

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NFT DOBLE NIVEL PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA HIDROPONICA (**Lactuca sativa** var. Campania) CON TECNOLOGIA EM™ EN EL DISTRITO DE CHIGUATA, AREQUIPA 2013”

TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER:
ADRIAN LUIS MARIO CHAVEZ VILADEGUT
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRONOMO

AREQUIPA-PERÚ

2013

DEDICATORIAS

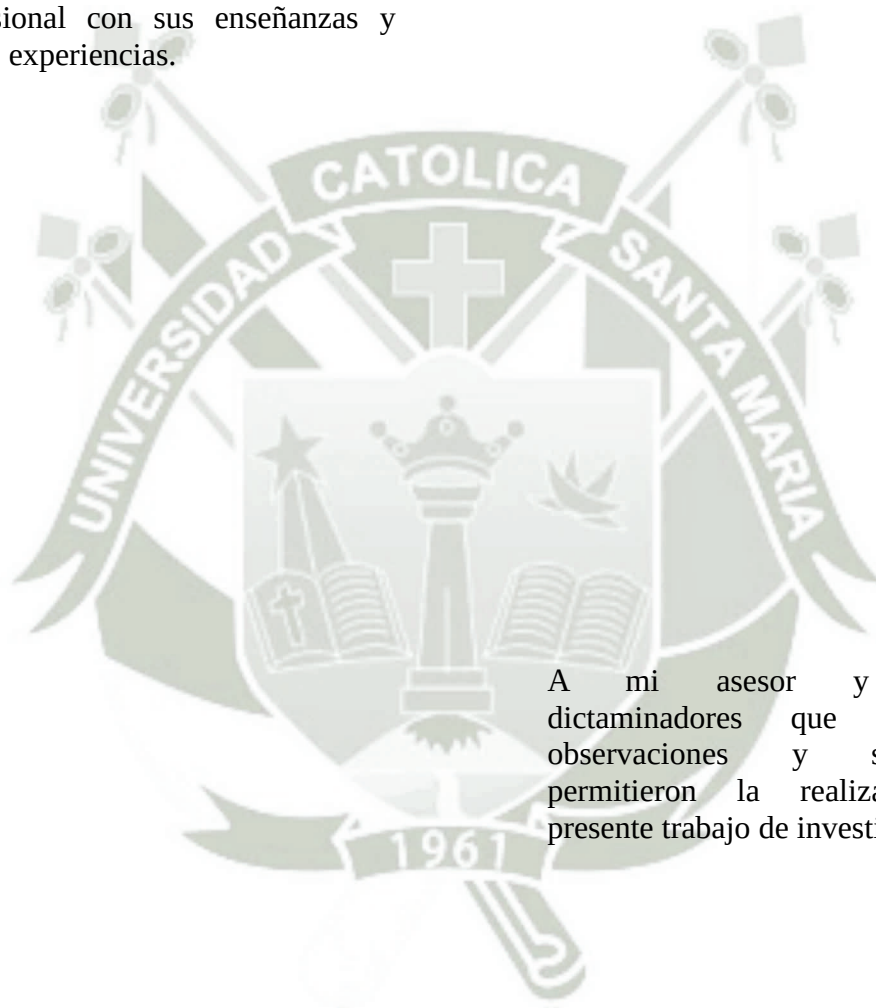
A Dios y a mis padres Eliseo
Chávez y Paula Viladegut y a
mi hermano Juan Francisco por
haberme apoyado siempre



A mis amigos que mutuamente
nos apoyamos en nuestra
formación profesional

AGRADECIMIENTOS

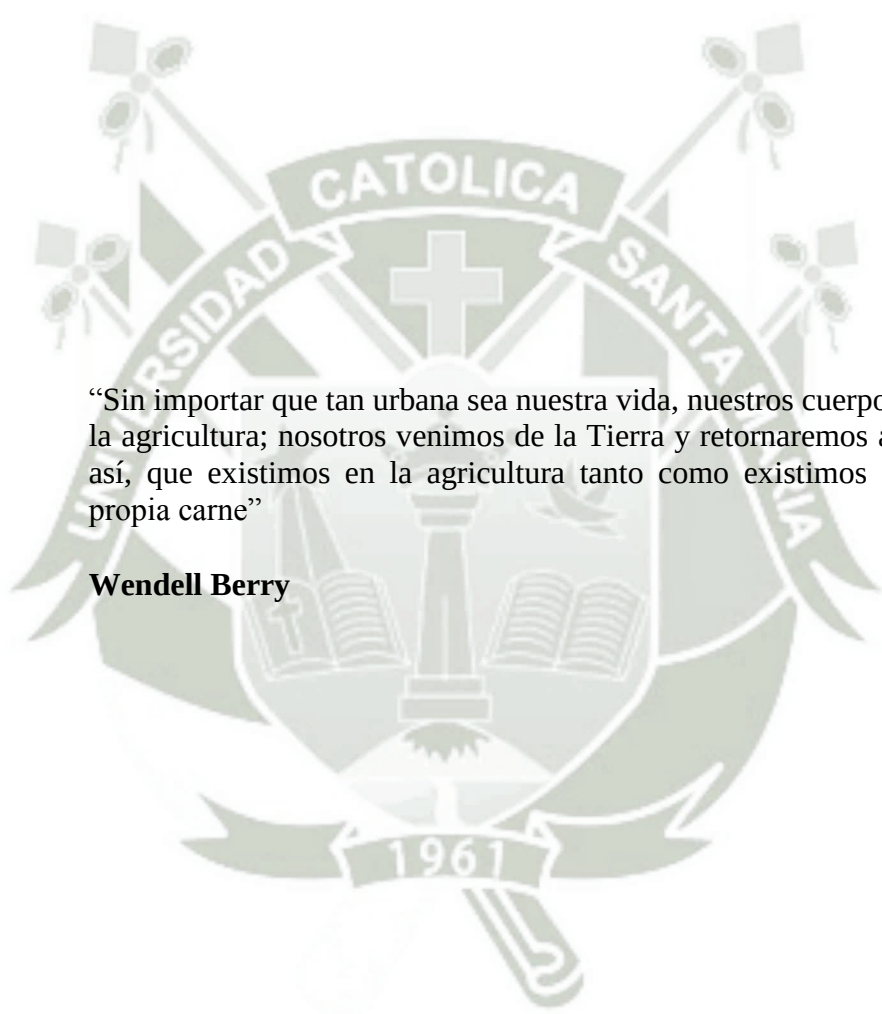
A todos los docentes del Programa de Ingeniería Agronómica que a lo largo de toda mi carrera contribuyeron a mi formación profesional con sus enseñanzas y sabias experiencias.



A mi asesor y jurados dictaminadores que con sus observaciones y sugerencias permitieron la realización del presente trabajo de investigación.

Y al personal administrativo y a todas las personas que con su ayuda desinteresada contribuyeron a la realización del presente trabajo de investigación.

Adrián Luis Mario Chávez Viladegut



“Sin importar que tan urbana sea nuestra vida, nuestros cuerpos viven de la agricultura; nosotros venimos de la Tierra y retornaremos a ella, y es así, que existimos en la agricultura tanto como existimos en nuestra propia carne”

Wendell Berry

ÍNDICE

TITULO	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
EPIGRAFO	IV
INDICE	V
RESUMEN	XXI
SUMMARY	XXIII
CAPITULO I	
INTRODUCCION	25
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	27
1.2 OBJETIVOS E HIPOTESIS	27
a) Objetivos	27
b) Hipótesis	27
II. REVISION DE LITERATURA	28
2.1 Antecedentes	28
2.2 La Hidroponía	29
2.2.1 Sistemas Hidropónicos	30
2.2.1.1 Sistemas hidropónicos en agua	30
2.2.1.2 Sistemas en medio de cultivo	33
2.2.1.3 Sistema de cultivo en columnas	34
2.2.2 Cultivo De Lechuga Hidropónica	34
2.2.2.1 Taxonomía y morfología	34
2.2.2.2 Principales cultivares	37
2.2.2.3 Requerimientos edafoclimaticos	38
2.2.2.4 Plagas y enfermedades agrícolas	39
2.3 Tecnología Em™ (microorganismos eficaces)	42
2.3.1 ¿Qué es el EM™?	42
2.3.2 Efectividad de los EM™	43
2.3.3 Aplicaciones del EM™	44
2.3.4 Efectos del EM™	44

2.3.5 EM-5.....	45
III. MATERIALES Y METODOS.....	46
3.1 Lugar de ejecución.....	46
3.2 Condiciones climáticas.....	46
3.3 Análisis de agua.....	47
3.4 Materiales.....	48
3.4.1 Biológico.....	48
3.4.2 Campo.....	49
3.4.3 Laboratorio.....	49
3.5 Componentes en estudio.....	49
3.6 Tratamientos en estudio.....	50
3.7 Diseño experimental.....	50
3.8 Croquis experimental.....	51
3.9 Desarrollo y conducción del experimento.....	55
3.9.1 Diseño de los Módulos Hidropónicos.....	55
A) Preparación del terreno.....	55
B) Construcción del tanque NFT.....	55
C) Colocación de la malla rashell.....	56
D) Instalación de caballetes.....	56
E) Preparación y colocación de tubos de PVC.....	57
F) Construcción de la poza de raíz flotante.....	57
G) Instalación del sistema de agua y desagüe.....	58
H) Instalación de la Bomba de agua.....	58
I) Preparación de tapones y colocación de bolsas plásticas y mangueras en tubos de 3”	59
J) Instalación del sistema de luz.....	60
K) Prueba del funcionamiento del sistema NFT.....	60
3.9.2 Cultivo Experimental De La Lechuga Hidropónica en NFT.....	61
1. Fases para el cultivo experimental se han establecido las siguientes fases:....	61
Fase 1: Preparación del almácigo.....	61
Fase 2: Sistema de raíz flotante (Primer Trasplante).....	63

Fase 3: Sistema NFT (Trasplante Definitivo)	65
2. Empleo de fertilizantes, de la Tecnología EM y del 3Tac, para el cultivo experimental de lechuga hidropónica	67
2.1) Empleo de fertilizantes	67
2.2) Empleo de la Tecnología EM: Preparación y activación	68
2.3) Empleo del fungicida orgánico (3Tac)	71
3. Efectos del EM-1	71
4. Control fitosanitario	73
4.1) Control Etológico	73
4.2) Control Biológico	74
5. Cosecha	77
3.10 Evaluaciones	78
3.10.1 Altura de planta	78
3.10.2 Diámetro de planta	79
3.10.3 Longitud de raíces	79
3.10.4 Numero de hojas	80
3.10.5 Peso de planta	80
IV. RESULTADOS	81
4.1 Primera evaluación a los 7 DDT al sistema NFT	81
4.2 Segunda evaluación a los 14 DDT al sistema NFT	89
4.3 Tercera evaluación a los 21 DDT al sistema NFT	98
4.4 Cuarta evaluación a los 28 DDT al sistema NFT	106
4.5 Quinta evaluación a los 35 DDT al sistema NFT	114
4.6 Cuadro resumen de las evaluaciones realizadas	125
V. DISCUSION	128
5.1 Diseño de un sistema NFT de doble piso	128
5.2 Evaluación del crecimiento y desarrollo de la lechuga hidroponía en el sistema NFT doble piso	129
5.2.1 Altura de planta	130
5.2.2 Diámetro de planta	131
5.2.3 Longitud de raíces	131

5.2.4 Numero de hojas.....	133
5.3 Evaluación de la producción de lechuga hidropónica.....	134
5.3.1 Peso de planta.....	134
VI. CONCLUSIONES.....	135
VII. RECOMENDACIONES.....	136
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	137
ANEXOS.....	140



INDICE DE CUADROS

Cuadro	Nº 1	Información meteorológica del distrito de Chiguata.....	46
Cuadro	Nº 2	Análisis químico de agua de riego.....	47
Cuadro	Nº 3	Tratamientos en estudio.....	50
Cuadro	Nº 4	Fertilizantes de la solución nutritiva.....	66
Cuadro	Nº 5	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	81
Cuadro	Nº 6	Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	82
Cuadro	Nº 7	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	83
Cuadro	Nº 8	Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	84
Cuadro	Nº 9	Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	85
Cuadro	Nº 10	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	86

Cuadro	N° 11	Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	87
Cuadro	N° 12	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	88
Cuadro	N° 13	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	89
Cuadro	N° 14	Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	90
Cuadro	N° 15	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	91
Cuadro	N° 16	Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	92
Cuadro	N° 17	Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	93
Cuadro	N° 18	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica	

	en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	94
Cuadro N° 19	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	95
Cuadro N° 20	Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	96
Cuadro N° 21	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	96
Cuadro N° 22	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	98
Cuadro N° 23	Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	99
Cuadro N° 24	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	100
Cuadro N° 25	Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	101
Cuadro N° 26	Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema	

	NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	102
Cuadro N° 27	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	103
Cuadro N° 28	Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	104
Cuadro N° 29	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	105
Cuadro N° 30	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	106
Cuadro N° 31	Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	107
Cuadro N° 32	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	108
Cuadro N° 33	Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	109
Cuadro N° 34	Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por	

	efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	110
Cuadro N° 35	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	111
Cuadro N° 36	Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	112
Cuadro N° 37	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	113
Cuadro N° 38	Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	114
Cuadro N° 39	Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	115
Cuadro N° 40	Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	116
Cuadro N° 41	Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	117

Cuadro	Nº 42	Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	118
Cuadro	Nº 43	Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	119
Cuadro	Nº 44	Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	120
Cuadro	Nº 45	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	121
Cuadro	Nº 46	Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	122
Cuadro	Nº 47	Análisis de varianza (ANVA) para el peso de planta (gr) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	123
Cuadro	Nº 48	Prueba de rango Múltiple de Tukey para peso de planta (gr) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.....	124
Cuadro	Nº 49	Cuadro resumen de las evaluaciones realizadas.....	125

