcela grande y 72 plantas en subparcela correspondiendo a 24 plantas por cada especie hortícola (Albahaca, Lechuga y Apio) con 4 repeticiones, se tomó datos de 4 plantas por parcela, la descripción de los tratamientos evaluados se detallan en el cuadro 8.

Cuadro 8

Tratamientos en estudio para cada especie vegetal, resultantes de la “Evaluación de dos soluciones madres y dos sistemas hidropónicos (Pirámide y NFT), en tres especies vegetales (Albahaca; *Ocimum basilicum*, Lechuga; *Lactuca sativa* y Apio; *Apium graveolens*), bajo invernadero - UTE, Santo Domingo. 2012.”

Tratamientos	Interacción	Descripción
T1	A1B1	Pirámides * La Molina
T2	A1B2	Pirámides * Huerta Hidropónica Popular
T3	A2B1	NFT * La Molina
T4	A2B2	NFT * Huerta Hidropónica Popular
CODIFICACION: Factor A = Sistemas hidropónicos Factor B = Soluciones hidropónicas		

Elaborado por: CASTELO J. 2012

3.7. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida (DPD) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, donde interactúan los factores a través de los análisis de la varianza.

Para determinar los mejores tratamientos se utilizó la prueba de TUKEY AL 5 %. El factor A constó de dos Sistemas hidropónicos y el factor B fue dos Soluciones hidropónicas, cuyas interacciones conformaron los tratamientos.

Cuadro 9

Esquema de análisis de varianza empleado en la investigación “Evaluación de dos soluciones madres y dos sistemas hidropónicos (Pirámide y NFT) en tres especies vegetales (Albahaca; *Ocimum basilicum*, Lechuga; *lactuca sativa* y Apio; *Apium graveolens*), bajo invernadero-UTE, Santo Domingo. 2012.”

F de V	Fórmulas	GL
Total	$rab-1$	15
Repeticiones	$r-1$	3
Factor A (Sistemas hidropónicos)	$a-1$	1
Error (a)	$(r-1)(a-1)$	3
Factor B (Soluciones hidropónicas)	$(b-1)$	1
Interacción A x B	$(a-1)(b-1)$	1
Error (b)	$a(r-1)(b-1)$	6

Elaborado por: CASTELO J. 2012

3.8. Datos tomados y métodos de evaluación

La presente investigación se realizó en la granja experimental de la UTE, se utilizaron plántulas certificadas de las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio con una altura de planta promedio de 10 cm y 3 a 4 hojas verdaderas, en este estado de desarrollo las plántulas cuentan con raíces lo suficientemente largas para estar en contacto con la solución nutritiva recirculante y así absorber los elementos nutritivos, semanalmente se registraron los datos de las actividades realizadas desde el transplante hasta la cosecha.

3.8.1 Porcentaje de prendimiento al trasplante (%)

Se determinó el porcentaje de prendimiento contando el número de plantas vivas de la parcela neta a los 15 días después del trasplante de cada una de las unidades experimentales aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de sobrevivencia post - trasplante} = \frac{\text{número de plantas prendidas}}{\text{número de plantas transplantadas}} * 100$$

3.8.3. Altura de planta (cm)

Se determinó la altura de planta de las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio en centímetros (cm) con la ayuda de un flexómetro: en el trasplante, y cada 7 días hasta la cosecha. Los datos que se tomaron fueron de 16 plantas evaluadas de cada tratamiento; por cada especie, desde la base del tallo, hasta la hoja más alta de la planta y de estos se obtuvieron los promedios. Las alturas se tomaron en horas de la mañana, para evitar el estrés.

3.8.4. Número de hojas

Para determinar el promedio del número de hojas de las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio se contaron sus hojas en el momento de la cosecha a 16 unidades experimentales evaluadas de cada tratamiento por especie.

3.8.5. Peso de planta (gr)

Después de la cosecha, las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio fueron pesadas en una balanza digital, registrando los pesos de 16 plantas evaluadas de cada tratamiento por especie para su posterior cálculo de masa fresca (gr).

3.8.6. Longitud de raíz (cm)

Después de haber cosechado las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio, se usó un flexómetro, para medir la longitud de la raíz tomando como referencia desde el cuello de la planta, hasta el final de la raíz, calculando el promedio en centímetros (cm).

3.8.7. Plantas por metro cuadrado (Plantas/m²)

Se calculó la cantidad de plantas por metro cuadrado que podemos cultivar según los sistemas hidropónicos que en esta investigación se utilizaron: Pirámides productivas y NFT. (Plantas/m²)

3.8.2. Días a la cosecha

Para calcular los días a la cosecha se consideró el tiempo transcurrido desde el transplante de las plántulas al sistema hidropónico hasta la recolección de la producción de las especies hortícolas (Albahaca, Lechuga y Apio).

3.8.8 Análisis económico

Se efectuó el análisis económico para determinar cual de los tratamientos generó una mejor utilidad económica, los datos tomados fueron en base al peso en gramos de 24 plantas por tratamiento incluyendo las plantas de efecto de borde para cada especie hortícola, se obtuvo la tasa beneficio costo teniendo en cuenta los costos de producción variables y los beneficios netos de acuerdo a la producción en peso de cada especie hortícola Albahaca, Lechuga y Apio.

3.9. Manejo agronómico del ensayo

3.9.1. Elaboración de infraestructura

Para esta investigación se emplearon dos sistemas hidropónicos: Pirámides Productivas y NFT, Nutrient Film Technique, (Técnica de lámina de nutrientes). Los cuales se construyeron dentro del invernadero ubicado en la granja experimental de la UTE. Campus Santo Domingo.

El procedimiento para la elaboración de la infraestructura utilizada en la presente investigación se detalla a continuación:

3.9.1.1. Estructuras de madera

Pasos realizados para la construcción de la estructura de madera en el sistema de Pirámides Productivas:

- Se clavó dos tiras de madera de 1.80 metros en forma de pirámide, (se realizó esta acción 2 veces).
- Se construyó una estructura principal ubicando las dos pirámides de frente, a una distancia de 2 metros, clavando 3 tiras de madera horizontales en la parte superior y en los lados, dándole soporte y forma a la estructura de madera.
- Finalmente realizamos niveles clavando tiras pequeñas en la parte frontal de la pirámide, según disminuye la altura de la pirámide, aumentamos la longitud de las tiras, aquí es donde van asentados los tubos y amarrados con alambre galvanizado, a una distancia de 25 cm entre los escalones.

Figura 1
Construcción de la estructura de madera para el sistema de pirámides productivas.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Pasos realizados para la construcción de la estructura de madera en el sistema NFT, Nutrient Film Technique, (Técnica de lámina de nutrientes).

- Se construyó una estructura de madera en forma de mesa, clavando 2 tiras de madera de 2.5 metros de largo y 2 de 1 metro de ancho, para formar un rectángulo.
- Se cortó 4 tiras de madera de 70 cm de largo y se las clavó como patas en cada esquina de la estructura de rectángulo formándose así una mesa.
- Lista la estructura de madera en forma de mesa se amarró con alambre galvanizado, cuatro tubos PVC de 4 pulgadas y 3 metros de longitud, con una distancia entre tubo de 25cm.

Figura 2
Construcción de la estructura de madera para el sistema NFT.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

3.9.2. Preparación de los tubos y tapones

- A los tubos PVC de 4" de 3 metros de largo se les realizó agujeros, con ayuda de un taladro, la distancia entre agujeros fue de 17 cm y el diámetro del agujero fue de 5,5 cm.

Figura 3
Perforación de los tubos con ayuda de un taladro



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Se realizaron agujeros a los tapones en la parte media de 2.5 cm de diámetro para que ingrese el adaptador de tanque de ½".

Figura 4
Perforación de los tapones hembra y macho



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Figura 5
Instalación del adaptador de tanque de ½" a los tapones.



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Posteriormente sellamos los extremos del tubo, pegando con Polipega los tapones hembra y macho respectivamente.

Figura 6
Pegado de los tapones a los tubos PVC de 4”



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

3.9.3. Tanques reciclados

- Armamos una estructura de madera a un nivel superior a cada sistema con 2 metros de altura, donde colocamos dos tanques elevados de 200 litros de capacidad, en los cuales se realizaron agujeros en la parte inferior de 2.5 cm de diámetro para que ingrese el adaptador de tanque de ½”. Los tanques se encargaban de suministrar la solución nutritiva a los sistemas hidropónicos mediante gravedad.

Figura 7
Soporte de madera para los tanques elevados



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Figura 8
Colocación de los tanques elevados al soporte de madera



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Enterramos dos tanques de 200 litros de capacidad casi a nivel del suelo, los cuales reciben y almacenan la solución nutritiva para posteriormente con ayuda de una electrobomba trasladar la solución nutritiva a los tanques elevados.

Figura 9
Colocación de los tanques reservorios



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

3.9.4. Montaje del sistema

- Colocamos los tubos previamente preparados en las estructuras de madera y los amarramos con alambre galvanizado, dejando una distancia de 25 cm entre tubos, y dándoles un desnivel o inclinación de 1.5 cm.

- Se conectó los tubos mediante mangueras de $\frac{3}{4}$ ", por las cuales va a circular la solución nutritiva, se unió una manguera desde el tanque elevado al primer tubo y en secuencia conectándose entre tubos hasta el final que se une con una manguera al tanque de reservorio.

Figura 10
Conexión de mangueras a los tubos



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Se colocó llaves de paso para controlar y dosificar la entrada y salida de solución nutritiva a los tubos y tanque reservorio.

Figura 11
Llave de paso para regular la entrada y salida de agua



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Se instaló una electrobomba de ½ HP de 1 pulgada cerca del tanque reservorio y un sensor o radar en los tanques elevados el cual funcionó de tal manera que si estos quedan sin solución de nutrientes se prendera automáticamente la electrobomba para trasladar la solución nutritiva del tanque reservorio a los tanques elevados y llenarlos nuevamente, (recirculación).

Figura 12
Instalación de electrobomba



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

3.9.5. Siembra

- A las plántulas certificadas de las especies hortícolas Albahaca, Lechuga y Apio, se las sumergió en agua a una temperatura ambiente, para limpiar las raíces del sustrato y dejarlas totalmente libres de impurezas, teniendo en cuenta de no maltratar las raíces.