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía	Nº 1	Sistema DFT.....	32
Fotografía	Nº 2	Cultivo en sustrato.....	33
Fotografía	Nº 3	Sistema de riego por goteo.....	33
Fotografía	Nº 4	Sistema de cultivo en columnas.....	34
Fotografía	Nº 5	Semilla de lechuga (<u>Lactuca sativa</u> var Campania).....	48
Fotografía	Nº 6	EM-1 (Microorganismos eficientes).....	48
Fotografía	Nº 7	EM-Compost.....	48
Fotografía	Nº 8	Biotens.....	48
Fotografía	Nº 9	Regulador de ph.....	48
Fotografía	Nº 10	Melaza.....	48
Fotografía	Nº 11	Fungicida orgánico (3Tac).....	49
Fotografía	Nº 12	Perspectiva de módulos con caballetes a doble nivel.....	53
Fotografía	Nº 13	Preparación del terreno.....	55
Fotografía	Nº 14	Construcción del tanque NFT.....	55
Fotografía	Nº 15	Colocación de la malla rashell 75%.....	56
Fotografía	Nº 16	Instalación de los caballetes.....	56
Fotografía	Nº 17	Preparación y colocación de los tubos	57
Fotografía	Nº 18	Construcción de la poza de raíz flotante.....	57
Fotografía	Nº 19	Tubería de 1”.....	58
Fotografía	Nº 20	Tubería de 4”	58
Fotografía	Nº 21	Instalación de la bomba.....	58
Fotografía	Nº 22	Preparación de los tapones.....	59
Fotografía	Nº 23	Colocación de las mangueras.....	59
Fotografía	Nº 24	Colocación de las bolsas de plástico.....	59
Fotografía	Nº 25	Instalación de la luz y temporizador.....	60
Fotografía	Nº 26	Funcionamiento del NFT.....	60
Fotografía	Nº 27	Lavado de arena.....	61
Fotografía	Nº 28	Lavado de piedra pómez.....	61
Fotografía	Nº 29	Inoculación.....	62

Fotografía	Nº 30	Siembra.....	62
Fotografía	Nº 31	Solución nutritiva con EM-Compost.....	62
Fotografía	Nº 32	Lechuga con 3 hojas verdaderas.....	63
Fotografía	Nº 33	Colocación del plástico negro.....	63
Fotografía	Nº 34	Aplicación de la solución nutritiva.....	63
Fotografía	Nº 35	Transplante al sistema de raíz flotante.....	64
Fotografía	Nº 36	Plántula con 4 a 5 hojas verdaderas.....	64
Fotografía	Nº 37	Aplicación de la solución nutritiva.....	65
Fotografía	Nº 38	Transplante al sistema NFT.....	65
Fotografía	Nº 39	Primera semana.....	66
Fotografía	Nº 40	Segunda semana.....	66
Fotografía	Nº 41	Tercera semana.....	66
Fotografía	Nº 42	Cuarta semana.....	66
Fotografía	Nº 43	Quinta semana.....	66
Fotografía	Nº 44	Dilución de la melaza en la activación del EM.....	68
Fotografía	Nº 45	Aplicación del EM-1 o EM-Compost para la activación.....	68
Fotografía	Nº 46	Vinagre para activar el EM-5.....	69
Fotografía	Nº 47	Alcohol al 60% para activar el EM-5.....	69
Fotografía	Nº 48	EM-1 para activar el EM-5.....	69
Fotografía	Nº 49	Envasado y activación.....	70
Fotografía	Nº 50	Preparación del 3Tac.....	71
Fotografía	Nº 51	Sistema radicular.....	71
Fotografía	Nº 52	Parte aérea de la planta.....	71
Fotografía	Nº 53	Sistema radicular.....	72
Fotografía	Nº 54	Parte aérea de la planta.....	72
Fotografía	Nº 55	Sistema radicular.....	72
Fotografía	Nº 56	Parte aérea de la planta.....	72
Fotografía	Nº 57	Colocación de trampas pegantes.....	73
Fotografía	Nº 58	Mosca minadora.....	74
Fotografía	Nº 59	Pulgón verde.....	74
Fotografía	Nº 60	Predador.....	74

Fotografía	Nº 61	Parasitoide.....	74
Fotografía	Nº 62	Síntoma Mildiu.....	75
Fotografía	Nº 63	Signo mildiu.....	75
Fotografía	Nº 64	Síntoma normal Septoria.....	75
Fotografía	Nº 65	Con 3Tac (Fungicida orgánico).....	75
Fotografía	Nº 66	Síntoma normal Moho gris.....	76
Fotografía	Nº 67	Con 3Tac (Fungicida organico).....	76
Fotografía	Nº 68	Síntoma normal.....	76
Fotografía	Nº 69	Con 3Tac (Fungicida orgánico).....	76
Fotografía	Nº 70	Cosecha de la lechuga.....	77
Fotografía	Nº 71	Embolsado de la lechuga.....	77
Fotografía	Nº 72	Altura de planta.....	78
Fotografía	Nº 73	Diámetro de planta.....	79
Fotografía	Nº 74	Longitud de raíz.....	79
Fotografía	Nº 75	Número de hojas.....	80
Fotografía	Nº 76	Peso de planta.....	80

INDICE DE FIGURAS

Figura	Nº 1	Sistema de raíz flotante.....	30
Figura	Nº 2	Sistema NFT.....	31
Figura	Nº 3	Diseño del Módulo Hidropónico.....	51
Figura	Nº 4	Diseño del Módulo Hidropónico con la red de agua y desagüe.....	52
Figura	Nº 5	Diseño y estructura de caballetes.....	54



INDICE DE GRAFICOS

Gráfico	Nº 1	Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	82
Gráfico	Nº 2	Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	84
Gráfico	Nº 3	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	86
Gráfico	Nº 4	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	88
Gráfico	Nº 5	Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	90
Gráfico	Nº 6	Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	92
Gráfico	Nº 7	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>) en los bloques.....	94
Gráfico	Nº 8	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	95
Gráfico	Nº 9	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	97
Gráfico	Nº 10	Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	99
Gráfico	Nº 11	Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	101
Gráfico	Nº 12	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	103
Gráfico	Nº 13	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	105
Gráfico	Nº 14	Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (<i>Lactuca sativa</i> var. <i>Campania</i>).....	107
Gráfico	Nº 15	Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta	

	(cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	109
Gráfico N° 16	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	111
Gráfico N° 17	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	113
Gráfico N° 18	Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	115
Gráfico N° 19	Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	117
Gráfico N° 20	Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	119
Gráfico N° 21	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania) en los bloques.....	121
Gráfico N° 22	Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	122
Gráfico N° 23	Se muestran los resultados obtenidos para peso de planta (gr) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	124
Gráfico N° 24	Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)	125
Gráfico N° 25	Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	126
Gráfico N° 26	Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en Longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)	126
Gráfico N° 27	Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en Numero de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania).....	127

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el fundo “Chacra nueva”, ubicado en el anexo Agua Salada, en el distrito de Chiguata, en la provincia y departamento de Arequipa. Se encuentra a 16°24'16" Latitud sur, 71°25'37" Longitud oeste y a 2796 m.s.n.m. El experimento se inicio el 1 de Junio del 2012 con el objetivo de diseñar e instalar un sistema de lechuga hidropónica NFT doble nivel en las condiciones de Chiguata, para evaluar el crecimiento, desarrollo y producción de lechuga hidropónica con la Tecnología EMTM, finalizando el proyecto el 28 de Enero del 2013.

En la implementación del sistema NFT doble piso en el cultivo de lechuga, se usó la variedad (**Lactuca sativa** var Campania), establecida en un diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 2 tratamientos y 4 repeticiones. Donde se aplicó ANVA (análisis de varianza) para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos, comparándose los promedios con la prueba de rango múltiple de Tukey con un nivel de significancia del 5% en el que se usaron las variables: altura de planta; diámetro de planta; longitud de raíz; número de hojas y peso de planta.

De acuerdo a las 5 evaluaciones realizadas, a los 7,14;21;28 y 35ddt (después del Transplante), el cultivar de lechuga (**Lactuca sativa** var Campania), demostró en las 3 evaluaciones 7;14 y 21ddt una mayor diferencia en altura de planta en el nivel 1(T1), frente al nivel 2(T2), pero a las 2 últimas evaluaciones tuvo una mayor altura de planta este último nivel, siendo de 15,85cm frente al nivel 1(T1) de 17,32cm, una diferencia entre niveles de 1,47cm. En la variable diámetro de planta el nivel 1(T1), tuvo un mayor diámetro en las 4 evaluaciones que el nivel 2(T2), pero este último nivel en la última evaluación a los 35ddt tuvo un mejor diámetro de planta de 23,35cm por debajo del nivel 1(T1) de 25,32cm una diferencia entre niveles de 1,97cm. En la variable longitud de raíz el nivel 1(T1) tuvo en las 4 evaluaciones más longitud de raíz frente al nivel 2(T2), pero este último nivel en la última evaluación a los 35ddt, tuvo 25,47cm frente a los 27,79cm del nivel 2(T2), una diferencia entre ambos niveles de 2,32cm, debido al aumento del número de hojas y probablemente a la aplicación de la Tecnología EM; y en la última variable número de hojas el nivel 1(T1) tuvo en las 3 evaluaciones más número de hojas que el nivel 2(T2), donde este último nivel tuvo a los 28 y 35ddt mas hojas que el nivel 1(T1), sobresaliendo por 1 hoja.

De acuerdo a la producción de lechuga hidropónica, en la última evaluación a los 35 ddt, el cultivar de lechuga (**Lactuca sativa** var Campania), demostró un peso de lechugas en el nivel 2(T2) de 0,08935 kg frente al nivel 1(T1) de 0,08562kg, una diferencia de 0,00373gr entre tratamientos, sobresaliendo el nivel 2(T2) por mínima diferencia, esto tal vez por tener 1 hoja más que el nivel 1(T1), lo que hizo que capte más luz, también tal vez se debió a la aplicación de la Tecnología EM, la que mejoro el sistema radicular de las lechugas.

El sistema NFT de doble piso tiene las mismas características que un sistema NFT de un solo piso, produce cultivos en periodos de corto tiempo, ya que recircula la solución nutritiva en tubos maximizando su contacto con las raíces, pero este sistema NFT doble piso es un sistema más productivo porque tiene una mejor distribución de los tubos en forma horizontal, siendo mejor que otros sistemas hidropónicos en columnas, sistemas en “V” o en “A”, ya que usa toda la luz disponible para que el primer piso también aproveche esa luz, disminuyendo la sombra entre ambos niveles, produciendo más plantas por m² en una misma área que un sistema NFT convencional de un solo piso. Ya que este último sistema produce 30plantas/m² y el NFT doble piso 44plantas/m², es un incremento en un 50%.

El trabajo de investigación sobre el diseño e implementación del cultivo de lechugas hidropónicas con el sistema NFT de doble piso ha permitido demostrar que es eficiente en el sentido de que permite en una misma área lograr una producción del 50% de lechugas con características casi similares en ambos niveles como altura de planta, diámetro de planta, longitud de raíz, numero de hojas y peso.

SUMMARY

The present investigation was carried out on the farm "new Chacra" located in Annex Agua Salada in Chiguata district in the province and department of Arequipa. It is located at $16^{\circ} 24'16''$ South Latitude, $71^{\circ} 25'37''$ West longitude and 2796 m. The experiment began on 1 June 2012 with the aim of designing and installing a system NFT hydroponic lettuce double level Chiguata conditions, to evaluate the growth, development and production of hydroponic lettuce with EM Technology TM, finalizing the project the January 28, 2013.

In implementing the system NFT double floor in the lettuce crop, variety (**Lactuca sativa** var Campania), established in a block design completely randomized (BCA) with 2 treatments and 4 replications was used. Where ANOVA (analysis of variance) was applied for the statistical processing of the results, comparing the averages with the multiple range test of Tukey with a significance level of 5% in which the variables were used: plant height, diameter plant, root length, number of leaves and plant weight.

5 According to assessments made, the 7, 14, 21, 28 and 35 ddt (after transplantation), the cultivar of lettuce (**Lactuca sativa** var Campania), demonstrated in the 3 reviews, 7, 14 and 21 ddt a greater difference in plant height at level 1 (T1) compared to level 2 (T2), but the last 2 evaluations had greater plant height latter level being 15.85 cm compared to level 1 (T1), 17, 32 cm, a difference between levels of 1.47 cm. In the variable diameter ground level 1 (T1), had a larger diameter at the 4 reviews that the level 2 (T2), but this level in the last assessment to 35 ddt had better plant diameter of 23.35 cm below level 1 (T1) to 25.32 cm difference between levels of 1.97 cm. In the variable length of root level 1 (T1) in the 4 assessments had more root length compared to level 2 (T2), but this level in the last assessment to 35 ddt, had 25.47 cm compared to 27.79 cm level 2 (T2), a difference between the two levels of 2.32 cm, due to the increased number of leaves and probably the application of EM technology, and in the last variable number of sheets level 1 (T1) was 3 reviews in more number of sheets level 2 (T2), where this level was at 28 and leaves more 35 ddt level 1 (T1), overhanging 1 sheet.

According to the production of hydroponic lettuce in the last assessment at 35 DAT,

the cultivar of lettuce (**Lactuca sativa** var Campania), showed a weight of lettuce at Level 2 (T2) of 0.08935 kg compared to Level 1 (T1) of 0.08562 kg, a difference of 0.00373 g between treatments, excelling level 2 (T2) for minimal difference, that perhaps have 1 more level 1 (T1) leaf, which made capture more light, perhaps also due to the application of EM technology, which has improved the root system of lettuce.

The NFT double decker system has the same features that a NFT system one story produces crops in short periods of time, and recirculating nutrient solution in maximizing their contact with the roots tubes, but this system is a double-decker NFT most productive system because it has a better distribution of the tubes horizontally, being better than other hydroponic systems columnar systems in "V" or "a", as it uses all available light to the first floor also benefits from such light, shadow falling between the two levels, producing more plants per m² in the same area than a conventional NFT system one story. Since the latter system produces 30plantas/m² and double floor 44plantas/m² NFT is increased by 50%.

The research work on the design and implementation of hydroponic lettuce growing in NFT double decker system has demonstrated that it is efficient in the sense that it allows in the same area to achieve 50% production of lettuce with almost similar features in both levels as plant height, plant diameter, root length, leaf number and weight.

CAPITULO I

INTRODUCCION

La Hidroponía es la forma de cultivar plantas sin tierra, la cual se aplica a cualquier tipo de planta ya sea para consumo o decorativas.¹

Hoy en día la Hidroponía se convierte en un tema de actualidad, que supera al cultivo tradicional de plantas en tierra, ya que permite obtener resultados óptimos como plantas y frutos saludables.

La agricultura moderna no puede dejar de lado a los cultivos hidropónicos ya que “Cuando no hay suelos con aptitudes agrícolas disponibles, porque estos suelos están erosionados, contaminados por carga excesiva de patógenos, por una agricultura intensiva o la acumulación de iones que conllevan alcalinidad y/o elevación de sodio, esto ha empujado a muchos productores a realizar cultivos hidropónicos o sin suelo”², pero no solo por estas condiciones, porque no es necesario el uso de suelo agrícola para realizar cultivos hidropónicos, ya que se puede hacer en sitios totalmente desérticos, en el jardín de una casa o en el techo de esta misma, donde el espacio es reducido, en sitios donde la disponibilidad de agua es limitante, por eso la hidroponía es importante por la gran demanda de alimento humano, representando así lo más avanzado y moderno.

El sistema NFT destaca a comparación de los demás sistemas hidropónicos como el de sustrato solido o raíz flotante que son sistemas mas sencillos, de bajo costo, no están destinados para una alta producción por efectuarse su manejo de manera manual, que a comparación del sistema NFT que es un sistema de alto nivel tecnológico, porque tiene una alta calidad, alto rendimiento, una alta producción por unidad de área, menor mano de obra y una producción de cultivos hortícolas en un corto de periodo de tiempo, ya que recircula la solución nutritiva maximizando su contacto con las raíces favoreciendo así su oxigenación, suministro de nutrientes y agua, donde la planta obtiene un crecimiento y desarrollo acelerado, siendo posible obtener en el año más ciclos de cultivo.³

¹ Esjardineria. (2008). “Hidroponía”, la forma de cultivar del futuro. Recuperado el 1 Mayo 2011, de <http://esjardineria.com>

² El mundo de los invernaderos agrícolas. (2010). Hidroponía y contaminación ambiental. Recuperado el 1 Mayo 2011, de <http://invernaderosagricolas123.blogspot.mx>

³ Carrasco, G. (1966). La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT). Universidad de Talca. Chile

Por ello se puede promocionar el cultivo hidropónico NFT doble nivel a los agricultores, al comienzo la inversión es costosa, pero en la medida de que se van produciendo mayor número de cosechas con los mismos materiales y equipos, el costo va disminuyendo, permitiendo su competencia con otros sistemas y abastecer en forma permanente al mercado, lo cual trae muchas ventajas al agricultor.

En el ambiente del sistema NFT doble nivel es más controlado, donde el uso de la Tecnología EM™ (microorganismos eficaces), tendrá mejor manejo, mejorando la productividad y calidad de producción, aumentando así el rendimiento y la preservación de las cosechas en forma natural, sostenible y saludable. Porque los ME son microorganismos regeneradores, los que actúan junto con los microorganismos benéficos de la hidroponía, aumentando su densidad, suprimiendo patógenos y enfermedades de la hidroponía. En si hay una simbiosis de los ME con la planta, donde se desarrollan usando las sustancias producidas por las raíces, como ácidos orgánicos, aminoácidos, carbohidratos y enzimas, suministrando al mismo tiempo a las plantas sustancias bioactivas como: ácidos nucleicos, aminoácidos, ácidos húmicos, ácido láctico, enzimas, hormonas, antioxidantes y muchas vitaminas, a partir de la descomposición de la M.O (materia orgánica) que en hidroponía son las raíces muertas, limos y algas. Los resultados son plantas con un mejor crecimiento, desarrollo y resistencia contra plagas y enfermedades.⁴

⁴ **Microorganismos eficientes.** (2013). Capacidades de los microorganismos eficientes. Recuperado el 19 Noviembre 2013 de <http://microorganismoseficientes.wordpress.com/>

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

a) Por el área del conocimiento:

Se ubica en el campo de las Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas.

En el Área de la Ingeniería Agronómica

En la línea o especialidad: Lechuga hidropónica

b) Por el tipo de investigación:

El presente trabajo tiene un carácter documental por la búsqueda e investigación bibliográfica que permite organizar y sistematizar información para el marco teórico.

La investigación es de carácter experimental porque se trata en el campo de demostrar el cultivo hidropónico NFT de lechuga en doble nivel.

c) Por el nivel de investigación:

La investigación es descriptiva y explicativa, porque se trata de conocer como es el cultivo hidropónico NFT de lechuga y demostrar su realización en doble nivel.

1.2 OBJETIVOS E HIPOTESIS

a) OBJETIVO:

GENERAL:

- Diseñar e instalar un módulo de lechuga hidropónica NFT doble nivel en el distrito de Chiguata.

ESPECIFICOS

- Diseñar un sistema de lechuga hidropónica NFT doble piso.
- Determinar las características de crecimiento y desarrollo en la lechuga hidropónica para el sistema NFT doble piso.
- Evaluar la producción de lechuga hidropónica

b) HIPOTESIS:

Dado que los cultivos hidropónicos en un solo nivel vienen dando resultados óptimos, es probable que al implementar cultivos hidropónicos de lechuga en dos niveles se logren también resultados óptimos, originando el ahorro de costos y espacio en una misma área.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

Indagando en las universidades de la localidad se ha encontrado, en la Universidad Católica de Santa María, el trabajo de tesis de investigación presentado por:

Ávila, Henry y Valdivia, Ernesto. 2004. “Construcción y Comprobación de tres sistemas de Hidroponía con 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) en tinglado”. Arequipa. De los 3 sistemas sobresale el sistema NFT en altura de planta, profundidad de raíces y numero de hojas y en diámetro de planta los 3 sistemas son buenos.⁵

HOWARD, M. 2001. Cultivos hidropónicos. Trata de cultivos hidropónicos con nuevas técnicas de producción. Donde existen sistemas NFT de lechuga de 2 a 5 pisos, donde los de doble piso son los más productivos, ya que utilizan toda la luz disponible, en cambio los de 5 no permiten suficiente luz para los pisos inferiores.⁶

Cid S. Se realizó un trabajo con la tecnología EMTM en Brasil para determinar la mejor dosis de implantación de esta tecnología en hidroponía, donde la que presento mejor efectividad y relación costo beneficio fue de 1 l de EM-1 (A) para cada 2000 l de solución nutritiva, diluido en un tanque una vez por semana. Y de EM-5 al 2% fumigado sobre el cultivo. Donde hubo un aumento de 70% de crecimiento y un 50% crecimiento de raíces, reduciendo costos y agroquímicos, obteniendo también más durabilidad en la cosecha y re-uso de la solución nutritiva.⁷

Como se puede deducir, por lo anterior no existen trabajos de investigación en la actualidad relacionados al cultivo hidropónico de lechuga en el sistema NFT doble nivel.

⁵ **Ávila, H y Valdivia, E. 2004.** “Construcción y comprobación de tres sistemas de hidroponía con variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) en tinglado”. Perú

⁶ **Howard, M. 2001** Cultivos hidropónicos Nuevas técnicas de producción. Editorial Aedos. España

⁷ **Cid, S.** .Hidroponía con tecnología EMTM. Brasil

2.2 LA HIDROPONIA

a) DEFINICIÓN

Esta deriva del griego “hydro” = agua y “ponos” = trabajo o labor, que significa trabajar en el agua.

“La hidroponía es una ciencia que estudia al cultivo de plantas sin uso de tierra, en un medio inerte, agregándole una solución nutriente que contiene todos los elementos esenciales requerida por las plantas”.⁸

Aunque la hidroponía es trabajo en agua también utiliza medios y/o estructuras para anclar y sostener a la planta.⁹

b) VENTAJAS DE LA HIDROPONÍA:

- No requiere el uso de suelo agrícola.
- Ahorra bastante agua.
- La utilización de agua de riego garantiza que el cultivo sea un producto libre de enfermedades y de toda contaminación.
- Los rendimientos de este sistema superan al sistema tradicional.
- Su periodo de crecimiento de este sistema es menor al de un cultivo tradicional, debido a que las plantas tienen una mejor nutrición.
- Se logran producciones constantes durante todo el año.¹⁰

c) DESVENTAJAS:

- Costo elevado de las infraestructuras e instalaciones
- Costo de mantenimiento
- Costo de energía consumida por las instalaciones
- La producción de residuos sólidos, a veces, difíciles de reciclar.¹¹

⁸ Barbado, J. 2005 **Hidroponía**. Editorial Albatros. Argentina

⁹ Hydroenvironment. (2011). ¿Qué es la hidroponía? Recuperado el 5 Mayo de 2012, de <http://www.hydroenv.com.mx>

¹⁰ Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú

¹¹ González, U et al. Hidroponía en invernaderos. **Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. México.**

2.2.1 SISTEMAS HIDROPONICOS

2.2.1.1 SISTEMAS HIDROPONICOS EN AGUA

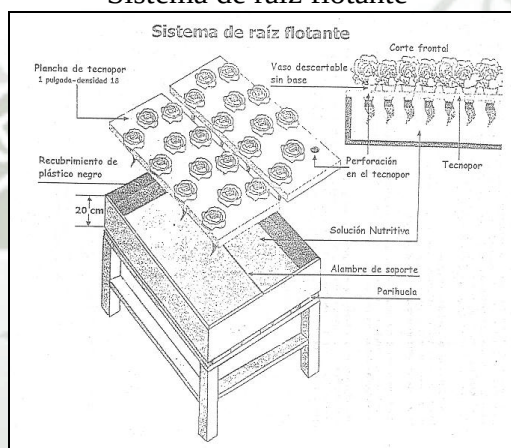
a) SISTEMA DE RAIZ FLOTANTE

Este sistema permite optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo, logrando reducir su periodo vegetativo con un bajo consumo de agua.

Donde las plantas están soportadas en una plancha de tecnopor, perforada para permitir el paso de las raíces hacia el medio líquido (solución nutritiva)

Además de la obtención de plantas saludables y libres de enfermedades lo cual genera importantes ventajas de tipo sanitario.¹² (Figura 1):

Figura N°1
Sistema de raíz flotante



Fuente: Tarrillo, H. 2009

Desventajas

- En este sistema es necesario realizar un cambio de solución semanalmente.
- Necesidad de formulación frecuente de la solución nutritiva
- Necesidad de airear el medio
- Prever la contaminación del soporte de espuma por algas que encuentran su fuente de alimento en la solución nutritiva.¹³

Este sistema consta de 3 etapas:

1. Almacigo
2. Trasplante
 - a. Primer trasplante o post almacigo
 - b. Segundo trasplante o trasplante Definitivo
3. Cosecha.¹²

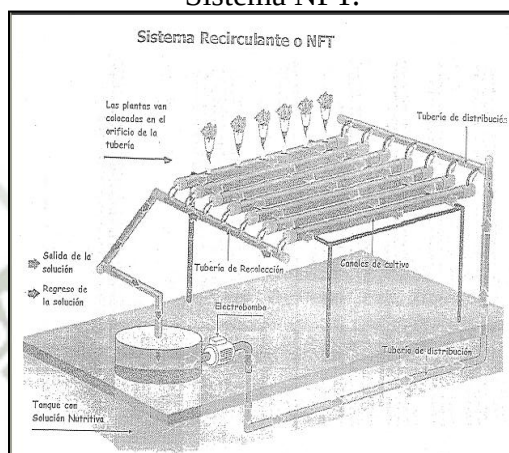
¹² Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú

¹³ Gilsanz, J. 2007. Hidroponía. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Uruguay

b) SISTEMA NFT (NUTRIENT FILM TECHNIQUE) O RECIRCULANTE:

Es un sistema de cultivo en agua, que consiste en la circulación continua de una solución nutritiva a través de unos canales de cultivo, donde se desarrollan las raíces de las plantas, permitiendo mantener una capa de solución nutritiva en estos en forma intermitente.¹⁴ **(Figura 2):**

Figura N°2
Sistema NFT.



Fuente: Tarrillo, H. 2009

Ventajas:

- Reducción del consumo de agua y fertilizantes para el número de plantas que se quiere producir
- Menos mano de obra
- La cosecha se anticipa debido a un acortamiento del periodo de desarrollo del cultivo
- Logra mejor calidad del producto

Desventajas:

- El costo inicial es elevado
- Hay riesgos de pérdidas por falta de energía eléctrica
- Contaminación por patógenos en el agua puede afectar todo el sistema
- Requiere un control permanente y estricto del funcionamiento del sistema y la solución nutritiva.¹⁴

Componentes del sistema:

1. **Tanque:** Almacena la solución nutritiva. Puede ser de polietileno, PVC, fibra de vidrio, etc.

¹⁴ Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú

2. **Electrobomba:** Impulsa la solución nutritiva desde el tanque hacia los canales de cultivo a través de las tuberías de distribución.
3. **Canales de cultivo y tuberías accesorias:** Permiten el paso de la solución nutritiva
4. **Tuberías de distribución:** Estas distribuyen la solución nutritiva hacia los canales de cultivo.
5. **Tubería de Recolección:** Recoge la solución nutritiva desde los canales de cultivo y la lleva de retorno hacia el tanque.
6. **Canales de cultivo:** Permiten el desarrollo del sistema radicular del cultivo.