Figura 13
Lavado de las raíces



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Se cortó esponjas de 2 cm de espesor en cuadros de 6 x 6 cm, en un lado se realizó un corte vertical hasta el centro del cuadro.

Figura 14
Corte de esponja en cuadros



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Se realizó cortes en la parte inferior de los vasos para que las raíces puedan estar en contacto y absorber la solución de nutrientes.

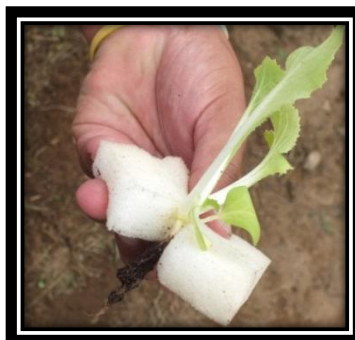
Figura 15
Corte en la parte inferior de los vasos plásticos de 3 onzas



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- Luego se procedió a colocar las plántulas en las esponjas, de forma que el cuello de la raíz ingrese en el corte de la esponja para que tenga un sostén dentro del vaso y las colocamos en los orificios de los tubos PVC.

Figura 16
Colocación de las plántulas en las esponjas



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Figura 17
Colocación de las plántulas en los vasos plásticos



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Figura 18
Transplante a los tubos PVC



Fuente: Investigación de campo
Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

- El distanciamiento que se manejo fue de 17 cm entre planta y 25 cm entre hileras. Los tubos de PVC fueron de 4" y 3 m de largo, y cada tubo con una inclinación de 0,5 cm de pendiente por cada metro de distancia, es decir, que en 3 m de distancia hubo un desnivel de 1,5 cm

3.9.6. Preparación de la solución nutritiva

En la presente investigación se procedió a preparar dos soluciones nutritivas, para 1.000 litros de agua cada una.

LM (La Molina Modificada) tiene una formulación para 1.000 litros de agua.

HHP (Huerta Hidropónica Popular Modificada) tiene una formulación para 2.000 litros de agua, a la cual se le aplicó una regla de tres, adecuándola para 1.000 litros de agua.

3.9.6.1. Solución Hidropónica la Molina Modificada (para 1.000 litros)

Se utilizó 5 litros de agua de (solución madre A), volumen final, pesando por separado y siguiendo el orden 550,0 g de Nitrato de potasio, 350,0 g de Nitrato de amonio y 180,0 g de Superfosfato triple, vertiéndolos en un recipiente con 2 litros de agua destilada, agitándolos hasta que se disuelvan completamente, luego se completó con el resto de agua hasta obtener los 5 litros. De igual manera se preparó la (solución nutritiva B), en un recipiente con 1 litro de agua destilada, pesamos 220,0 g de Sulfato de magnesio, 17,0 g de Quelato de hierro 6 % Fe, y 400 ml de solución de micronutrientes y se completó el volumen final de 2 litro de la solución B. Para la preparación de (solución de micronutrientes), se preparó en un recipiente con 1 litro de agua destilada, pesándolos por separado y vertiéndolos siguiendo el orden: 5,0 g de Sulfato de manganeso, 3,0 g de Ácido bórico, 1,7 g de Sulfato de zinc, 1 g de Sulfato de cobre.

Para preparar un litro de solución nutritiva, agitar previamente las soluciones A y B, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B por litro de agua. Cada solución se agrega al agua por separado; primero la solución A y después la solución B. Tener en cuenta la relación 5:2.

3.9.6.2. Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada (para 1.000 litros)

Se empleó 5 litros de agua de solución madre A, (volumen final), pesando por separado y siguiendo el orden 170,0 g de Fosfato mono amónico, 1,040 g de Nitrato de calcio y 550,0 g de Nitrato de potasio, vertiéndolos en un recipiente con 2 litros de agua destilada, agitándolos hasta que se disuelvan completamente, luego se completó con el resto de agua hasta obtener los 5 litros. De igual manera se preparó la solución nutritiva B, en un recipiente se colocó 1 litro de agua destilada y pesamos 246,0 g de Sulfato de magnesio,

0,24 g de Sulfato de cobre, 1,24 g de Sulfato de manganeso, 0.60 g de Sulfato de zinc, 3,1 g de Ácido bórico, 25,0 g de Quelato de hierro, vertiéndolos y agitándolos hasta que se disuelvan completamente, luego se completó con el resto de agua hasta obtener 2 litros volumen final.

Para preparar un litro de solución nutritiva, agitar previamente las soluciones A y B, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B por litro de agua. Cada solución se agrega al agua por separado; primero la solución A y después la solución B. Tener en cuenta la relación 5:2.

3.9. 7. Riego

El abastecimiento de agua de forma continua, se dio mediante la utilización de electrobombas de $\frac{1}{2}$ HP de 1 pulgada que fueron instaladas cerca del tanque reservorio, también se instaló un sensor o radar en los tanques elevados el cual realizó el trabajo de suministrar la solución nutritiva de manera automática, prendiéndose la electrobomba para impulsar la solución nutritiva del tanque reservorio a los tanques elevados y llenarlos nuevamente (recirculación), favoreciendo la oxigenación de las raíces y un adecuado suministro de nutrientes minerales para las plantas.

La Solución nutritiva baja por gravedad desde los tanques elevados hacia los tubos PVC llamados “canales de cultivo”, regulando la cantidad de ingreso y salida de agua mediante llaves de paso.

En los Sistemas hidropónicos con principio recirculante no se desperdicia el agua, esta es reciclada o reutilizada, ya que se encuentra en movimiento y oxigenándose continuamente. Pero la cantidad de agua que se pierde por absorción de las plantas, es repuesta completando los tanques con la solución de nutrientes.

3.9.8. Control fitosanitario

Se inició con la desinfección de los tanques y tubos de PVC con hipoclorito de sodio en una concentración al 10 %. También se utilizó aceite quemado en las bases de las estructuras de madera, para evitar el ataque de babosas y caracoles.

Para evitar presencia de plagas y enfermedades en el cultivo, se realizaron controles continuos, en las revisiones se trató de detectar la presencia de insectos adultos y de los huevos para destruirlos, y controlarlos en caso de encontrar larvas o pulgones cuando están en sus primeros días de desarrollo. Se utilizó una solución concentrada de jabón azul que se usa para lavar ropa, y se aplicó con un atomizador en forma de rocío, para el control de pulgones y larvas desnudas pequeñas.

3.10. MATERIALES

3.10.1. Materiales utilizados para elaborar un sistema de Pirámides Productivas

- Estructura de madera en forma de pirámide 1 u
- Tanques Plásticos de 200 litros, reciclados 2 u
- Manguera ½"
- Bomba de Agua de ½ HP 1 u
- Breker 1 u
- Cable Eléctrico 1 rollo
- Válvula Check de Bomba 1 u
- Radar para Bomba de Agua 1 u
- Tubos PVC de 4" 7 u
- Llaves de Paso ½" 2 u
- Tapón Hembra 4" 7 u
- Tapón Macho 4" 7 u
- Conector para tanque 1" 1 u
- Conector para tanque ½" 14 u

• Unión Rosca Manguera ½"	20 u
• Unión Rosca Manguera de 1" * ½"	2 u
• Vasos Plásticos de 3 onzas	200 u
• Esponja de 2 cm	1 plancha
• Neplo 1"	2 u
• TEE 1"	1 u
• Codo 1"	1 u
• Alambre	1 rollo
• Polipega 250 cc	1 u
• Teflón	5 u
• Abrazaderas	20 u
• Tubo plástico de 1"	1 metro

3.10.2. Materiales utilizados para elaborar un sistema NFT

• Estructura de madera en forma de mesa	1 u
• Tanques Plásticos de 200 litros, reciclados	2 u
• Manguera ½"	1 rollo
• Bomba de Agua de ½ HP	1 u
• Breker	1 u
• Cable Eléctrico	1 rollo
• Válvula Check de Bomba	1 u
• Radar para Bomba de Agua	1 u
• Tubos PVC de 4"	4 u
• Llaves de Paso ½"	2 u
• Tapón Hembra 4"	4 u
• Tapón Macho 4"	4 u
• Conector para tanque ½"	9 u
• Unión Rosca Manguera ½"	7 u
• Vasos Plásticos	100 u

• Esponja de 2 cm	1/2 plancha
• Neplo 1"	1 u
• Codo 1"	1 u
• Codo 1/2"	4 u
• TEE 1/2"	6 u
• Alambre	1 rollo
• Polipega 250 cc	1 u
• Teflón	5 u
• Abrazaderas	10 u
• Neplo 1/2" * 15 cm	15 u
• Tubo plástico de 1"	1 metro

3.10.3 Materiales de laboratorio

- Balanza electrónica
- Potenciómetro
- Conductímetro

3.10.4. Materias Primas

En el cuadro 10 se puede apreciar las materias primas utilizadas en la presente investigación.

Cuadro 10
Materias Primas utilizadas en las Soluciones Hidropónicas

MATERIAS PRIMAS	Soluciones	
	LM	HHP
SOLUCIÓN CONCENTRADA A		
Nitrato de potasio	X	X
Nitrato de amonio	X	-----
Superfosfato triple	X	-----
Nitrato de Calcio	-----	X
Fosfato mono amónico	-----	X
Solución de Micronutrientes	X	-----
SOLUCIÓN CONCENTRADA B		
Sulfato de magnesio	X	X
Quelato de hierro 6% Fe	X	X
SOLUCIÓN MICRONUTRIENTES		
Sulfato de Cobre	X	X
Sulfato de Manganeso	X	X
Sulfato de Zinc	X	X
Ácido Bórico	X	X

X= Reactivo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. ALBAHACA (*Ocimum basilicum*)

4.1.1. Altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días

En el cuadro 11, se aprecia el análisis de varianza para la variable altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días en el cual se observó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares.

El coeficiente de variación (A) fue 7 %, y el coeficiente de variación (B) fue 10,02 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para ambos factores de estudio.

Cuadro 11
Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Albahaca a los 35 días.