Etapas del sistema NFT son 3:

1. Almacigo
2. Primer trasplante
3. Trasplante definitivo (NFT)
4. Cosecha.¹⁵

c) SISTEMA DFT (DEEP FLOW TECHNIQUE) (técnica de flujo de profundidad)

Se le considera un híbrido entre el sistema de raíz flotante y el NFT, presenta del sistema NFT la recirculación de la solución nutritiva por medio de una bomba, eliminando la necesidad de aireación, y del sistema raíz flotante presenta las planchas de tecnopor.¹⁶ **(Fotografía 1):**

Fotografía N°1
Sistema DFT



Fuente: Gilsanz, J. 2007

¹⁵ Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú

¹⁶ Gilsanz, J. 2007. Hidroponía. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Uruguay

2.2.1.2 SISTEMA EN MEDIO DE CULTIVO

a) CULTIVO EN SUSTRATO

En estos sistemas las raíces de las plantas se desarrollan sobre un medio sólido que les sirve de soporte. A diferencia de otros sistemas se pueden cultivar todo tipo de hortalizas. **(Fotografía 2):**

Fotografía N°2
Cultivo en sustrato



Fuente: UNAM. 2010

b) RIEGO POR GOTEO

El sistema tiene sacos de cultivo (mangas) de polietileno blanco en hileras sobre el suelo con sustrato, riego por goteo, bomba y programador.¹⁷ **(Fotografía 3):**

Fotografía N°3
Sistema de riego por goteo



Fuente: UNAM. 2010.

¹⁷ **Universidad Nacional Agraria la Molina. (2010).** Centro de investigación de hidroponía y Nutrición mineral. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/>

2.2.1.3 SISTEMA DE CULTIVO EN COLUMNAS

Es un sistema hidropónico de producción comercial, caracterizado por el crecimiento vertical de las plantas en macetas apiladas, en mangas o en columnas que contienen un sustrato liviano.¹⁸ **(Fotografía 4):**

Fotografía N°4
Sistema de cultivo en columnas



Fuente: Tarrillo, H. 2009

2.2.2 CULTIVO DE LECHUGA HIDROPONICA

2.2.2.1 TAXONOMIA Y MORFOLOGIA

a) CLASIFICACION TAXONOMICA

Según Reinoso da la siguiente clasificación taxonómica de la lechuga:

Reino	: Vegetal
División	: Espermatofita
Clase	: Dicotiledónea
Orden	: Sinandrales
Familia	: Compositae
Género	: Lactuca
Especie	: L. sativa ¹⁹

¹⁸ Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú

¹⁹ Reinoso, R. 1973. Estudio sintético de botánica aplicada del Ecuador. Ecuador.

b) MORFOLOGIA DEL CULTIVO

Es una planta herbácea anual (produce semillas una vez al año), autogama y tiene un pequeño porcentaje de alogamia 1-3% (polinización cruzada), cuyo crecimiento se realiza en roseta y una vez que pasa el estado vegetativo, pasa al estado de floración donde desarrolla el tallo floral, el cual es ramificado, con una altura de 0.5 a 1.5 m.²⁰

1. **Raíz:** Es densa, pivotante, alcanza a medir máximo 60 cm de profundidad con numerosas raíces secundarias.
2. **Hojas:** Estas según la variedad pueden estar en roseta, que son variedades de tallo y/o hoja, donde las hojas nuevas tienen una orientación de postrado, y el borde de los limbos pueden ser liso, ondulado o aserrado. Y otras que forman cabeza cuando las hojas en roseta crecen en sentido vertical, siendo las centrales de crecimiento más pronunciado por lo que una contra otra me da el cogollo. Su coloración varía dependiendo de la variedad.²⁰
3. **Tallo:** Es muy corto de 2 a 5 cm, cilíndrico donde se insertan las hojas, teniendo forma, dimensiones y colores variables según la variedad.²⁰
4. **Inflorescencia:** Es compuesta (Las flores están dispuestas en una inflorescencia compuesta denominada capitulo, la cual está rodeada de una o más filas de brácteas (involucro).²¹

²⁰ **Guillermo, G et al. 2008. Cultivos de hoja.** Universidad de la republica facultad de Agronomía Centro Regional Sur Unidad de Horticultura. **Uruguay.**

²¹ **Wikipedia.** Asteraceae. Recuperado el 4 de Febrero 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

5. **Flor:** Estas están agrupadas en capítulos compuestos por 15 a 25 flores liguladas de color amarillo o blancas, cada capítulo presenta un receptáculo plano rodeado por brácteas imbricadas.

Las flores interiores presentan corola tubular de borde dentado, el cáliz es filamentoso.

Estas flores son hermafroditas (los dos sexos se presentan en la misma flor), cada flor da hasta 5 semillas.

El androceo está formado por 5 estambres, con sus filamentos insertos en la base de la corola tubular, y con las anteras soldadas formando un tubo que rodea al estilo.

El gineceo es unicarpelar, con ovario ínfero y el estigma bífido.

La morfología floral está preparada para promover la autopolinización.²²

6. **Semillas:** Están al madurar adquieren apariencia pelos denominados villano plumoso o papús (medio de diseminación anemófila) y su coloración varía según la variedad. Son de 4-5 mm.

7. **Fruto:** Es un aquenio, de forma oval, oblonga, ligeramente arqueado con 7 a 9 costillas longitudinales y comúnmente llamada semilla.²³

²² **Cibermanual de producción de semillas.** Lechuga. Recuperado el 2 Enero de 2013, de <http://www.galeon.com/lasemilla/>

²³ **Guillermo, G et al. 2008. Cultivos de hoja.** Universidad de la república facultad de Agronomía Centro Regional Sur Unidad de Horticultura. **Uruguay.**

2.2.2.2 PRINCIPALES CULTIVARES

Existen lechugas cogolladas, sin cogollo, redonda y lechuga romana, donde la mejor para hidroponía es la no cogollada. Estas se clasifican en los siguientes 4 grupos:

1. Romanas: Lactuca sativa var. longifolia

No forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central prominente. Son resistentes al virus (LMV)

- Romana
- Baby

2. Acogolladas: Lactuca sativa var. capitata

Estas son 2 tipos:

- **Hojas crespas:** son cabezas grandes, pesadas, con hojas de nervadura prominente
- **Hojas mantecosas** (Butterhead): son cabezas medias con hojas suculentas de nervadura poco prominente

Estas lechugas forman un cogollo apretado de hojas: Batavia, Mantecosa o Trocadero e Iceberg

3. De hojas sueltas: Lactuca sativa var. acephala

Son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas, son de cortar (loose leaf), no forman cogollo

- Lollo Rossa
- Red Salad Bowl
- Cracarelle

4. Lechuga espárrago: Lactuca sativa var. augustana

Es una lechuga espárrago o de tallo, se utiliza el tallo y las hojas, son de color verde o rojizo.²⁴

DESCRIPCIÓN DEL CULTIVAR ESTUDIADO

(Lactuca sativa var. Campania)

- 1. Resistencia HR:** (altamente resistente) a BL: 1-16,21,23 (**Bremia lactucae**) (hongo) **1:** raza **16:** cepa 16
- 2. Resistencia IR:** (resistencia intermedia) a LMV:1 (virus del mosaico de la lechuga) **1:** raza **1**
- 3. Periodo de crecimiento:**
Primavera, verano y otoño (desde Octubre hasta diciembre)
- 4. Tolerante:**
Al espigado y al Tipburn.²⁵

²⁴ **Infoagro.** El cultivo de la lechuga. Recuperado el 15 Octubre de 2012, de <http://www.infoagro.com/>

²⁵ **Enza Zaden.** Lettuce Campania. Recuperado el 5 de Febrero de 2013, de <http://www.enzazaden.com>

2.2.2.3 REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

- a) **Clima:** Este cultivo es de fotoperiodo largo exigiendo luminosidad para su desarrollo en follaje en volumen, peso y calidad, si hay escasez, las hojas son más delgadas y las cabezas se sueltan, por eso se recomienda este factor para una densidad de población adecuada y evitar el sombreado de plantas entre sí.

“La lechuga bajo condiciones de fotoperiodo largo (más de 12 horas-luz) acompañado de altas temperaturas (más de 26°C) emite su tallo floral”⁽²⁶⁾, siendo más sensibles las lechugas que no forman cogollo a las que si los forman.

En cuanto a la temperatura, hay que tener en cuenta:

- a. **Semilla:** Necesita para germinar mínima 3-5°C, la óptima de 15-20°C y la máxima de 25°C.
- b. **Planta:** Durante su fase de crecimiento requiere temperaturas entre 14-18°C por el día y 5-8°C para la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperaturas entre el día y la noche. Siendo la óptima de 15-18°C con máximo de 21-24°C y la mínima de 6°C.

Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día y 3-5°C por la noche.

La lechuga resiste, pero detiene su crecimiento a temperaturas inferiores a -6°C y superiores a 30°. Y con temperaturas más de 25°C tiende a espigar. Si las bajas temperaturas son constantes estas se tornan de una coloración rojiza, estos daños más se observan a temperatura de -2°C.²⁶

Humedad relativa: La humedad relativa conveniente para la lechuga es del 60 al 80%

- b) **Suelo:** Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limosos, con buen drenaje, situando el ph óptimo entre 6,7 y 7,4.²⁷

²⁶ **Chávez, D etal. 2001.** Seminario de Agro negocios “lechugas hidropónicas”. Universidad del pacifico. Perú

²⁷ **Infoagro.** El cultivo de la lechuga. Recuperado el 15 Octubre de 2012, de <http://www.infoagro.com/>

2.2.2.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES AGRICOLAS:

a) Plagas agrícolas:

1. **Pulgonos:** (Myzus persicae, Macrosiphum euphorbiae y Macrosiphum rosae): Picador-chupador, es un insecto muy pequeño, su incidencia varía según las condiciones climáticas.
Causan daños directos e indirectos (primero pica y succiona la savia y el segundo transmite virus)
El ataque de los pulgonos suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven, y el ataque es considerable, puede arrasar el cultivo, además de ser entrada de alguna virosis que haga inviable el cultivo.
Los pulgonos colonizan las plantas en el envejecimiento de hojas y en las hojas más internas, debilitando a planta y no permitiendo su crecimiento.
2. **Mosca minadora** (Liriomyza huidobrensis y Liriomyza trifolii): Son pequeñas mosquitas, que depositan sus huevos dentro de las hojas, donde las larvas hacen galerías entre la cutícula y la epidermis de estas, y la planta queda muy debilitada.
3. **Trips** (Frankliniella occidentalis): Raspador- chupador, es un insecto muy pequeño de cuerpo largo y aplanado, donde su principal daño es el indirecto en la que transmite el virus del bronceado del tomate(TSWV), el cual empieza por provocar grandes necrosis foliares, y rápidamente éstas acaban muriendo.²⁸

²⁸ Infoagro. El cultivo de la lechuga. Recuperado el 15 Octubre de 2012, de <http://www.infoagro.com/>

4. **Mosca Blanca (Trialeurodes vaporariorum)**: Picador chupador, es un insecto muy pequeño tiene alas blancas cubiertas de un polvillo ceroso, estas tienen un rápido crecimiento en condiciones temperatura y humedad altas.

Los daños lo hacen las larvas y adultos en el envés de las hojas succionando la savia. Los síntomas son amarilleo o clorosis general de las hojas que más adelante se secan y caen.²⁹

b) Enfermedades:

1. **Pudrición gris o Moho gris (Botrytis cinerea)**: Es un hongo cuyos síntomas comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, y seguidamente se cubren de moho gris que genera enorme cantidad de esporas (conidias). Y también se presentan en el cuello de la planta con su micelio color gris-ceniza. Si la humedad relativa aumenta las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco; pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.

Estas sobreviven en estructuras de resistencia llamada esclerocios que están en el suelo por varios años o restos de tejidos afectados

Esta enfermedad se puede controlar a partir de medidas preventivas basadas en una menor densidad de plantación, además de reducir los excesos de humedad, evitar exceso de fertilidad, eliminando plantas enfermas.³⁰

²⁹ José, M etal. 2008. Plagas del campo. Ediciones Mundi-prensa. España.

³⁰ Paulina, S. 2004. Enfermedades en hortalizas de hojas, raíz y brasicas. INIA La Platina. Chile

2. **Mildiu vellosa (Bremia lactucae)**: Es un hongo, donde en el haz de las hojas aparecen unas manchas color amarillo y forma angulosa , a la vez que en el envés aparece un micelio vellosa de color blanco grisáceo; las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo. Sus ataques más importantes cuando hay periodos de humedad prolongada. Se disemina por esporangios. Para controlarlo, se tiene que eliminar malezas.³¹
3. **Septoriosis (Septoria lactucae)**: Es un hongo que se da por condiciones de alta humedad prolongada y precipitaciones frecuentes.
Sus síntomas empiezan en hojas viejas y son manchas cloróticas pequeñas e irregulares, después estas se agrandan y se vuelven marrones de seco y se pueden caer las hojas dando apariencia andrajosa.
Este hongo sobrevive en semillas de lechuga, restos de cultivo.³²
4. **Marchitamiento (Pythium ultimum)** Este hongo produce un estrangulamiento en la base del tallo, provocando la necrosis de raíces, esto ocasionado por el estancamiento del agua a nivel del tallo.
Los síntomas son amarillez, seguida de la muerte de las hojas exteriores. Se controla evitando encharcamientos.³³
5. **Virus Del Bronceado Del Tomate (TSWV)**: Las infecciones causadas por este virus están caracterizadas por manchas foliares, inicialmente cloróticas, y posteriormente, necróticas e irregulares, a veces tan extensas que afectan a casi toda la planta que, en general, queda enana y se marchita en poco tiempo. Se transmite por el Trips (**Frankliniella occidentalis**), este se nutre de las hojas, mediante un mecanismo de inyección de saliva en los tejidos vegetales seguida de vaciado por succión del contenido celular pre digerido. Además de provocar heridas a las plantas con los pinchazos de alimentación.³⁴

³¹ Tadeo, J. 2003. Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío. Colombia. Primera edición. Colombia

³² UmassAmherst. Lettuce. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de <http://ag.umass.edu/>

³³ Halsouet, P etal. 2005. La lechuga manual para su cultivo en agricultura ecológica. Monográficos Ekonekazaritza. España.

³⁴ Infoagro. El cultivo de la lechuga. Recuperado el 15 Octubre de 2012, de <http://www.infoagro.com/>

2.3 Tecnología Em™ (microorganismos eficientes)

2.3.1 ¿Qué es EM™?

EM™ significa Microorganismos Eficientes. Estos son una combinación de 80 tipos de microorganismos benéficos de origen natural de 3 géneros que viven simbióticamente:

- **Bacterias fototróficas, (Rhodopseudomonas spp)**

Estas son bacterias autótrofas (independientes y autosuficientes) que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos (sulfuro de hidrógeno), usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias generadas favorecen el crecimiento de las plantas y de otros microorganismos útiles como los fijadores de nitrógeno.

- **Bacterias de ácido láctico (Lactobacillus spp)**

Estas transforman los azúcares en ácido láctico, además otros carbohidratos producidos por las bacterias fotosintéticas y las levaduras; y en condiciones anaeróbicas descomponen las proteínas en aminoácidos. Además, fragmentan los componentes de la materia orgánica, como la lignina y la celulosa, transformando estos materiales sin causar influencias negativas en el proceso.

- **Levaduras. (Saccharomyces spp)**

Estas producen sustancias bioactivas como hormonas y enzimas, para promover la división celular activa. Estas sustancias son útiles para la reproducción de otros microorganismos eficaces como las bacterias ácido lácticos.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras sustancias útiles (hormonas y enzimas) para el crecimiento de las plantas, a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fotosintéticas, la materia orgánica y las raíces de las plantas, las cuales sirven de sustratos para las bacterias ácido lácticas y actinomicetes.

Todos los microorganismos son importantes en el EM, pero las bacterias fototróficas son el eje central de la actividad del EM, porque dan sostén a las actividades de otros microorganismos.³⁵

³⁵ Bioem. Aplicaciones a la agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://www.bioem.com.pe/>

2.3.2 Efectividad de los EM

El mundo microbiano se puede clasificar, en tres grupos: el grupo de microorganismos regeneradores, el de los desintegradores, y el de los neutrales. Ya que en este mundo microbiano hay un equilibrio, si este se rompe habrá una invasión de patógenos (microorganismos desintegradores) al no haber microorganismos benéficos (regeneradores) que los eliminen.

Los ME, son microorganismos regeneradores que tienen un poder antioxidante y de generar sustancias bioactivas, ya que impulsan la fermentación útil o maduración y **eliminan** la putrefacción o fermentación perjudicial que ocasionan los microorganismos desintegradores los que fomentan la oxidación (origen de enfermedades en todos los seres vivos) y proliferación de radicales libres.

Este proceso fermentativo generado por los microorganismos regeneradores recupera el equilibrio del suelo, permite conservar energía, y aumentar la producción de nutrientes y sustancias beneficiosas que hacen a las plantas y a los suelos más resistentes ante posibles enfermedades. Si el ambiente natural está sano, aumentará el rendimiento del terreno y mejorará la calidad de las plantas.

En cambio los microorganismos neutrales, están en una posición intermedia entre los desintegradores y los regeneradores, desarrollando una conducta oportunista según quien domine, si dominan los desintegradores, los neutrales se igualarán a estos, si destacan los regeneradores, los neutrales les seguirán.

Los microorganismos eficientes actúan forma simbiótica con los microorganismos dentro del suelo, fomentando el crecimiento de la microflora y el equilibrio microbiano y suprimiendo los patógenos y las enfermedades generadas en los suelos, mencionados anteriormente.³⁶

³⁶ **Microorganismos eficientes.** (2013). Capacidades de los microorganismos eficientes. Recuperado el 19 Noviembre 2013 de <http://microorganismoseficientes.wordpress.com/>

2.3.3 Aplicaciones del EM™

- Los ME actúan forma simbiótica tanto con los microorganismos y planta, donde en esta última, los Microorganismos Eficientes cohabitan junto a otras bacterias beneficiosas en las raíces de las plantas, ya que para desarrollarse utilizan sustancias producidas por las raíces, como ácidos orgánicos, aminoácidos, carbohidratos y enzimas, suministrando al mismo tiempo a las plantas ácidos nucleicos, antioxidantes, aminoácidos, hormonas y una elevada dosis de vitaminas, productos de la descomposición de la materia orgánica (M.O).³⁷
- Cambian la micro y macro flora de la tierra y mejora el equilibrio natural de manera que la tierra que causa enfermedades se convierte en tierra que suprime enfermedades, y ésta a su vez tiene la capacidad de transformarse en tierra azimógena.
- Además sirve como una excelente herramienta para la producción sostenible en la agricultura orgánica, porque conserva los recursos naturales, generando una agricultura y medio ambiente más sostenible.
- No solo se usa en agricultura sino también en el tratamientos de aguas y efluentes, control de malos olores, elaboración de compost, granjas y salud animal, higiene y salud humana, en la limpieza del hogar, en la reducir la radiación, en construcción de edificios, entre otros.³⁸

2.3.4 Efectos del EM™:

a) En semilleros:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.³⁸

³⁷ **Microorganismos eficientes.** (2013). Capacidades de los microorganismos eficientes. Recuperado el 19 Noviembre 2013 de <http://microorganismoeficientes.wordpress.com/>

³⁸ **Bioem.** Aplicaciones a la agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://www.bioem.com.pe/>

b) En las plantas:

- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.³⁹

2.3.5 EM-5

El EM-5, se usa en la sanidad de plantas, por lo que se aplica regularmente después de la germinación o rebrotes, y antes de que cualquier enfermedad o plaga comience a infestar la plantación.

Beneficios:

- Ayuda a acelerar el proceso de germinación de las semillas.
- Aumenta la resistencia natural de las plantas contra plagas y enfermedades.
- Ayuda a disminuir la incidencia de nemátodos y enfermedades en las raíces.
- Es de bajo costo.
- Es un producto natural y totalmente seguro a la salud humana, animal y al medio ambiente.⁴⁰

³⁹ **Bioem.** Aplicaciones a la agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://www.bioem.com.pe/>

⁴⁰ **Portal Oficial de la Tecnología EM™ en América Latina.** Agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://em-la.com/>

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de ejecución

Este trabajo se realizó en el fundo “Chacra nueva”, ubicado en el anexo Agua Salada, en el distrito de Chiguata, en la provincia y departamento de Arequipa. Se encuentra 16°24'16'' Latitud sur, 71°25'37'' Longitud oeste y a 2796 m.s.n.m

3.2 Condiciones climatológicas

La información se obtuvo del Servicio Nacional de Meteorología e hidrología (SENAMHI-Arequipa2013), los cuales se observan en el siguiente, cuadro:

Cuadro N°1

Información meteorológica del distrito de Chiguata

Años	Meses	Temperatura (C°)			Humedad Relativa Media (%)	Precipitación total (mm)
		Max	Med	Min		
2012	Noviembre	20.2	12.6	4.9	61	0.0
	Diciembre	19.3	12.6	5.9	69	6.6
2013	Enero	19.7	14.6	7.2	71	61.5

Fuente: Oficina de SENAMHI-Arequipa

En los meses de Noviembre del 2012 a Enero del 2013 se realizó el manejo de la lechuga hidropónica desde la siembra hasta la cosecha, donde las Temperaturas son casi homogéneas, la HR% está dentro del rango de la lechuga de 60-80% y las precipitaciones ocasionaron presencia de enfermedades fungosas, las que se eliminaron.

3.3 Análisis de agua

Se tomó muestra del agua de riego y se mandó a analizar al Ministerio de Agricultura, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N°2
Análisis químico de agua de riego

ANALISIS QUIMICO

CATIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	EQUIVALENCIA	VALOR	NINGUNO	BAJO	ALTO	SEVERO
SODIO (Na)	meq/l	4.348				
POTASIO(K)	meq/l	0.500				
MAGNESIO(Mg)	meq/l	2.000				
CALCIO(Ca)	meq/l	2.500				
SUMATORIA		9.348				

ANIONES			GRADO DE RESTRICCION			
ELEMENTO	EQUIVALENCIA	VALOR	NINGUNO	BAJO	ALTO	SEVERO
CLORUROS (Cl)	meq/l	4.625				
SULFATOS (SO ₄)	meq/l	2.813				
CARBONATOS (CO ₃)	meq/l	0.000				
BICARBONATOS (HCO ₃)	meq/l	1.000				
SUMATORIA		8.438				

	EQUIVALENCIA	VALOR	NO SALINO	BAJO	ALTO	SEVERO
C.E	ms/cm	0.90				
			ACIDO	NEUTRO		ALCALINO
pH		6.65				

SAR	2.89					
PSI	46.51					
	CLASE	C3-S1				
DUREZA TOTAL ppm CaCO ₃						
VALOR	MUY BLANDA	BLANDA	SEMIBLANDA	SEMIDURA	DURA	MUY DURA
225.00						

Según la clasificación de Riverside es un agua de clase C3-S1 agua de salinidad ligeramente alta, que se puede utilizarse para el riego de cultivos en suelos de buen drenaje empleando volúmenes altos para lavar las sales del suelo; agua con baja concentración de sodio.

Fuente: Ministerio de Agricultura. 2012. Arequipa

El análisis de agua, muestra un alto contenido de Cloruros, Sodio y Sulfatos. Un pH neutro de 6.65 y una CE menor a 0.9 ms/cm, por lo que es recomendable su uso en hidroponía.

3.4 Materiales:

Se emplearon diferentes materiales biológicos, como: semilla, nutrientes, microorganismos; materiales de campo y de laboratorio.

3.4.1 Biológico:

Se muestran en las fotografías del 5 al 11:

- **Fotografía N°5**
Semilla de lechuga (**Lactuca sativa** var **Campania**) fue tomada de Enza Zaden



- **Fotografía N°6**
EM-1 (Microorganismos eficientes)



- **Fotografía N°7**
EM-Compost



- **Fotografía N°8**
Biotens



- **Fotografía N°9**
Regulador de ph



- **Fotografía N°10**
Melaza



Fotografía N°11
Fungicida orgánico (3tac)



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2012

3.4.2 De campo:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| - 20kg Piedra pómez | - 24 Tubos de pvc blancos |
| - 25 kg Arena de rio | - 1 Bomba 0.5 hp |
| - 24 ciento Vasitos ½ onza | - 92m Malla rashell 75% |
| - 1 Libreta de campo | - 1 Taladro |
| - 1 Regla graduada | - 100m Cable N°16 |
| - 1 Vernier | - 1 Nivel |
| - 20m Manguera negra de 16mm | - 3 Bombas de acuario |

3.4.3 De laboratorio:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| - 1 Ph-metro | - Solución A, B y C |
| - 1 Conductimetro | - 1 Calculadora |
| - 1l Agua destilada | - 1 Probeta |
| - 1l Acido fosforico | - 1 Pipeta |
| - 1 Balanza | - 1 Piseta |
| - 1l Alcohol 60% | - 1 Termómetro |
| - 1l Vinagre | |

3.5 Componentes en estudio

Se usaron 2 tratamientos, Primer nivel NFT (abajo) y el Segundo nivel NFT (arriba), en el cultivo de Lechuga (**Lactuca sativa** var Campania).

3.6 Tratamientos en estudio

Se realizaron 2 módulos con 2 niveles cada uno. En el primer nivel se han colocado 8 tubos de 18m cada uno con un promedio de 100 agujeros. En el segundo nivel se han colocado 4 tubos con un promedio de 100 agujeros. **(Cuadro 3):**

Cuadro N°3
Tratamientos en estudio

Tratamientos	Descripción
T1	Primer nivel NFT (abajo)
T2	Segundo nivel NFT (arriba)

Fuente: Cuadro elaborado por adrianchv. 2012.

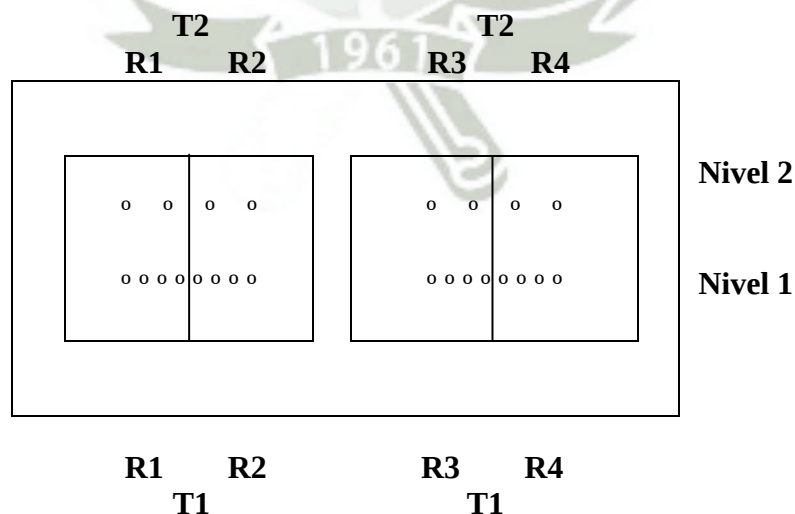
3.7 Diseño experimental

En el presente trabajo se usó el Diseño experimental Bloques Completamente al Azar (BCA) con 2 tratamientos y cada tratamiento 4 repeticiones, obteniendo un total de 8 unidades experimentales.