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	28,21 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	96,04 *
Error (a)	3	4,89
Factor B (Soluciones H.)	1	313,29 *
Interacción A*B	1	2,40 ns
Error (b)	6	10,00
C.VA %	7,00	
C.VB %	10,02	
Promedio de altura	31,58	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 12, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en el Sistema hidropónico con la especie hortícola Albahaca logrando una mayor altura de planta con el empleo del Sistema NFT (34,03 cm), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo una menor altura de planta (29,13 cm).

Concordando con lo que manifiesta CARRASCO, et al. 1996 que destaca al sistema "NFT", de otros sistemas hidropónicos porque se obtiene diferentes productos hortícolas, en un corto período de cultivo con un alto rendimiento.

El efecto de la Solución hidropónica sobre la altura de planta en la especie hortícola Albahaca, se emite en el cuadro 12, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generado una menor altura de planta (27,15 cm) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró una mayor altura de planta (36,00 cm). Lo cual podría ser a que esta contiene un mejor balance nutricional para el desarrollo de esta especie hortícola.

Cuadro 12
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días.

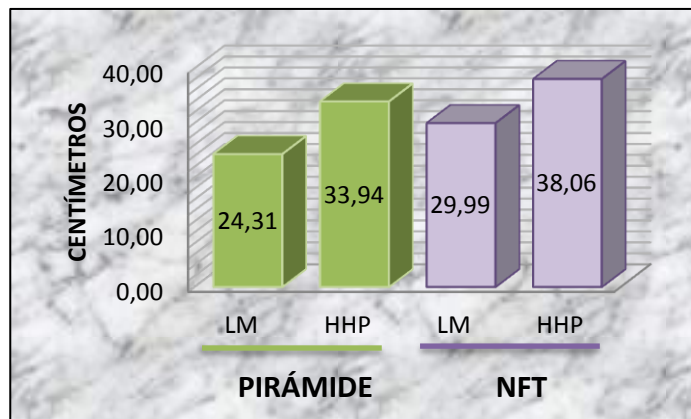
ALTURA A LOS 35 DÍAS (cm)				
Factor A	35		Factor B	35
Sistemas	Días		Soluciones	días
H2(NFT)	34,03	a	S2(HHP)	36,00 a
H1(PIRAMIDE)	29,13	b	S1(LM)	27,15 b
Tukey 5 %	3,52*		Tukey 5 %	3,87**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en la altura de planta a los 35 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 19.

Figura 19
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 35 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.1.2. Altura de planta de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)

El análisis de varianza para la variable altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días reportó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares. (Cuadro 13)

El coeficiente de variación (A) fue 8,56 %, y el coeficiente de variación (B) fue 7,33 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para ambos factores de estudio.

Cuadro 13
Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola
Albahaca a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	93,63 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	375,68 *
Error (a)	3	14,99
Factor B (Soluciones H.)	1	1093,46 *
Interacción A*B	1	11,34 ns
Error (b)	6	10,98
C.VA %	8,56	
C.VB %	7,33	
Promedio de altura	45,20	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

El efecto del Sistema hidropónico con la especie hortícola Albahaca, proporcionó una mayor altura de planta con el empleo del Sistema NFT (50,05 cm), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo una menor altura de planta (40,36 cm). (Cuadro 14)

El efecto de la Solución hidropónica sobre la altura de planta en la especie hortícola Albahaca, se emite en el cuadro 14, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generado una menor altura de planta (36,94 cm) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró una mayor altura de planta (53,47 cm).

Cuadro 14
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones
hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días.

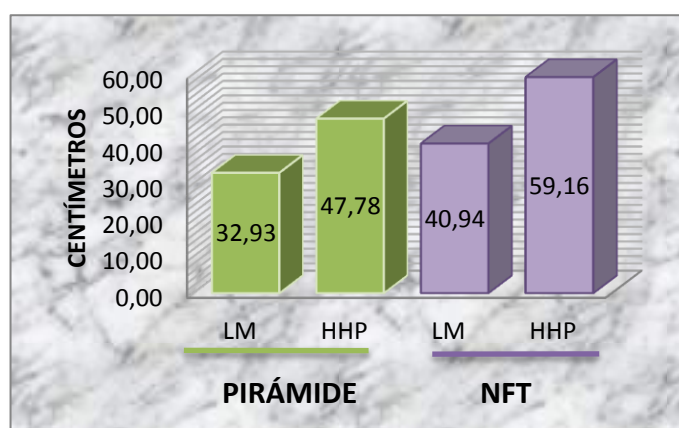
ALTURA A LOS 49 DÍAS (cm)			
Factor A	49	Factor B	49
Sistemas	días	Soluciones	días
H2 (NFT)	50,05 a	S2 (HHP)	53,47 a
H1 (PIRAMIDE)	40,36 b	S1 (LM)	36,94 b
Tukey 5 %	6,16*	Tukey 5 %	4,05**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en la altura de planta a los 49 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 20.

Figura 20
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.1.3. Número de hojas de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)

En el cuadro 15, se aprecia el análisis de varianza para la variable número de hojas de la especie hortícola Albahaca a los 49 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación (A) fue 28,44 %, y el coeficiente de variación (B) fue 19,98 %, como podemos observar el coeficiente de variación A tiene un rango elevado debido a que por naturaleza de la especie existe una variación en producción de hojas, otro factor puede ser la pérdida de hojas al estar en contacto con el tubo PVC, teniendo en cuenta que en la altura y el peso tenemos coeficientes de variación aceptables demostrando el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 15
Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola
Albahaca a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	741,94 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	4192,56 ns
Error (a)	3	1017,04
Factor B (Soluciones H.)	1	30406,64*
Interacción A*B	1	118,27 ns
Error (b)	6	501,68
C.VA %	28,44	
C.VB %	19,98	
Promedio N° de hojas	112,13	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 16 se puede apreciar el efecto de las Soluciones hidropónicas con la especie hortícola Albahaca, en donde la Solución S2 (Huerta Hidropónica Popular Modificada) genera un mayor número de hojas (155,72) en comparación con la Solución S1 (La Molina Modificada); la cual logra un menor número de hojas (68,53).

Se nota claramente que el desarrollo de los vegetales en forma particular se ven afectados especialmente por las Soluciones nutritivas, que por el uso de un Sistema hidropónico en particular, por lo cual se debe tener en cuenta para un análisis la productividad, en donde se logra ubicar mayor cantidad de plantas por m².

Cuadro 16

Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en número de
hojas de la especie hortícola Albahaca a los 49 días.

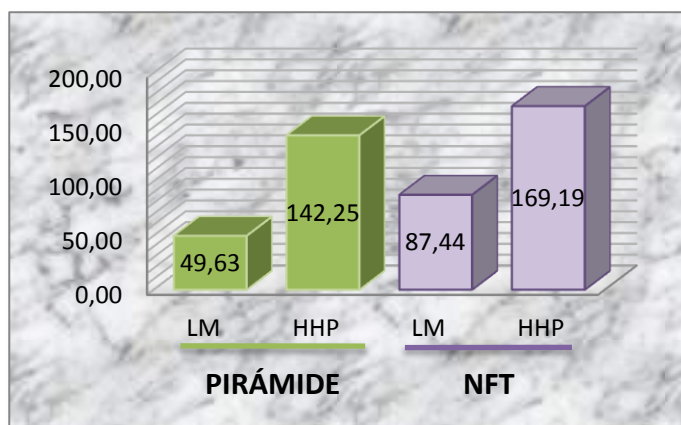
NÚMERO DE HOJAS A LOS		
49 DÍAS		
Factor B	49	
Soluciones	días	
S2(HHP)	155,72	A
S1(LM)	68,53	B
Tukey 5 %	27,40**	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de número de hojas a los 49 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 21

Figura 21
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.1.4. Peso de planta de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)

En el cuadro 17, se aprecia el análisis de varianza para la variable peso de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación para los dos tipos de errores fue de 17,93 y 14,97 % (a) y (b) respectivamente, lo que determina el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 17
Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola
Albahaca a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	54,59 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	643,89 ns
Error (a)	3	83,32
Factor B (Soluciones H.)	1	16512,25 *
Interacción A*B	1	52,56 ns
Error (b)	6	58,05
C.VA %	17,93	
C.VB %	14,97	
Promedio peso de planta	50,91	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

El efecto de la Solución hidropónica sobre el peso de planta en la especie hortícola Albahaca a los 49 días, se emiten en el cuadro 18 donde la Solución S2 (Huerta Hidropónica Popular Modificada) genera un mayor peso de planta (83,03 gr) en comparación con la Solución S1 (La Molina Modificada); con la cual se obtiene un menor peso de planta (18,78 gr).

Cuadro 18

Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en el peso de
planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días.

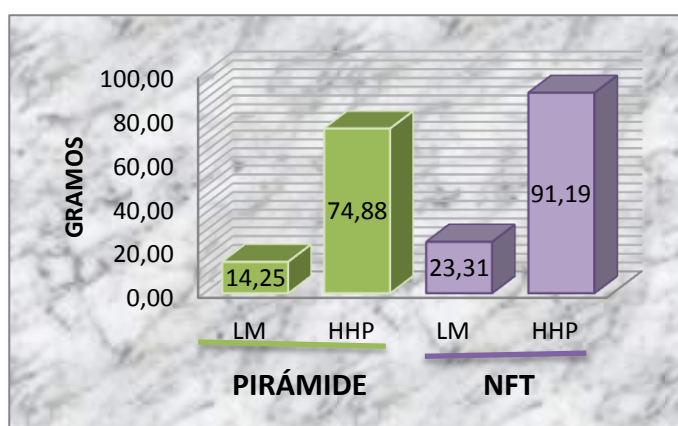
PESO DE PLANTA A LOS	
49 DÍAS (gr)	
Factor B	49
Soluciones	días
S2 (HHP)	83,03 a
S1 (LM)	18,78 b
Tukey 5 %	9,32**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de peso de planta a los 49 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 22.

Figura 22
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al peso de planta de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.1.5. Longitud de raíz de la especie hortícola Albahaca a la cosecha (49 días)

En el cuadro 19, se aprecia el análisis de varianza para la variable longitud de raíz de la especie hortícola Albahaca a los 49 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación para el factor A (Sistemas hidropónicos) fue 8,64 %, y el coeficiente de variación del factor B (Soluciones hidropónicas) fue 11,69 %, garantiza la investigación y respalda los datos reportados.

Cuadro 19
Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola
Albahaca a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	9,32 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	1,06 ns
Error (a)	3	3,48
Factor B (Soluciones H.)	1	1790,98 *
Interacción A*B	1	2,16 ns
Error (b)	6	6,36
C.VA %	8,64	
C.VB %	11,69	
Promedio longitud de raíz	21,58	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 20 se puede apreciar el efecto de las Soluciones hidropónicas con la especie hortícola Albahaca a los 49 días, en donde la Solución S2 (Huerta Hidropónica Popular Modificada) genera una mayor longitud de raíz (32,16 cm) en comparación con la Solución S1 (La Molina Modificada); la cual logra una menor longitud de raíz (11,00 cm).

Cuadro 20
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en longitud de
raíz para la especie hortícola Albahaca a los 49 días.

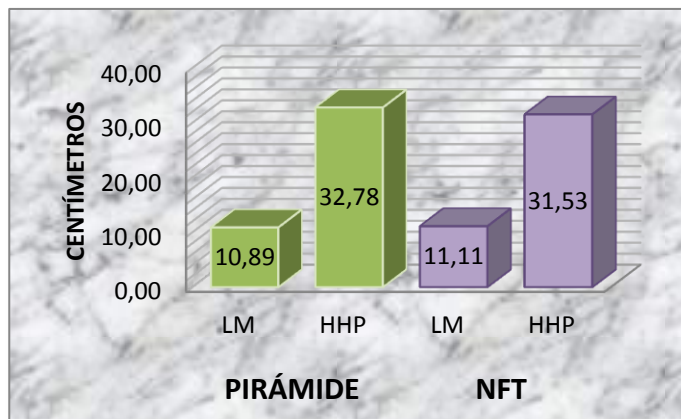
LONGITUD DE RAÍZ A LOS	
49 DÍAS (cm)	
Factor B	49
Soluciones	días
S2 (HHP)	32,16 A
S1 (LM)	11,00 B
Tukey 5 %	3,08**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de longitud de raíz a los 49 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 23

Figura 23
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la longitud de raíz de la especie hortícola Albahaca a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.2. LECHUGA (*Lactuca sativa*)

4.2.1. Altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 14 días

En el cuadro 21, se aprecia el análisis de varianza para la variable altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 14 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación para los dos tipos de errores fue de 4,35 y 5,08 % (a) y (b) respectivamente, lo que determina el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 21
Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola
Lechuga a los (14 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	0,84 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	1,49 ns
Error (a)	3	0,25
Factor B (Soluciones H.)	1	9,19 *
Interacción A*B	1	1,98 ns
Error (b)	6	0,35
C.VA %	4,35	
C.VB %	5,08	
Promedio de altura	11,57	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 22, se puede apreciar la prueba de comparación Tukey al 5 % en la Solución hidropónica con la especie hortícola Lechuga a los 14 días logrando una mayor altura de planta con el empleo de la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada (12,33 cm), superando los valores obtenidos por MEZA, 2009 quien a los 20 días de evaluación obtuvo que la variedad de lechuga cresa presentó 11,87 cm en altura de planta.

Cuadro 22
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en altura de
planta en la especie hortícola Lechuga a los 14 días.

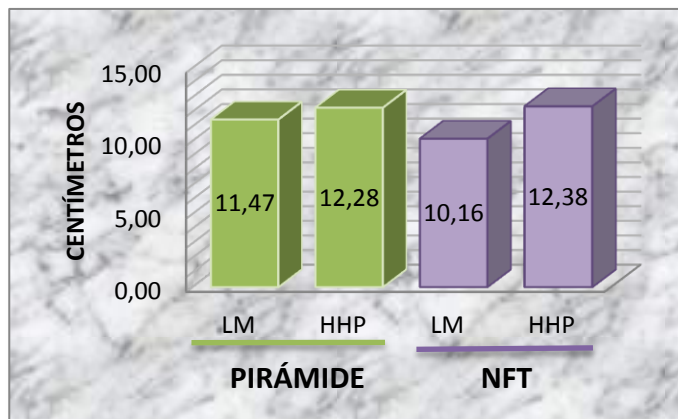
ALTURA DE PLANTA A LOS	
14 DÍAS (cm)	
Factor B	14
Soluciones	días
S2 (HHP)	12,33 a
S1 (LM)	10,81 b
Tukey 5 %	0,72**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en la altura de planta a los 14 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 24.

Figura 24
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 14 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.2.2. Altura de planta de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)

En el cuadro 23, se aprecia el análisis de varianza para la variable altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días en el cual, se observó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares.

El coeficiente de variación (A) fue 2,76 %, y el coeficiente de variación (B) fue 4,52 %, lo cual garantiza que la investigación ha sido bien conducida y de conformidad a los datos que se reportan.

Cuadro 23
Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola
Lechuga a la cosecha (28 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	2,08 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	25,96 *
Error (a)	3	0,34
Factor B (Soluciones H.)	1	103,23 *
Interacción A*B	1	0,28 ns
Error (b)	6	0,92
C.VA %	2,76	
C.VB %	4,52	
Promedio de altura	21,18	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 24, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en el Sistema hidropónico con la especie hortícola Lechuga a los 28 días de evaluación, logrando una mayor altura de planta con el empleo del Sistema NFT (22,46 cm), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo una menor altura de planta (19,91 cm).

El efecto de la Solución hidropónica sobre la altura de planta en la especie hortícola Lechuga, se emiten en el cuadro 24, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generando una menor altura de planta (18,64 cm) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró una mayor altura de planta (23,72 cm). Lo cual podría ser a que esta contiene un mejor balance nutricional para el desarrollo de esta especie hortícola.

Cuadro 24
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días.

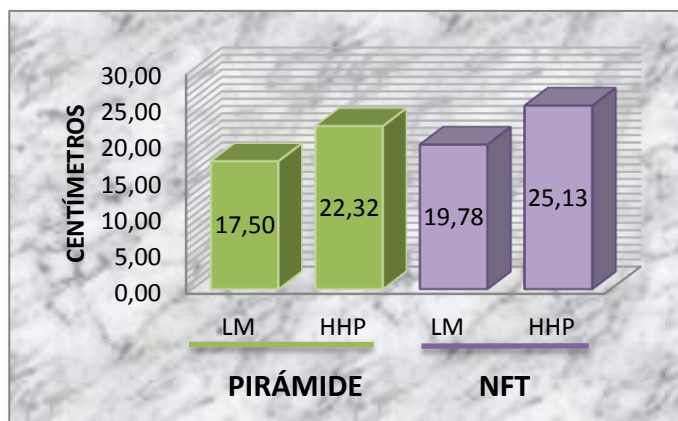
ALTURA A LOS 28 DÍAS (cm)			
Factor A	28 días		Factor B
Sistemas			Soluciones
H2 (NFT)	22,46	a	S2 (HHP)
H1 (PIRÁMIDE)	19,91	b	S1 (LM)
Tukey 5 %	0,93**		Tukey 5 %

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en la altura de planta a los 28 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 25.

Figura 25
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.2.3. Número de hojas de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)

En el cuadro 25, se aprecia el análisis de varianza para la variable número de hojas de la especie hortícola Lechuga a los 28 días el cual, reportó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares.

El coeficiente de variación (A) fue 4,50 %, y el coeficiente de variación (B) fue 12,03 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para ambos factores de estudio.

Cuadro 25
Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	1,73 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	21,97 *
Error (a)	3	0,38
Factor B (Soluciones H.)	1	51,66 *
Interacción A*B	1	3,75 ns
Error (b)	6	2,71
C.VA %	4,50	
C.VB %	12,03	
Promedio de N° hojas	13,67	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 26, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en el Sistema hidropónico con la especie hortícola Lechuga a los 28 días de evaluación, logrando un mayor número de hojas con el empleo del Sistema NFT (14,84), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo un menor número de hojas (12,50).

El efecto de la Solución hidropónica sobre el número de hojas en la especie hortícola Lechuga, se emiten en el cuadro 26, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generando un menor número de hojas (11,88) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró un mayor número de hojas (15,47). Sobresaliendo a los valores obtenidos por MEZA, 2009 quien a los 40 días de evaluación obtuvo que la variedad de lechuga crespa presentó un promedio de 15,14 número de hojas.

Cuadro 26
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en el número de hojas en la especie hortícola Lechuga a los 28 días.

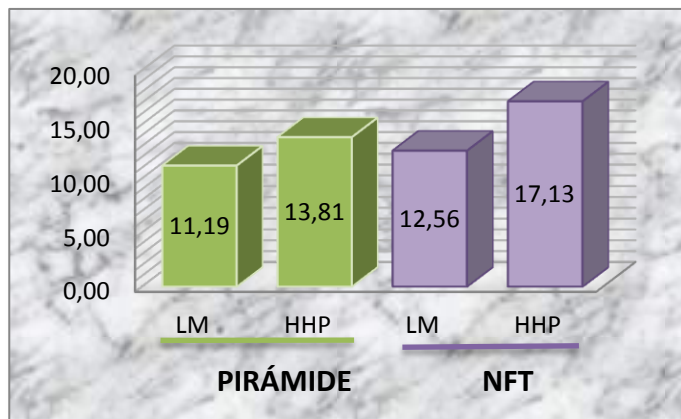
NÚMERO DE HOJAS A LOS 28 DÍAS					
Factor A	28		Factor B	28	
Sistemas	días		Soluciones	días	
H2 (NFT)	14,84	a	S2 (HHP)	15,47	a
H1 (PIRÁMIDE)	12,50	b	S1 (LM)	11,88	b
Tukey 5 %	0,98**		Tukey 5 %	2,01**	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en número de hojas a los 28 días de evaluación no resultó estadísticamente significativo, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 26.

Figura 26
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.2.4. Peso de planta de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)

En el cuadro 27 se puede apreciar el análisis de varianza para la variable peso de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días en el cual se observó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares.

El coeficiente de variación (A) fue 19,01 %, y el coeficiente de variación (B) fue 18,04 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para ambos factores de estudio.