Donde cada tratamiento es un nivel, las repeticiones son: Arriba cada 2 tubos 1 repetición y abajo cada 4 tubos 1 repetición

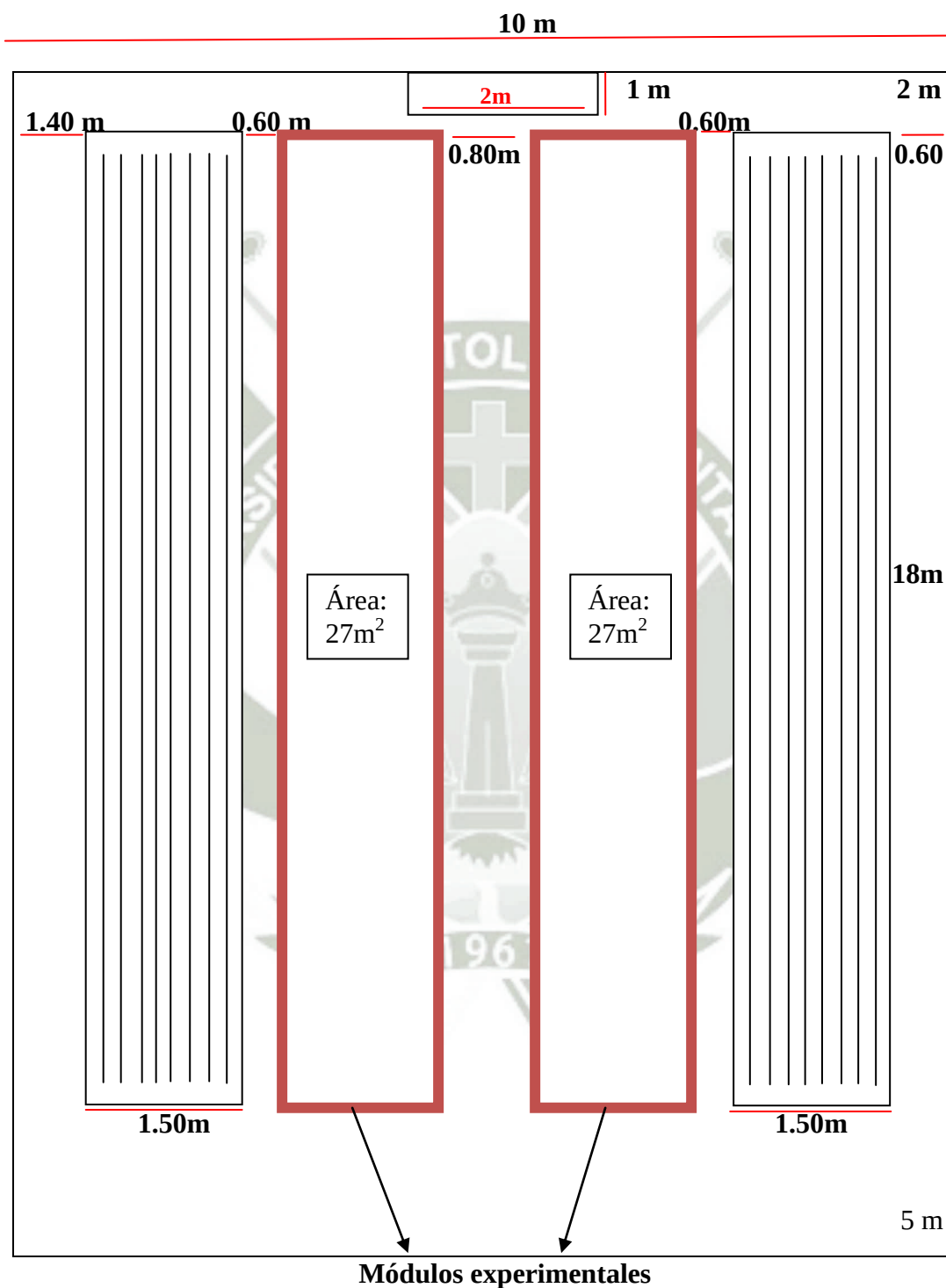
Para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos, se usó la prueba de rango múltiple de Tukey para la comparación de promedios.

- El diseño a emplear fue de Bloques Completos al azar (BCA)
- El área del terreno fue de 250 m².
- Cada Tratamiento tuvo 50 lechugas por repetición, con un total de 400 lechugas (4 repeticiones)



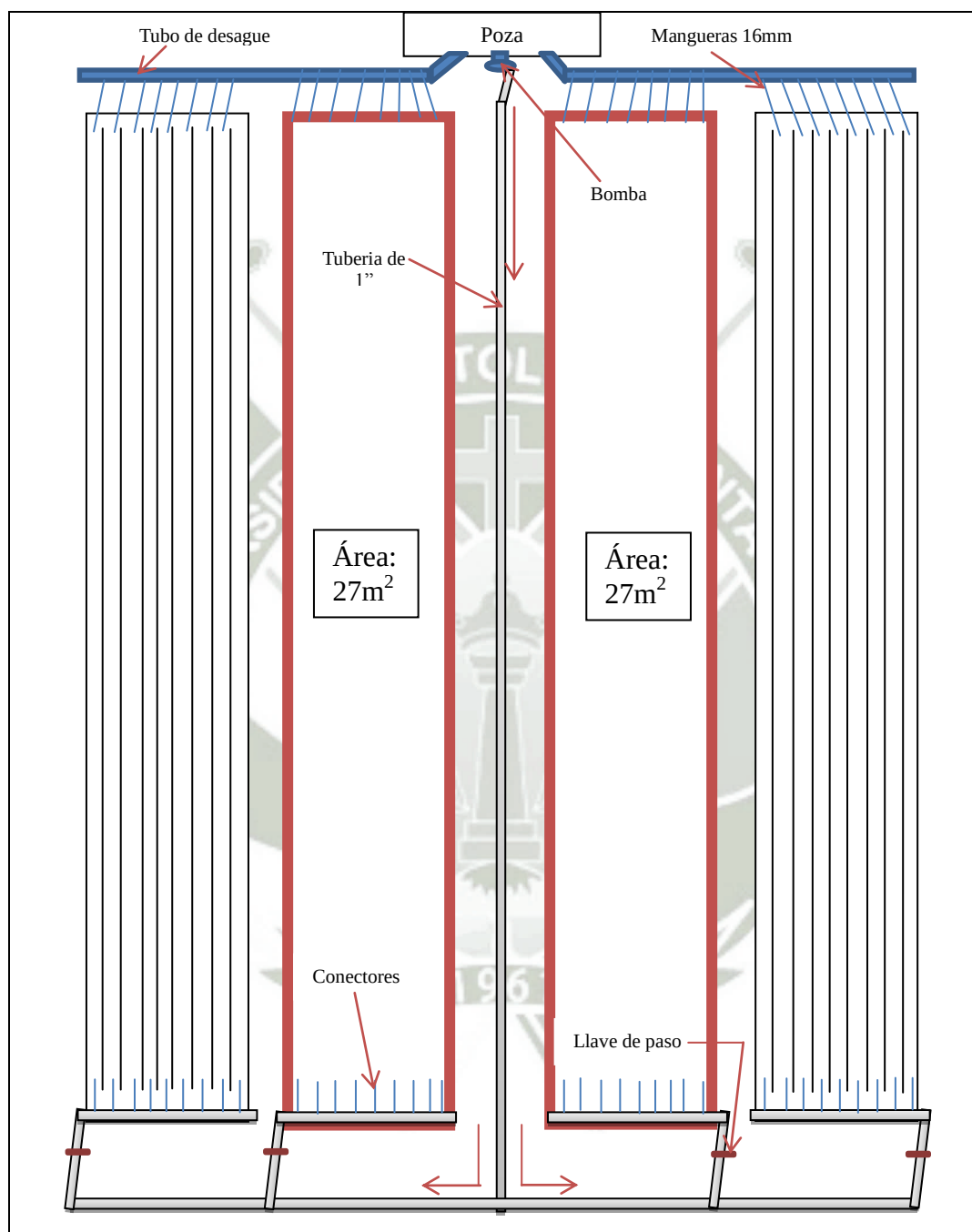
3.8 Croquis experimental

Figura N°3
Diseño del Módulo Hidropónico



Fuente: Figura elaborada por Adrianchv.2012

Figura N°4
Diseño del Módulo Hidropónico con la red de agua y desagüe

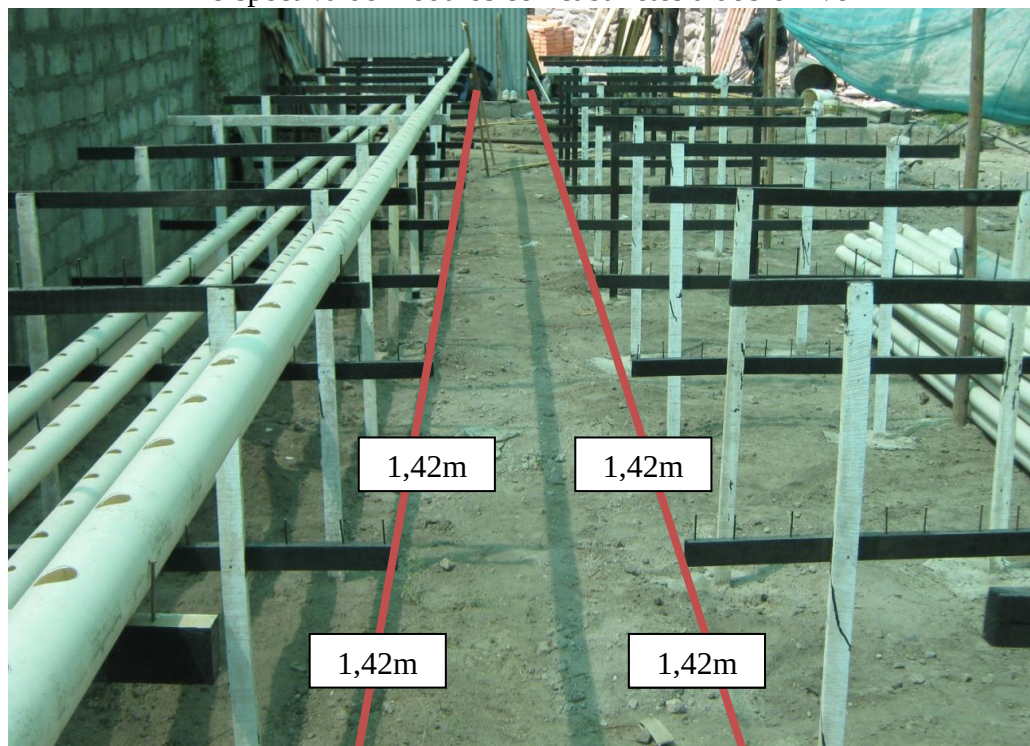


Fuente: Figura elaborada por Adrianchv.2012

Vista en perspectiva de los caballetes en doble nivel. (Fotografía 12)

Fotografía N°12

Perspectiva de módulos con caballetes a doble nivel

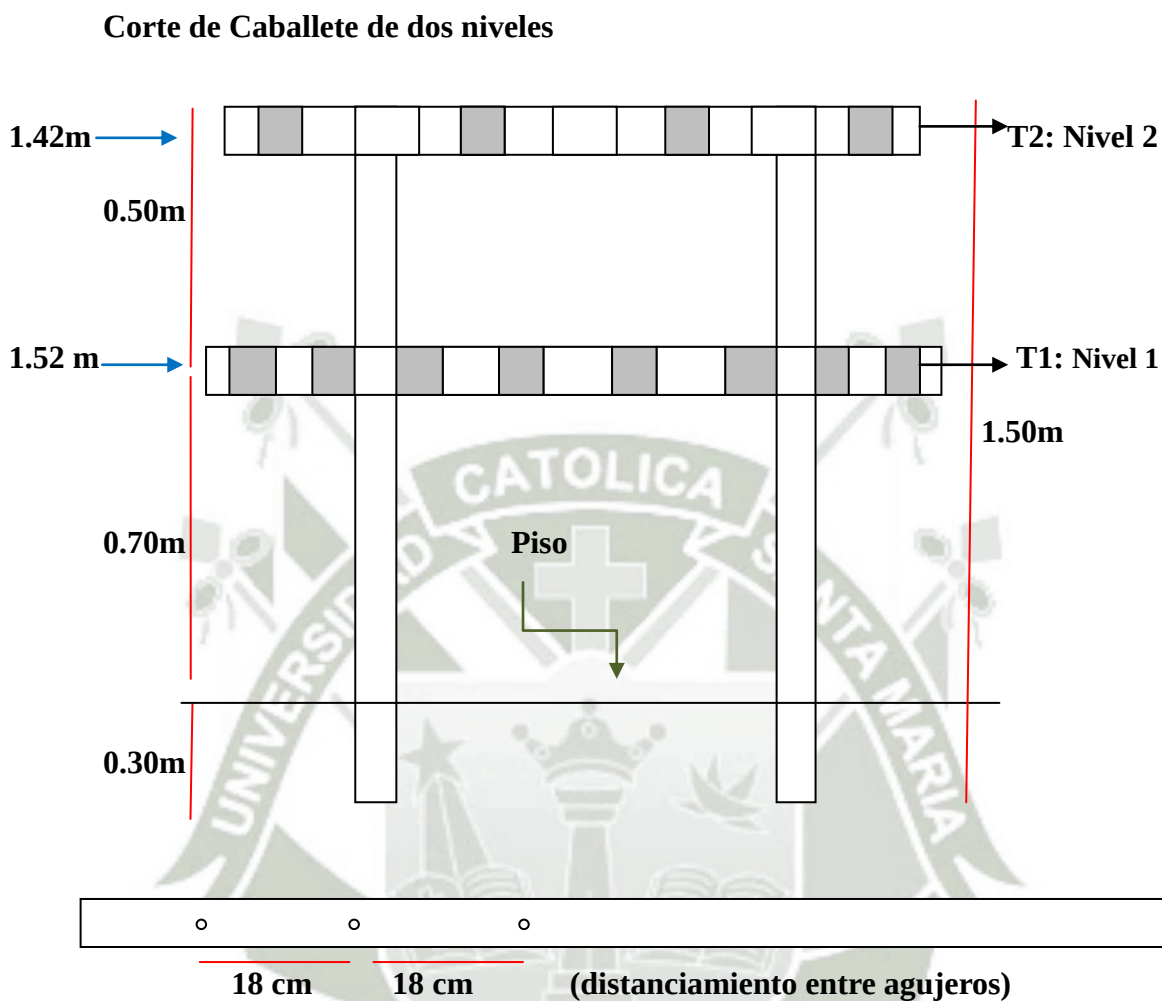


Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012

Es necesario observar, que son 12 caballetes, donde la distancia entre estos es de 1,42m que hacen un total de 17m y con los tubos colocados hacen el largo de 18m

Largo de cada tubo 18 X 1.52 sale área total del modulo

Figura N°5
Diseño y estructura de caballetes.



- Encima de cada cuadrado sombreado van los tubos

Fuente: Figura elaborada por Adrianhv. 2012

3.9 DESARROLLO Y CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.9.1 DISEÑO DE LOS MODULOS HIDROPONICOS

El diseño de los módulos para el experimento comprendió un periodo de tiempo de 3 meses desde Junio a Agosto del año 2012. Todo el diseño presenta las siguientes fases.

a) Preparación del terreno

Se preparó un área de 250 m² de terreno, al que se despedró y niveló para la instalación de los caballetes, construcción del pozo de cemento y sistema de agua. **(Fotografía 13):**

Fotografía N°13
Preparación del terreno



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

b) Construcción del pozo de cemento NFT

Después se construyó un pozo de cemento para el sistema NFT, de las siguientes dimensiones: 2m largo X 1 m de ancho X 1.80m de altura. Con material noble, ladrillo, cemento y permeabilizador. **(Fotografía 14):**

Fotografía N°14
Construcción del tanque



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

c) Colocación de la malla rashell

Se hicieron hoyos en el terreno para armar la estructura del vivero, donde se plantaron los postes y armado de travesaños; luego se colocó la malla rashell de 75%.

En el área del experimento se utilizó 92m de malla para el techo en caída a dos aguas y para cubrir la parte delantera de los módulos y de uno de los lados. **(Fotografía 15):**

Fotografía N°15

Colocación de la malla rashell de 75%



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

d) Instalación de caballetes

Se realizó la medición y el trazado para hacer los hoyos donde, se colocó 24 caballetes de 1.50m de alto, siendo 12 por modulo. **(Fotografía 16):**

Fotografía N°16

Instalación de caballetes



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

e) Preparación y Colocación de tubos de PVC

Se hizo agujeros con taladro a los tubos de PVC de 3" x 18m de largo y se instalaron en los caballetes. **(Fotografía 17):**

Fotografía N°17

Preparación y colocación de los tubos



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012

f) Construcción de la Poza de raíz flotante

Se mandaron a hacer 3 pozas de metal de fierro de 1 y 1 ½". De 1.50m X 1.20m X 1.01 m. **(Fotografía 18):**

Fotografía N°18

Construcción de la poza de raíz flotante



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv 2012

g) Instalación del sistema de agua y desagüe

Se instaló el sistema de agua con tubería de 1 pulg, así como tuberías de 4" para el desagüe a la poza. **(Fotografías 19 y 20):**

Fotografía N°19
Tubería de 1"



Fotografía N°20
Tubería de 4"



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhv. 2012

h) Instalación de la bomba de agua

Se instaló una bomba de 0.5 hp conectándolo a la tubería de 1" al sistema de agua. **(Fotografía 21):**

Fotografía N°21
Instalación de la bomba



Fuente: Fotografía tomada por Adrianhv 2012

i) Preparación de tapones y colocación de bolsas plásticas y mangueras en tubos de 3".

Se hicieron hoyos a los tapones, y se conectaron a las mangueras de 16mm para que desagüe el agua a través de estos. **(Fotografías 22 y 23):**

Fotografía N°22
Preparación de los tapones



Fotografía N°23
Colocación de las mangueras



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2012

Después se colocaron las bolsas de plástico a los tubos de 3". **(Fotografía 24):**

Fotografía N°24
Colocación de bolsas de plástico



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012

j) Instalación del sistema de luz

Se instalaron los cables de luz, así como el temporizador conectado a la bomba de agua.

(Fotografía 25):

Fotografía N°25
Instalación luz y temporizador



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012

k) Prueba del funcionamiento del sistema NFT

Una vez instalado todo el sistema NFT, se probó su funcionamiento. **(Fotografía 26):**

Fotografía N°26
Funcionamiento del NFT



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv 2012

3.9.2 CULTIVO EXPERIMENTAL DE LA LECHUGA HIDROPONICA EN NFT

1. Fases para el cultivo experimental. Se han establecido las siguientes fases:

Preparación del sustrato fue en el mes de septiembre, y de activación del EM fue de Octubre.

El cultivo experimental de lechuga hidropónica comprendió los meses de noviembre del 2012 hasta Enero del 2013, pasando por el almácigo, sistema de raíz flotante, sistema NFT hasta cosecharse respectivamente.

Fase 1: PREPARACION DEL ALMACIGO

El almácigo se instaló en el mes de noviembre, y demoro 3 semanas desde la siembra hasta su trasplante al sistema raíz flotante.

a) Sustrato

Se preparó el sustrato de piedra pómez y arena gruesa los que se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 1% (10 ml por litro de agua) y se lavaron previamente con ácido fosfórico para bajar el ph y la CE y finalmente se mezclaron a proporción de 40 y 60% respectivamente en 5 jabas de madera. **(Fotografías 27 y 28):**

Fotografía N°27
Lavado de arena



Fotografía N°28
Lavado de piedra pómez



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv 2012

b) Inoculación y siembra

Se inoculó la semilla de lechuga (**Lactuca sativa** var Campania) con EM-1 al 2% (20ml /1l agua) por 30 min y después se procedió a la siembra. **(Fotografías 29 y 30):**

Fotografía N°29
Inoculación



Fotografía N°30
Siembra



Fuente: Fotografías tomadas por Adriancho 2012

c) Emergencia de la lechuga

A la emergencia de las plántulas en los almácigos, se aplicó la solución nutritiva (2.5ml A, 1 ml B y 2.5 ml C), mas EM-Compost (dosis 1:2000). **(Fotografía 31):**

Fotografía N°31
Solución nutritiva con EM-Compost



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

Todo esto se realizó hasta que la planta de lechuga tuvo 3 hojas verdaderas para ser trasplantada al sistema de raíz flotante. **(Fotografía 32):**

Fotografía N°32
Lechuga con 3 hojas verdaderas



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv 2012

Fase 2: SISTEMA DE RAÍZ FLOTANTE (PRIMER TRANSPLANTE)

Las plántulas trasplantadas en las pozas del sistema de raíz flotante, demoraron 3 semanas hasta su trasplante al sistema NFT.

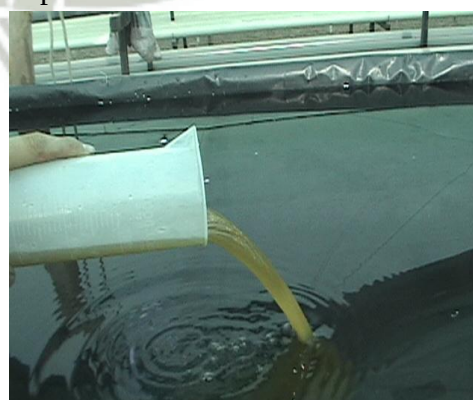
a) Preparación del sistema de raíz flotante

Las pozas de metal se forraron por su interior con plástico negro, después se llenaron con agua donde se bajó su ph a 5 y después se agregó la solución nutritiva (A, B y C) + EM-1 (dosis 1:2000) (lo que se aplicó 1 vez por semana), luego se colocó el tecknopor de ½ pulg y los oxigenadores. **(Fotografías 33 y 34):**

Fotografía N°33
Colocación plástico negro



Fotografía N°34
Aplicación de la Solución Nutritiva



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv 2012

b) Trasplante:

Una vez preparadas las pozas con la mezcla de agua y la solución nutritiva y colocada el tecnopor, las plántulas de lechuga se trasplantaron con un distanciamiento de 2,54cm entre hileras y 2,54cm entre plantas al sistema de raíz flotante. **(Fotografía 35):**

Fotografía N°35

Trasplante al sistema raíz flotante



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

La solución nutritiva en este sistema se manejó a un ph de 6 a 6.5, porque la lechuga exige estos rangos, y una CE de 2.0 ms/cm.

A las tres semanas las plántulas presentaron 4 a 5 hojas verdaderas, señal que estaban listas para su transplante al sistema NFT. **(Fotografía 36):**

Fotografía N°36

Plántula de 4 a 5 hojas verdaderas



Fuente: Fotografía tomada por Adriancho 2012

Fase 3: SISTEMA NFT (TRANSPLANTE DEFINITIVO):

En este sistema las plantas tuvieron 5 semanas de periodo vegetativo desde su trasplante al NFT hasta su cosecha.

a) Preparación:

Primero se llenó de agua el tanque del sistema NFT, después se bajó su ph a 5.0 y luego se agregó la solución nutritiva (A, B, C) + EM-1 (dosis 1:2000) este último se agregó semanalmente. **(Fotografía 37):**

Fotografía N°37
Aplicación de la solución nutritiva



Fuente: Fotografía tomada por Adrianhv 2012

b) Transplante

Primeramente las plántulas del almacigo se colocaron en vasitos de ½ onza y después estos a su vez fueron colocados en los canales de cultivo (tubos), del sistema NFT. **(Fotografía 38):**

Fotografía N°38
Transplante al sistema NFT



Fuente: Fotografía tomada por Adrianhv 2012

c) Control de la solución nutritiva y evaluación de las plántulas de lechuga:

En las plántulas de lechuga, la solución nutritiva en este sistema se manejó a un ph de 6 a 6.5, porque la lechuga exige estos rangos, y una CE de 2.0 ms/cm. Y se hizo un control semanal realizando 5 evaluaciones para efecto de determinar las características del experimento de la lechuga en el sistema NFT, como se puede apreciar en las fotografías que corresponden a cada semana. **(Fotografías del 39 al 43):**

Fotografía N°39
Primera semana



Fotografía N°40
Segunda semana



Fotografía N°41
Tercera semana



Fotografía N°42
Cuarta semana



Fotografía N°43
Quinta semana



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhcv. 2012

2. EMPLEO DE FERTILIZANTES, DE LA TECNOLOGIA EM Y DEL 3TAC PARA EL CULTIVO EXPERIMENTAL DE LECHUGA HIDROPONICA.

2.1) EMPLEO DE FERTILIZANTES:

2.1.1 Preparación de la solución nutritiva

La solución nutritiva (SN) A, B, C. Contiene los siguientes fertilizantes. (**Cuadro 4**):

Cuadro N°4
Fertilizantes de la solución nutritiva

Solución A (para 5 litros)	
Nitrato de potasio	550gr
Nitrato de amonio	200 gr
Fosfato monoamonico	140 gr
Solución B (para 2.5 litros)	
Sulfato de magnesio	275 gr
Petrilom combi	15gr
Quelato de hierro	10gr
Ácido bórico	1.5gr
Solución C (para 5 litros)	
Nitrato de calcio	350gr

Fuente: Cuadro elaborado por Adrianchv 2012

2.2) EMPLEO DE LA TECNOLOGIA EM: PREPARACIÓN Y ACTIVACION.

a) Tiempo y materiales:

La preparación del EM-1, EM-Compost y EM-5 se realizó en el mes de Octubre del 2012. Para esto se utilizó: 3 baldes de 20 litros, una jarra medidora, una cuchara de palo, 3 kg de melaza y agua sin cloro.

b) Preparación:

- **Para el EM-1 y EM- Compost:** Se llenaron 2 baldes con 7 l de agua, donde se diluyo la melaza (para su activación) y después se agregó 11 l de agua en cada uno y finalmente se adiciono el EM-1 y/o EM-compost (todo removiendo).
(Fotografías 44 y 45):

Fotografía N°44

Dilución de la melaza
en la activación del EM



Fotografía N°45

Aplicación del EM-1 o EM-compost
para la activación



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhcv. 2012

- **Para el EM-5**, se preparó con los mismos ingredientes del EM-1 y EM-compost, agregándose además 1 litro de vinagre (Tiene polifenoles), 1 litro de alcohol al 60%(bactericida y fungicida) y el EM-1. **(Fotografías 46 al 48):**

Fotografía N°46

Vinagre para activar el EM-5



Fotografía N°47

Alcohol 60% para activar el EM-5



Fotografía N°48

EM-1 para activar el EM-5



Fuente: Fotografías tomadas por Adrian Chv. 2012

c) Activación

Después de su preparación se envasaron los 3 en bidones de 20 litros, cerrados herméticamente, para su activación (fermentación anaeróbica), en un lugar oscuro sin luz solar;

La activación duro de 4 a 7 días, bajo las condiciones medio ambientales de la zona, con buenas características en cuanto a: olor, color y ph inferior a 4.

(Fotografía 49):

Fotografía N°49
Envasado y activación



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012

2.3) EMPLEO DEL FUNGICIDA ORGANICO (3TAC)

Preparación del 3Tac

Para la preparación del fungicida orgánico 3tac se utilizó el hongo **Trichodermas**; el cual es un controlador de enfermedades fungosas como: Septoria (**Septoria lactucae**), mildiu (**Bremia lactucae**) y moho gris (**Botrytis cinerea**) en lechuga. (Fotografía 50):

Fotografía N°50
Preparación del 3Tac



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2013

3. EFECTOS DEL EM

Este producto evita que las raíces sean infectadas por hongos especialmente **Marchitamiento (Pythium ultimum)** aplicándose a la dosis 1:2000 en el sistema de raíz flotante, esto permite un buen desarrollo de raíz en longitud y grosor y el aumento del diámetro de la planta rápidamente.