Cuadro 27
Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola
Lechuga a la cosecha (28 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	313,82 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	3206,39 *
Error (a)	3	122,65
Factor B (Soluciones H.)	1	7288,89 *
Interacción A*B	1	39,06 ns
Error (b)	6	110,39
C.VA %	19,01	
C.VB %	18,04	
Promedio de peso planta	58,25	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 28, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en el Sistema hidropónico con la especie hortícola Lechuga a los 28 días de evaluación, logrando un mayor peso de planta con el empleo del Sistema NFT (72,41 gr), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo un menor peso de plantas (44,09 gr).

El efecto de la Solución hidropónica sobre el peso de planta en la especie hortícola Lechuga, se emiten en el cuadro 28, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generando un menor peso de planta (36,91 gr) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró un mayor peso de planta (79,59, gr).

Cuadro 28
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en peso de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días.

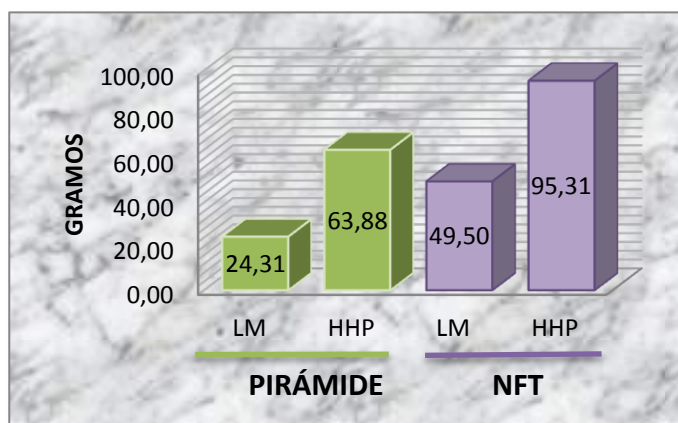
PESO DE PLANTA A LOS 28 DÍAS (gr)			
Factor A	28	Factor B	28
Sistemas	días	Soluciones	días
H2 (NFT)	72,41 a	S2 (HHP)	79,59 a
H1 (PIRÁMIDE)	44,09 b	S1 (LM)	36,91 b
Tukey 5 %	17,62*	Tukey 5 %	12,85**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de peso de planta a los 28 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 27.

Figura 27
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al peso de planta de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.2.5. Longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a la cosecha (28 días)

En el cuadro 29, se aprecia el análisis de varianza para la variable longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a los 28 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas

al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación (A) fue 11,68 %, y el coeficiente de variación (B) fue 17,08 %, lo que garantiza que la investigación ha sido bien conducida y de conformidad a los datos que se reportan.

Cuadro 29
Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola
Lechuga a la cosecha (28 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	17,42 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	5,12 ns
Error (a)	3	4,89
Factor B (Soluciones H.)	1	519,27 *
Interacción A*B	1	53,66 ns
Error (b)	6	10,44
C.VA %	11,68	
C.VB %	17,08	
Promedio de longitud raíz	18,92	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 30 se puede apreciar el efecto de las Soluciones hidropónicas con la especie hortícola Lechuga a los 28 días, en donde la Solución S2 (Huerta Hidropónica Popular Modificada) genera una mayor longitud de raíz (24,62 cm). Obteniendo mejores resultados que MEZA, 2009 quien a los 40 días obtuvo 19,79 cm en longitud de raíz con la variedad de lechuga crespa.

Cuadro 30

Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a los 28 días.

LONGITUD DE RAÍZ A LOS 28 DÍAS (cm)	
Factor B Soluciones	28 días
S2 (HHP)	24,62 A
S1 (LM)	13,22 B
Tukey 5 %	3,95**

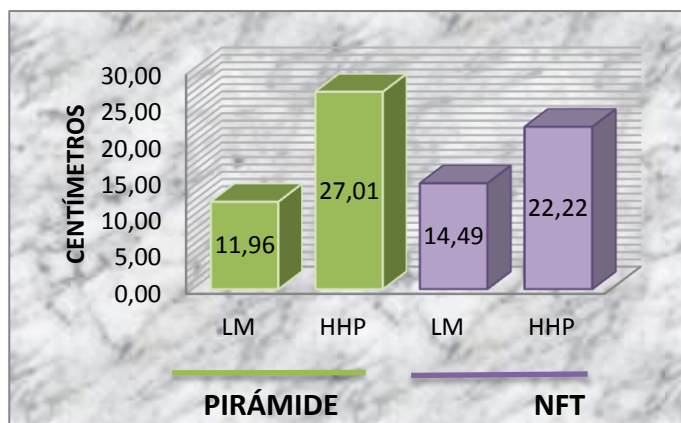
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de longitud de raíz a los 28 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 28.

Figura28

Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la longitud de raíz de la especie hortícola Lechuga a los 28 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.3. APIO (*Apium graveolens*)

4.3.1. Altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días

En el cuadro 31, se aprecia el análisis de varianza para la variable altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días en el cual no se encontró diferencias significativas para el factor A (Sistemas hidropónicos), se observó diferencias significativas al 0,05 % para el factor B (Soluciones Hidropónicas), y para la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas.

El coeficiente de variación (A) fue 5,55 %, y el coeficiente de variación (B) fue 4,98 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para ambos factores de estudio.

Cuadro 31
Análisis estadístico de varianza para la altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días.

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	8,98 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	20,82 ns
Error (a)	3	4,35
Factor B (Soluciones H.)	1	412,60 *
Interacción A*B	1	29,57 *
Error (b)	6	3,50
C.VA %	5,55	
C.VB %	4,98	
Promedio de altura	37,58	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 32, se aprecia que hay diferencias estadísticas significativas al 0.05 % entre los tratamientos evaluados a los 35 días. En el tratamiento donde se empleó el Sistema PIRÁMIDE con la Solución hidropónica LM se logró una menor altura (30,00 cm) por lo que se ubicó en el último rango (c), seguido del Sistema NFT con la Solución LM

obteniendo un valor de (35,00 cm) ubicándose en el rango (b), siendo las mejores con el rango (a) las siguientes; Sistema PIRÁMIDE con la Solución HHP (42,88 cm) y el Sistema NFT con la Solución hidropónica HHP (42,44cm). Ver figura 29.

Cuadro 32
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para la interacción entre Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días.

TRATAMIENTOS		ALTURA DE PLANTA (cm)	
FACTOR A SISTEMAS	FACTOR B SOLUCIONES	35 días	
Pirámide	HHP	42,88	a
NFT	HHP	42,44	a
NFT	LM	35,00	b
Pirámide	LM	30,00	c
Tukey 5 %		4,58	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

El efecto de la Solución hidropónica sobre la altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días, se expresa en el cuadro 33, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generado una menor altura de planta (32,50 cm) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró una mayor altura de planta (42,66 cm).

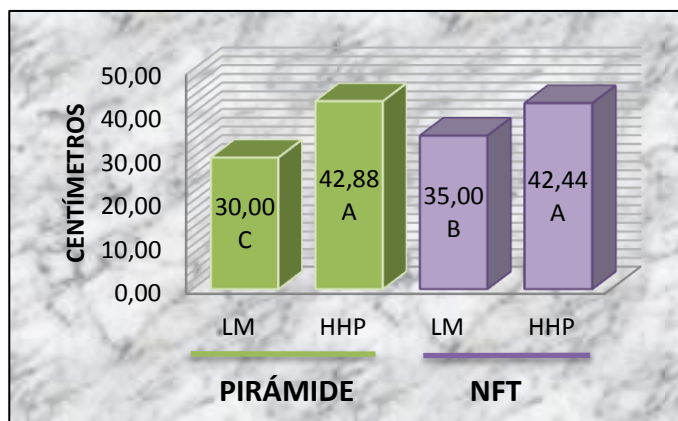
Cuadro 33
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta en la especie hortícola Apio a los 35 días.

ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DÍAS (cm)	
Factor B Soluciones	35 días
S2 (HHP)	42,66 a
S1 (LM)	32,50 b
Tukey 5 %	2,29**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Figura 29
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Apio a los 35 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.3.2. Altura de planta de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)

El análisis de varianza para la variable altura de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días no reportó diferencias significativas para el factor A (Sistemas Hidropónicos), existió diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares. (Cuadro 34)

El coeficiente de variación para los dos tipos de errores fue de 7,64 y 7,45% (a) y (b) respectivamente, lo que determina el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 34
Análisis estadístico de varianza para la altura en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	7,86 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	36,30 ns
Error (a)	3	16,98
Factor B (Soluciones H.)	1	608,24 *
Interacción A*B	1	53,11 ns
Error (b)	6	16,14
C.VA %	7,64	
C.VB %	7,45	
Promedio de altura	53,90	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 35, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en Soluciones con la especie hortícola Apio a los 49 días de evaluación, logrando una mayor altura de planta con el empleo de la Solución hidropónica Huerta Hidropónica Popular Modificada (60,07 cm), mientras que con el Solución hidropónica La Molina Modificada se obtuvo una menor altura de planta (47,73 cm).

Cuadro 35
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en altura de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días.

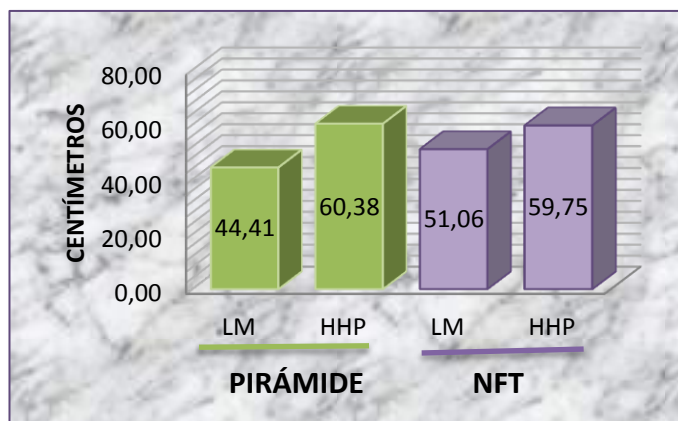
ALTURA DE PLANTA A LOS 49 DÍAS (cm)	
Factor B Soluciones	49 días
S2 (HHP)	60,07 A
S1 (LM)	47,73 B
Tukey 5 %	4,91**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en altura de planta a los 49 días de evaluación no resultó estadísticamente significativo, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 30.

Figura 30
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a la altura de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

4.3.3. Número de hojas de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)

El análisis de varianza para la variable número de hojas en la especie hortícola Apio a los 49 días no reporta diferencias significativas para el factor A (Sistemas Hidropónicos), para el factor B (Soluciones Hidropónicas) ni en la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas (Cuadro 36).

El coeficiente de variación (A) fue 6,23 %, y el coeficiente de variación (B) fue 5,67 %, lo cual indica una alta confiabilidad de los datos registrados para los factores de estudio.

Cuadro 36
Análisis estadístico de varianza para el número de hojas en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	0,96 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	4,25 ns
Error (a)	3	0,55
Factor B (Soluciones H.)	1	1,13 ns
Interacción A*B	1	1,13 ns
Error (b)	6	0,45
C.VA %	6,23	
C.VB %	5,67	
Promedio N° de hojas	11,86	

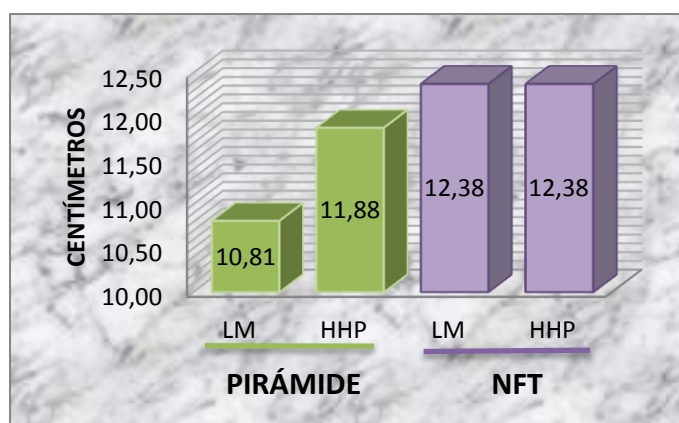
* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

Las diferencias entre tratamientos en la altura de planta a los 49 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 31.

Figura31
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al número de hojas de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.3.4. Peso de planta de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)

En el cuadro 37, se aprecia el análisis de varianza para la variable peso de planta en la especie hortícola Apio a los 49 días en el cual se observó diferencias significativas al 0,05 % para el factor A (Sistemas Hidropónicos) y el factor B (Soluciones Hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística por lo que prácticamente con todos los tratamientos se obtiene resultados similares.

El coeficiente de variación para los dos tipos de errores fue de 16,14 y 19,93 % (a) y (b) respectivamente, lo que determina el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 37
Análisis estadístico de varianza para el peso de planta en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	243,64 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	10907,19 *
Error (a)	3	517,14
Factor B (Soluciones H.)	1	19933,91 *
Interacción A*B	1	3199,32 ns
Error (b)	6	787,85
C.VA %	16,14	
C.VB %	19,93	
Promedio de peso planta	140,86	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 38, se puede apreciar la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey al 5 % en el Sistema hidropónico con la especie hortícola Apio logrando un mayor peso de planta con el empleo del Sistema NFT (166,97 gr), mientras que con el Sistema PIRÁMIDE se obtuvo un menor peso de planta (114,75 gr).

El efecto de la Solución hidropónica sobre el peso de planta en la especie hortícola Apio, se expresa en el cuadro 38, en el cual vemos reflejado que la Solución La Molina Modificada ha generando un menor peso de planta (105,56 gr) en comparación con la Solución Huerta Hidropónica Popular Modificada; la cual logró un mayor peso de planta (176,16 gr).

Cuadro 38
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Sistemas hidropónicos (H) y Soluciones hidropónicas (S) en peso de planta para la especie hortícola Apio a los 49 días.

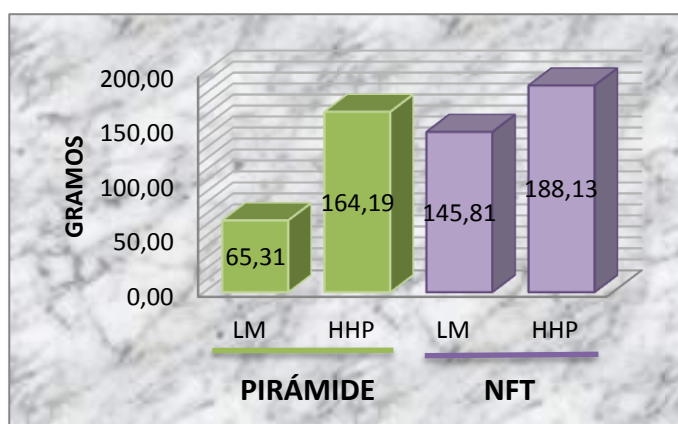
PESO DE PLANTA A LOS 49 DÍAS (gr)					
Factor A	28	Factor B	28		
Sistemas	días	Soluciones	días		
H2 (NFT)	166,97	a	S2 (HHP)	176,16	a
H1 (PIRÁMIDE)	114,75	b	S1 (LM)	105,56	b
Tukey 5 %	36,18*		Tukey 5 %	34,34**	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Las diferencias entre tratamientos en peso de planta a los 49 días de evaluación no resultaron estadísticamente significativas, sin embargo existieron diferencias numéricas como se observa en la Figura 32.

Figura 32
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto al peso de planta de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.3.5. Longitud de raíz de la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días)

En el cuadro 39, se aprecia el análisis de varianza para la variable longitud de raíz de la especie hortícola Apio a los 49 días en el cual, se observó que no existe significación estadística en el factor A (Sistemas hidropónicos), se encontró diferencias significativas al 0,05 % en el factor B (Soluciones hidropónicas), en cuanto a la interacción entre Sistemas hidropónicos y Soluciones hidropónicas no se observó significación estadística.

El coeficiente de variación para los dos tipos de errores fue de 7,17 y 6,17 % (a) y (b) respectivamente, lo que determina el buen manejo del experimento en campo.

Cuadro 39
Análisis estadístico de varianza para la longitud de raíz en la especie hortícola Apio a la cosecha (49 días).

F.V.	G.L	CM
Total	15	
Repeticiones	3	1,58 ns
Factor A (Sistemas H.)	1	1,29 ns
Error (a)	3	2,39
Factor B (Soluciones H.)	1	72,89 *
Interacción A*B	1	0,62 ns
Error (b)	6	1,76
C.VA %	7,17	
C.VB %	6,17	
Promedio de longitud raíz	21,55	

* = significativo al 0,05 %, ns = no significativo

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

El efecto de la Solución hidropónica sobre la longitud de raíz en la especie hortícola Apio a los 49 días, se expresan en el cuadro 40 donde la Solución S2 (Huerta Hidropónica Popular Modificada) genera una mayor longitud de raíz (23,68 cm) en comparación con la Solución S1 (La Molina Modificada); con la cual se obtiene una menor longitud de raíz (19,41 cm). Concordando con lo manifestado por URRESTARAZU, 2004 quien señala que el sistema radicular en cultivos sin suelo difiere de aquellos en el suelo debido

al volumen radicular pequeño, ya que la superficie de la raíz esta siempre en contacto con la solución nutritiva.

Cuadro 40
Promedios y Prueba Tukey al 5 % para Soluciones hidropónicas (S) en la longitud de raíz en la especie hortícola Apio a los 49 días.

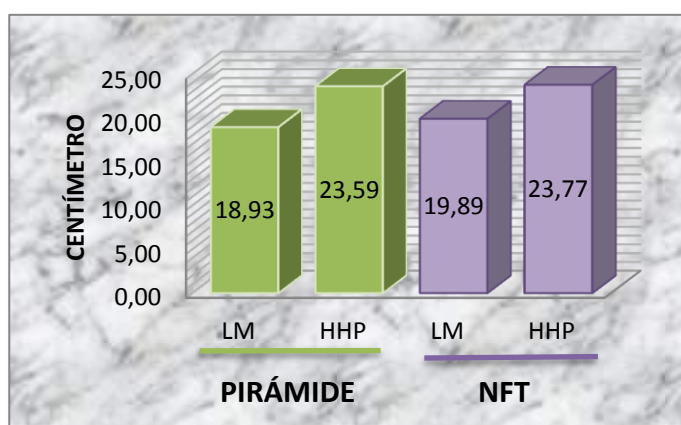
LONGITUD DE RAÍZ A LOS 49 DÍAS (cm)	
Factor B	49 días
S2 (HHP)	23,68 A
S1 (LM)	19,41 B
Tukey 5 %	1,63**

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012.

Entre los tratamientos no existió significación estadística en la evaluación de longitud de raíz a los 49 días, sin embargo existieron diferencias numéricas que pueden ser apreciadas en la Figura 33.

Figura 33
Efecto de los Sistemas hidropónicos por las Soluciones hidropónicas con respecto a longitud de raíz de la especie hortícola Apio a los 49 días. UTE. Santo Domingo, 2012.



Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.4. Plantas por metro cuadrado (Plantas/m²)

En el cuadro 41 podemos observar que obtenemos mayor número de plantas con el Sistema hidropónico de PIRÁMIDE, 35 plantas por metro cuadrado, mientras que en el Sistema hidropónico NFT obtenemos 24 plantas por metro cuadrado, en el Sistema de PIRÁMIDE obtenemos un mayor número de plantas por metro cuadrado debido a que utilizamos el espacio aéreo al estar los tubos PVC uno encima del otro.

Cuadro 41
Plantas por metro cuadrado según el Sistema Hidropónico

SISTEMAS HIDROPÓNICOS	Plantas/m²
PIRÁMIDE	35
NFT	24

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

4.5. Análisis Económico

En el cuadro 42, se puede apreciar el análisis económico de la especie hortícola Albahaca, evaluada con dos Soluciones madre y dos Sistemas hidropónicos donde el tratamiento H2S2 (NFT + Huerta Hidropónica Popular Modificada), alcanzó la mayor tasa beneficio costo con 1,85 lo cual manifiesta una buena rentabilidad para la producción de albahaca en Sistemas hidropónicos.

Cuadro 42
Análisis económico de la especie hortícola Albahaca

TRATAMIENTOS		COSTOS	BENEFICIO	TASA BENEFICIO
Factor A	Factor B	PARCIALES	NETO	COSTO
		\$	\$	
NFT	HHP	\$ 3,50	\$ 6,46	1,85
PIRÁMIDE	HHP	\$ 3,03	\$ 4,88	1,61
NFT	LM	\$ 3,65	\$ 3,79	1,04
PIRÁMIDE	LM	\$ 3,18	\$ 3,24	1,02

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 43, se puede apreciar el análisis económico de la especie hortícola Lechuga, evaluada con dos Soluciones madre y dos Sistemas hidropónicos donde el tratamiento H2S2 (NFT + Huerta Hidropónica Popular Modificada), alcanzó la mayor tasa beneficio costo con 1,80 lo cual manifiesta una buena rentabilidad para la producción de lechuga en Sistemas hidropónicos.

Cuadro 43
Análisis económico de la especie hortícola Lechuga

TRATAMIENTOS		COSTOS PARCIALES \$	BENEFICIO NETO \$	TASA BENEFICIO COSTO
Factor A	Factor B			
NFT	HHP	\$ 2,37	\$ 4,28	1,80
PIRÁMIDE	HHP	\$ 2,10	\$ 2,72	1,29
NFT	LM	\$ 2,53	\$ 2,65	1,05
PIRÁMIDE	LM	\$ 2,16	\$ 2,29	1,02

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

En el cuadro 44, se puede apreciar el análisis económico de la especie hortícola Apio, evaluada con dos Soluciones madre y dos Sistemas hidropónicos donde el tratamiento H1S2 (PIRÁMIDE + Huerta Hidropónica Popular Modificada), alcanzó la mayor tasa beneficio costo con 1,83 lo cual presenta una buena rentabilidad, seguido del tratamiento H2S2 (NFT + Huerta Hidropónica Popular Modificada) con una tasa beneficio costo de 1,77.

Cuadro 44
Análisis económico de la especie hortícola Apio

TRATAMIENTOS		COSTOS PARCIALES \$	BENEFICIO NETO \$	TASA BENEFICIO COSTO
Factor A	Factor B			
PIRÁMIDE	HHP	\$ 2,79	\$ 5,10	1,83
NFT	HHP	\$ 3,26	\$ 5,79	1,77
NFT	LM	\$ 3,41	\$ 4,02	1,18
PIRÁMIDE	LM	\$ 2,94	\$ 3,10	1,05

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: CASTELO, J. 2012

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se concluye lo siguiente:

- El mejor Sistema Hidropónico fue el NFT en las tres especies hortícolas, la Albahaca a los 49 días con 50,05 cm en altura de planta, con 128,31 hojas y un peso en materia verde de 57,25 gramos, la Lechuga a los 28 días con 22,46 cm, en altura de planta, 14,84 hojas y un peso en materia verde de 72,41 gramos y el Apio a los 49 días con 55,41 cm en altura de planta, 12,38 hojas y un peso en materia verde de 166,97 gramos.
- La mejor Solución Hidropónica fue HHP en las tres especies hortícolas, la Albahaca a los 49 días con 53,47 cm en altura de planta, 155,72 hojas y un peso en materia verde de 83,03 gramos, la Lechuga a los 28 días con 23,72 cm en altura de planta 15,47 hojas y un peso en materia verde de 79,59 gramos y el Apio a los 49 días con 60,07 cm, en altura de planta, 12,13 hojas y un peso en materia verde de 176,16 gramos.
- El mejor tratamiento en la especie hortícola Albahaca se presentó en la interacción sistema hidropónico NFT más la solución hidropónica HHP con promedios de 169,19 hojas por planta y un peso en materia verde de 91,19 gramos. En la especie hortícola Lechuga, el mejor tratamiento fue con el sistema hidropónico NFT más la solución hidropónica HHP con promedios de 17,13 hojas por planta y un peso en materia verde de 95,31 gramos. En la especie hortícola Apio el mejor tratamiento fue con el sistema hidropónico NFT más la solución hidropónica HHP con promedios de 12,38 hojas por planta y un peso en materia verde de 188,13 gramos.

- Según el análisis económico la especie hortícola Albahaca obtuvo una tasa beneficio costo de 1,85 con el tratamiento H2S2 (NFT + HHP), la especie hortícola Lechuga obtuvo una tasa beneficio costo de 1,80 con el tratamiento H2S2 (NFT + HHP), y la especie hortícola Apio obtuvo una tasa beneficio costo de 1,83 con el tratamiento H1S2 (PIRÁMIDE + HHP).

5.2. Recomendaciones

- Emplear el sistema NFT porque se obtienen buenos resultados, en altura de planta, número de hojas y peso en materia verde. Sin excluir el sistema de PIRÁMIDES PRODUCTIVAS ya que se lo puede utilizar cuando se dispone de espacios sumamente pequeños logrando mayor número de plantas por metro cuadrado, de igual manera con una buena producción.
- Utilizar la Solución Hidropónica HHP (Huerta Hidropónica Popular) debido a la obtención de los mejores resultados en altura de planta, número de hojas y peso de materia verde en las tres especies hortícolas.
- Se recomienda cultivar hidropónicamente debido a que obtenemos plantas sanas, frescas y libres de impurezas, sin la utilización de pesticidas que afecten la calidad de las mismas, disminuyendo costos en mano de obra, aprovechando al máximo el espacio físico y economizando el agua mediante su reutilización.
- Se propone investigar con más especies vegetales como el tomate, el pimiento, etc., para obtener datos sobre adaptación a hidroponía en la zona de Santo Domingo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) AGROPECUARIOS. 2012. El cultivo del Apio. En Línea. Disponible en: <http://agropecuarios.net/cultivo-de-apio.html>
- 2) BARBADO, José Luis, 2009. Hidroponía, su empresa de cultivos en agua. Edit. Albatros 1ª Edición. Buenos Aires-Argentina. Pág. 10,13,22
- 3) BOTANICAL. 2011. Características y propiedades alimentarias del apio. En Línea. Disponible en: <http://www.botanical-online.com/apio.htm>
- 4) CADAHÍA, Carlos. 2005. Fertilización: Cultivos hortícolas, frutales y hornamentales. Editorial Mundi-Prensa. 3º Edición. Madrid-España. Pág. 33.
- 5) CARRASCO Gilda, IZQUIERDO Juan. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante ("NFT"). Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Pág. 12
- 6) CULTURAAGRARIA. 2012. El origen de la albahaca. En Línea. Disponible en: <http://culturaagraria.blogspot.com/2012/01/albahaca-ocimum-basilicum.html>
- 7) EURORESIDENTES. 2012. Apio (Apium Graveolens). En Línea. Disponible en: <http://www.euroresidentes.com/Alimentos/apio.htm>
- 8) FILIPPETTI, Víctor. 2012. Cultivos Hidropónicos. GCA, Consultora Ambiental. En Línea. Disponible en: http://hidroponia.gcaconsultora.com.ar/info_hidrop.html
- 9) HIDROPONIAALDIA. 2010. Lechuga hidropónica: Hidroponía en casa. En Línea. Disponible en: <http://www.hidroponiaaldia.com/2010/02/lechuga-hidroponica-hidroponia-en-casa.html>
- 10) HIDROPONIAENELJARDIN. 2009. En Línea. Disponible en: <http://hidroponiaeneljardin.blogspot.com/2009/11/lechuga-hidroponica.html>
- 11) HIERBAMEDICINAL. 2011. Los usos medicinales de la lechuga. En Línea. Disponible en: <http://hierbamedicinal.es/los-usos-medicinales-de-la-lechuga>
- 12) INFOAGRO. 2012. El Cultivo de la Lechuga. En Línea. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>

- 13) INFOJARDIN. 2011. El apio. En Línea. Disponible en: <http://fichas.infojardin.com/hortalizas-verduras/apio-apium-graveolens.htm>
- 14) JARDINERADIGITAL. 2008. Cultivo de albahaca. En Línea. Disponible en: <http://www.jardineriadigital.com/plantas/cultivo-de-albahaca.php>
- 15) LARES, Jacob, 2011. Escuela Verde Jamaak. Hidroponía, una alternativa ecológicamente perfecta para la baja California. En Línea. Disponible en: <http://jamaak.blogspot.com/2011/04/articulo-que-escribio-jacob-lares.html>
- 16) LAVIDAENCASA. 2012. Albahaca. En Línea. Disponible en: <http://www.lavidaencasa.com/RECETARIO/Alimentos/A-D/albahaca.htm>
- 17) MONTANE, J. 2010. Albahaca: propiedades medicinales, beneficios, descripción y usos. En Línea. Disponible en: <http://suite101.net/article/albahaca-propiedades-medicinales-beneficios-descripcion-y-usos-a32301>
- 18) MEZA, Alexander, 2009. EVALUACIÓN DE TRES SOLUCIONES HIDROPÓNICAS, EN TRES VARIEDADES DE LECHUGAS (*Lactuca sativa L.*) EN SISTEMA NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) BAJO INVERNADERO. ZONA DE SANTO DOMINGO. Tesis Ingeniero Agropecuario. Universidad Tecnológica Equinoccial. Santo Domingo, Ecuador. Pág. 28, 30, 32.
- 19) PEREZ, Laura. 2012. Hidroponía básica. Centro Nacional de Jardinería Corazón verde. Costa Rica. <http://www.corazonverdecr.com/es/Hidroponia>
- 20) PLANTASPARACURAR. 2012. Usos medicinales y aplicaciones curativas del apio. En Línea. Disponible en: <http://www.plantasparacurar.com/ usos-medicinales-y-aplicaciones-curativas-del-apio/>
- 21) RECALDE, MV. 2010. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES NUTRICIONALES Y MEDICINALES DE LA ALBAHACA Y SU APLICACIÓN A LA GASTRONOMÍA. Tesis Administrador Gastronómico. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. Pág. 16
- 22) RODRÍGUEZ, CHANG, HOYOS, FACÓN. 2004. Manual Práctico de Hidroponía. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. 4º Edición. La Molina – Lima. Pág. 05,35,36
- 23) UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA, Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. 2010. En Línea. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/solucion1.htm>
- 24) URRESTARAZU, Miguel. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Editorial. Mundi Prensa. 3º Edición. Madrid-España. Pág. 541, 542, 543,552.

ANEXOS

Anexo 1. Especie hortícola Albahaca al transplante



Anexo 2. Especie hortícola Lechuga al transplante



Anexo 3. Especie hortícola Apio al transplante



Anexo 4. Especie hortícola Albahaca al los 11 días



Anexo 5. Especie hortícola Lechuga al los 11 días



Anexo 6. Especie hortícola Apio al los 11 días



Anexo 7. Especie hortícola Albahaca al los 21 dias



Anexo 8. Especie hortícola Lechuga al los 21 dias



Anexo 9. Especie hortícola Apio al los 21 dias



Anexo 10. Especie hortícola Albahaca a los 49 días (cosecha)



Anexo 11. Especie hortícola Lechuga a los 28 días (cosecha)



Anexo 12. Especie hortícola Apio al los 49 días (cosecha)



Anexo 13. Medicion de longitud de raiz

Especie hortícola
Albahaca



Especie hortícola
Lechuga



Especie hortícola
Apio



Anexo 14. Control del peso en balanza digital

Especie hortícola
Albahaca



Especie hortícola
Lechuga



Especie hortícola
Apio



Anexo 15. Medicion de altura de planta



Anexo 16. Control de pH y conductividad electrica



Anexo 17. Sistema de Pirámides Productivas



Anexo 18. Sistema NFT



Anexo 19. Lugar del ensayo



Anexo 20. Costo de la Solución Hidropónica (La Molina Modificada) para 1.000 litros de agua.

(LA MOLINA MODIFICADA)	CANTIDAD UTILIZADA	V. UNITARIO * LIBRA	COSTO
Nitrato de potasio	550 g	\$ 1,35	\$ 1,65
Nitrato de amonio	350 g	\$ 0,30	\$ 0,23
Superfosfato triple	180 g	\$ 1,20	\$ 0,48
Solución de Micronutrientes	400 ml	\$ 5,20	\$ 5,20
Sulfato de magnesio	220 g	\$ 0,26	\$ 0,13
Quelato de hierro 6% Fe	17 g	\$ 0,25	\$ 0,01
Sulfato de Cobre	1 g	\$ 1,95	\$ 0,01
Sulfato de Manganeso	5 g	\$ 0,31	\$ 0,01
Sulfato de Zinc	1,7 g	\$ 0,45	\$ 0,01
Ácido Bórico	3 g	\$ 0,23	\$ 0,01
TOTAL COSTOS			\$ 7,74

Anexo 21. Costo de las Solución Hidropónica (Huerta Hidropónica Popular Modificada) para 1.000 litros de agua.

(HUERTA HIDROPÓNICA POPULAR MODIFICADA)	CANTIDAD UTILIZADA	V. UNITARIO * LIBRA	COSTO
Nitrato de potasio	550 g	\$ 1,35	\$ 1,65
Nitrato de Calcio	1040 g	\$ 1,20	\$ 2,77
Fosfato mono amónico	170 g	\$ 1,25	\$ 0,47
Sulfato de magnesio	246 g	\$ 0,26	\$ 0,14
Quelato de hierro 6% Fe	25 g	\$ 0,25	\$ 0,01
Sulfato de Cobre	0,24 g	\$ 1,25	\$ 0,01
Sulfato de Manganeso	1,24 g	\$ 0,31	\$ 0,01
Sulfato de Zinc	0,60 g	\$ 0,45	\$ 0,01
Ácido Bórico	3,1 g	\$ 0,23	\$ 0,01
TOTAL COSTOS			\$ 5,9

Anexo 22. Costo de un sistema de Pirámides Productivas

Detalle	Precio	Subtotal
Estructura de madera en forma de pirámide	\$ 36,00	\$ 36,00
Tanques Plásticos de 200 litros, reciclados	\$ 20,00	\$ 40,00
Mangueras de ½"	\$ 13,39	\$ 13,39
Bomba de Agua de ½" HP	\$ 69,47	\$ 69,47
Breque	\$ 5,19	\$ 5,19
Cable Eléctrico	\$ 41,07	\$ 41,07
Cheque de Bomba	\$ 17,64	\$ 17,64
Radar para Bomba de Agua	\$ 5,70	\$ 5,70
Tubos PVC de 4"	\$ 7,13	\$ 49,88
Llaves de Paso de ½"	\$ 3,98	\$ 7,96
Tapón Hembra de 4"	\$ 1,48	\$ 10,19
Tapón Macho de 4"	\$ 1,41	\$ 9,87
Adaptador para tanque de 1"	\$ 3,98	\$ 3,98
Adaptador para tanque de ½"	\$ 1,61	\$ 22,60
Unión Rosca Manguera de ½"	\$ 0,12	\$ 2,32
Unión Rosca Manguera de 1" * ½"	\$ 0,25	\$ 0,50
Vaso Plástico	\$ 1,25	\$ 2,50
Esponja de 2 cm	\$ 3,00	\$ 3,00
Neplo de 1"	\$ 1,14	\$ 2,29
TEE 1"	\$ 1,41	\$ 1,41
Codo de 1"	\$ 1,14	\$ 1,14
Alambre	\$ 2,41	\$ 2,41
Polipega	\$ 3,29	\$ 3,29
Teflón	\$ 0,58	\$ 5,80
Abrazaderas	\$ 0,51	\$ 10,18
Tubo Plástico de 1"	\$ 7,05	\$ 2,47
Total		\$ 404,80

Anexo 23. Costo de un sistema NFT

Detalle	Precio	Subtotal
Estructura de madera en forma de mesa	\$ 22,40	\$ 22,40
Tanques Plásticos de 200 litros, reciclados	\$ 20,00	\$ 40
Mangueras de ½"	\$ 13,39	\$ 13,39
Bomba de Agua de ½" HP	\$ 69,47	\$ 69,47
Breque	\$ 5,19	\$ 5,19
Cable Eléctrico	\$ 41,07	\$ 41,07
Cheque de Bomba	\$ 17,64	\$ 17,64
Radars para Bomba de Agua	\$ 5,70	\$ 5,70
Tubos PVC de 4"	\$ 7,13	\$ 28,50
Llaves de Paso de ½"	\$ 3,98	\$ 7,96
Tapón Hembra de 4"	\$ 1,48	\$ 5,82
Tapón Macho de 4"	\$ 1,41	\$ 5,64
Adaptador para tanque ½"	\$ 1,61	\$ 14,46
Unión Rosca Manguera de ½"	\$ 0,12	\$ 0,81
Vaso Plástico	\$ 1,25	\$ 1,25
Esponja de 2 cm	\$ 3,00	\$ 1,50
Neplo de 1"	\$ 1,14	\$ 1,14
Codo de 1"	\$ 1,14	\$ 1,14
Codo de ½"	\$ 0,35	\$ 1,39
TEE ½"	\$ 0,43	\$ 2,57
Alambre	\$ 2,41	\$ 2,41
Polipega	\$ 3,29	\$ 3,29
Teflón	\$ 0,58	\$ 2,90
Abrazaderas	\$ 0,51	\$ 5,09
Neplo de ½" * 20 cm	\$ 0,30	\$ 4,55
Tubo Plástico de 1"	\$ 7,05	\$ 2,47
Total	\$ 336,90	

Anexo 24. Costos para la especie hortícola Albahaca

TRATAMIENTOS	COSTOS PARCIALES	BENEFICIO BRUTO	BENEFICIO NETO
H1S1	\$ 3,18	\$ 6,42	\$ 3,24
H1S2	\$ 3,03	\$ 7,90	\$ 4,88
H2S1	\$ 3,65	\$ 7,44	\$ 3,79
H2S2	\$ 3,50	\$ 9,96	\$ 6,46

H1S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,05	\$ 1,20
H1	1	\$ 1,04	\$ 1,04
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,18
H1S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,05	\$ 1,20
H1	1	\$ 1,04	\$ 1,04
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,03
H2S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,05	\$ 1,20
H2	1	\$ 1,51	\$ 1,51
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,65
H2S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,05	\$ 1,20
H2	1	\$ 1,51	\$ 1,51
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,50

Anexo 25. Costos para la especie hortícola Lechuga

TRATAMIENTOS	COSTOS PARCIALES	BENEFICIO BRUTO	BENEFICIO NETO
H1S1	\$ 2,26	\$ 4,55	\$ 2,29
H1S2	\$ 2,10	\$ 4,82	\$ 2,72
H2S1	\$ 2,53	\$ 5,18	\$ 2,65
H2S2	\$ 2,37	\$ 6,65	\$ 4,28

H1S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,03	\$ 0,72
H1	1	\$ 0,59	\$ 0,59
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,26
H1S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,03	\$ 0,72
H1	1	\$ 0,59	\$ 0,59
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,10
H2S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,03	\$ 0,72
H2	1	\$ 0,86	\$ 0,86
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,53
H2S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,03	\$ 0,72
H2	1	\$ 0,86	\$ 0,86
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,37

Anexo 26. Costos para la especie hortícola Apio

TRATAMIENTOS	COSTOS PARCIALES	BENEFICIO BRUTO	BENEFICIO NETO
H1S1	\$ 2,94	\$ 6,04	\$ 3,10
H1S2	\$ 2,79	\$ 7,89	\$ 5,10
H2S1	\$ 3,41	\$ 7,43	\$ 4,02
H2S2	\$ 3,26	\$ 9,04	\$ 5,79

H1S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,04	\$ 0,96
H1	1	\$ 1,04	\$ 1,04
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,94
H1S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,04	\$ 0,96
H1	1	\$ 1,04	\$ 1,04
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 2,79
H2S1			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,04	\$ 0,96
H2	1	\$ 1,51	\$ 1,51
S1	1	\$ 0,65	\$ 0,65
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,41
H2S2			
PRODUCTO	CANTIDAD	V.UNITARIO	P.TOTAL
Plántulas	24	\$ 0,04	\$ 0,96
H2	1	\$ 1,51	\$ 1,51
S2	1	\$ 0,49	\$ 0,49
Fitosanitario	2	\$ 0,15	\$ 0,30
TOTAL			\$ 3,26