Primera semana. (Fotografías 51 y 52:

Fotografía N°51
Sistema radicular



Fotografía N°52
Parte aérea de la planta



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2012

Segunda semana. (Fotografías 53 y 54):

Fotografía N°53
Sistema radicular



Fotografía N°54
Parte aérea de la planta



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhcv. 2012

Tercera semana. (Fotografías 55 y 56):

Fotografía N°55
Sistema radicular



Fotografía N°56
Parte aérea de la planta



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhcv. 2012

4. CONTROL FITOSANITARIO

Se presentaron plagas y enfermedades agrícolas solo en el sistema de raíz flotante y sistema NFT, donde se usó 2 formas de control:

4.1 Control Etológico:

En el sistema de raíz flotante se utilizó trampas pegantes de color amarillo y azules para monitorear la presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidrobrensis*) y pulgón verde (*Macrosiphum euphorbiae*) y (*Myzus persicae*). (Fotografía 57):

Fotografía N°57
Colocación de trampas pegantes



Fuente: Fotografía tomada por Adrian Chv. 2012

4.2 Control Biológico

a) Plagas agrícolas:

En el control de plagas, se usó el EM-5 al 2%, aplicándose semanalmente desde el almácigo hasta la cosecha. Hubo presencia de mosca minadora (*Liriomyza huidrobrensis*) en el sistema de raíz flotante; pulgón verde (*Macrosiphum euphorbiae*) y (*Myzus persicae*) en el sistema NFT, por lo que se aplicó en forma diaria hasta repeler tales plagas. (Fotografías 58 y 59):

Fotografía N°58
Mosca minadora



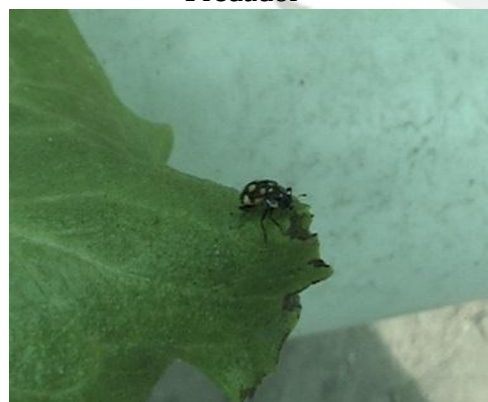
Fotografía N°59
Pulgón verde



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhv. 2012-2013

También hubo presencia de un predador y parasitoide, como es el coccinélido (*Eriopis opposita*) y el parasitoide (*Aphidius colemani*). (Fotografías 60 y 61):

Fotografía N°60
Predador



Fotografía N°61
Parasitoide



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianhv. 2012-2013

b) Enfermedades:

En el control de enfermedades se usó el fungicida orgánico 3tac a base de Trichoderma, para controlar en el sistema NFT, mildiu (Bremia lactucae), moho gris (Botrytis cinérea) y Septoria (Septoria lactucae). (Fotografías del 62 al 69):

Mildiu (Bremia lactucae)

Fotografía N°62
Síntoma



Fotografía N°63
Signo



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2013

Septoria (Septoria lactucae)

Fotografía N°64
Síntoma normal



Fotografía N°65
Con 3tac (Fungicida orgánico)



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2013

Moho gris (Botrytis cinerea)

Fotografía N°66
Síntoma normal



Fotografía N°67
Con 3tac (Fungicida orgánico)



Fotografía N°68
Síntoma normal



Fotografía N°69
Con 3tac (Fungicida orgánico)



Fuente: Fotografías tomadas por Adrianchv. 2013

5. COSECHA

Comprendió la última semana del sistema NFT

La cosecha de lechuga hidropónica se realiza 10 veces al año, pero todo depende de las condiciones en la que se encuentre, puede ser afectada por la cantidad y presencia de plagas, altas y bajas temperaturas, también la falta de micro nutrientes en la solución nutritiva, todo estos factores influyen en la duración del periodo vegetativo y también en la cosecha.

Después de la cosecha se procedió primero a sacar las hojas basales dañadas y secas, después cada planta de lechuga se colocó en bolsas plásticas con sus raíces y estas en jabas para su posterior traslado a los centros comerciales. **(Fotografías 70 y 71):**

Fotografía N°70
Cosecha de la lechuga



Fotografía N°71
Embolsado de la lechuga



Fuente: Fotografías tomadas por Adrian Chv. 2013

3.10 EVALUACIONES

Se realizaron un total de 5 evaluaciones en el sistema NFT cada 7 días, las 4 primeras para 4 parámetros (altura de planta, diámetro de planta, longitud de raíz y número de hojas), la ultima semana se evaluaron 5 parámetros, donde se incluye el peso de planta en fresco.

3.10.1 ALTURA DE PLANTA

Se midió desde el cuello de la planta hasta la hoja más grande con un vernier y regla graduada, después se sacó un promedio de los datos expresándolos en cm.

(Fotografía 72):

Fotografía N°72
Altura de planta



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012-2013

3.10.2 DIAMETRO DE PLANTA

Se midió el diámetro del follaje de las lechugas con un vernier y regla graduada, después se sacó promedio de los datos expresándolos en cm. **(Fotografía 73):**

Fotografía N°73

Diámetro de planta



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012-2013

3.10.3 LONGITUD DE RAICES

Se midió la longitud de raíz desde el cuello de la planta hasta el extremo de la raíz más larga, con una regla graduada y se sacó un promedio de los datos expresándolos en cm. **(Fotografía 74):**

Fotografía N°74

Longitud de raíz



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012-2013

3.10.4 NUMERO DE HOJAS

Se contó el número total de hojas de cada lechuga y se sacó promedio.

(Fotografía 75):

Fotografía N°75

Numero de hojas



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012-2013

3.10.5 PESO DE PLANTA

Esta evaluación se efectuó pesando toda la planta una por una (hojas, tallo, raíz) en una balanza y se expresó en gr. **(Fotografía 76):**

Fotografía N°76

Peso de planta



Fuente: Fotografía tomada por Adrianchv. 2012-2013

IV. RESULTADOS

4.1 PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 7 DDT AL SISTEMA NFT

4.1.1 ALTURA DE PLANTA

En el anexo N°1 se observan los promedios de altura de planta de los tratamientos

El cuadro N°5 muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°5 Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,02	0,01	0,04	0,9859 NS
Tratamientos	1	37,89	37,89	324,35	0,0004 *
Error	3	0,35	0,12		
Total	7	38,25			

NS= No significativo

*= Significativo

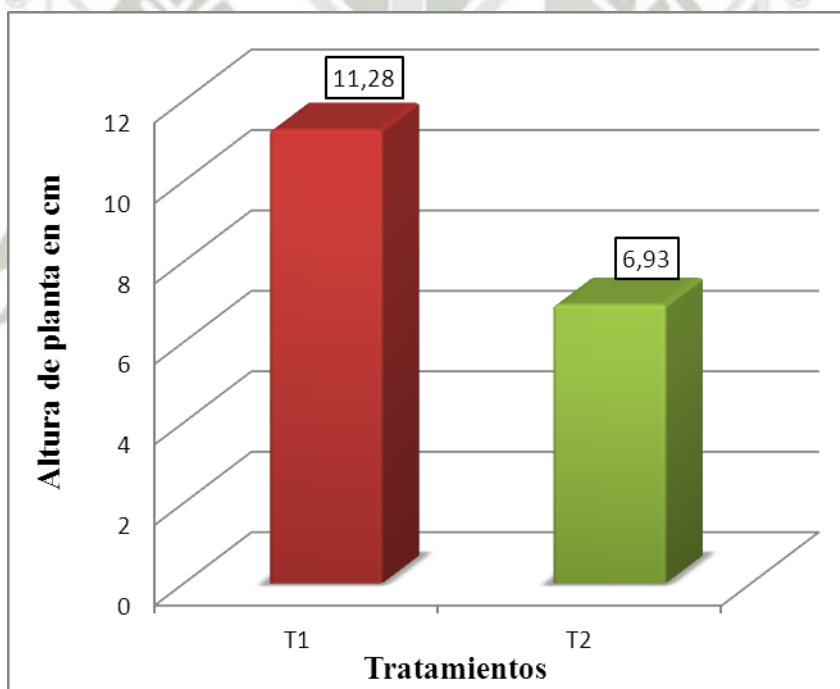
C.V= 3,76

En el cuadro N°6 y gráfico N°1 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Estos muestran que el primer nivel T1 tiene 11,28 cm de altura y el segundo nivel T2 con 6,93 cm.

Cuadro N°6 Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	11,28	a
2	T2 (nivel 2)	6,93	b

Gráfico N°1 Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.1.2 DIAMETRO DE PLANTA

El anexo N°2 muestra los promedios de diámetro de planta en los tratamientos

En el cuadro N°7 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°7 Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,40	0,13	0,55	0,6832 NS
Tratamientos	1	68,86	68,86	281,68	0,0005 *
Error	3	0,73	0,24		
Total	7	69,99			

NS= No significativo

*= Significativo

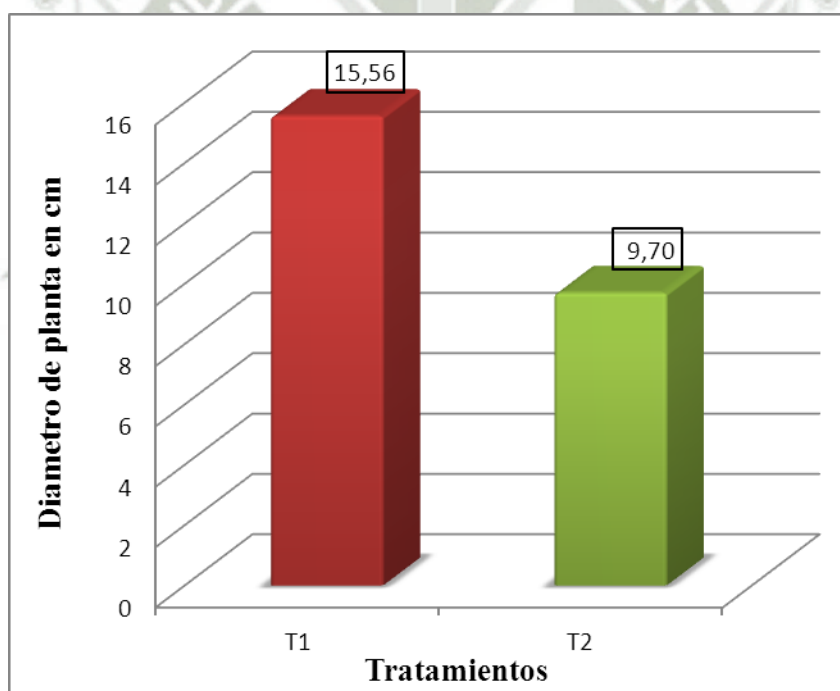
C.V = 3,91

En el cuadro N°8 y gráfico N°2 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Mostrando que el primer nivel T1 tiene 15,56 cm de diámetro de planta que el segundo nivel T2 con 9,70 cm.

Cuadro N°8 Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	15,56	a
2	T2 (nivel 2)	9,70	b

Gráfico N°2 Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.1.3 LONGITUD DE RAICES

En el anexo N°3 se muestran los promedios de longitud de raíz en los tratamientos

En el cuadro N°9 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con un nivel de significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°9 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	4,35	1,45	3,34	0,1744 NS
Tratamientos	1	68,97	68,97	158,75	0,0011 *
Error	3	1,30	0,43		
Total	7	74,62			

NS= No significativo

*= Significativo

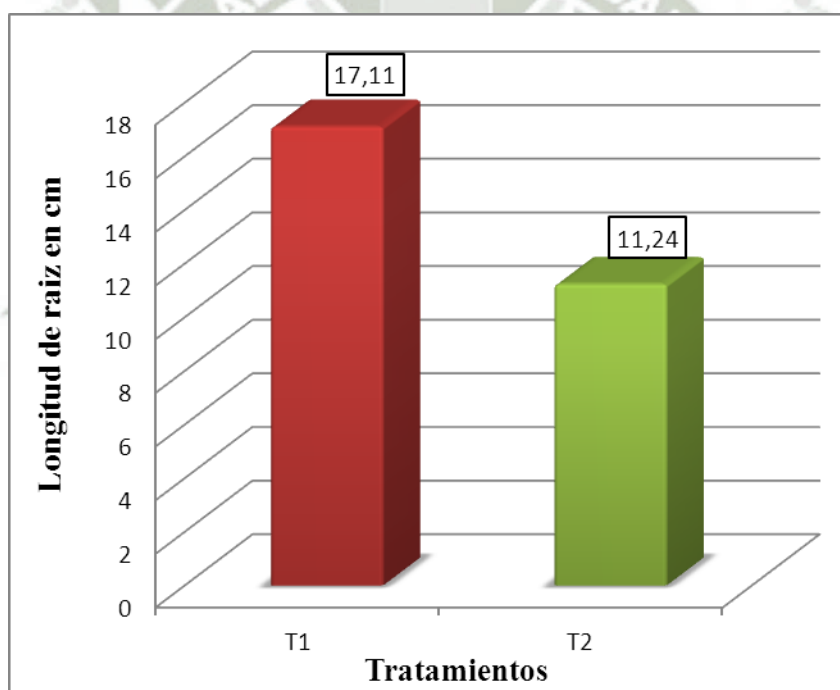
C.V = 4,65

En el cuadro N°10 y gráfico N°3 muestran la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde el primer nivel T1 alcanzo 17,11 cm de longitud de raíz y el segundo nivel T2 con 11,24 cm.

Cuadro N°10 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	17,11	a
2	T2 (nivel 2)	11,24	b

Gráfico N°3 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.1.4 NUMERO DE HOJAS

En el anexo N°4 se muestran los promedios de número de hojas de los tratamientos

En el cuadro N°11 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campana), donde se puede apreciar que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°11 Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,50	0,17	1,00	0,5000 NS
Tratamientos	1	12,50	12,50	75,00	0,0032 *
Error	3	0,50	0,17		
Total	7	13,50			

NS= No significativo

*= Significativo

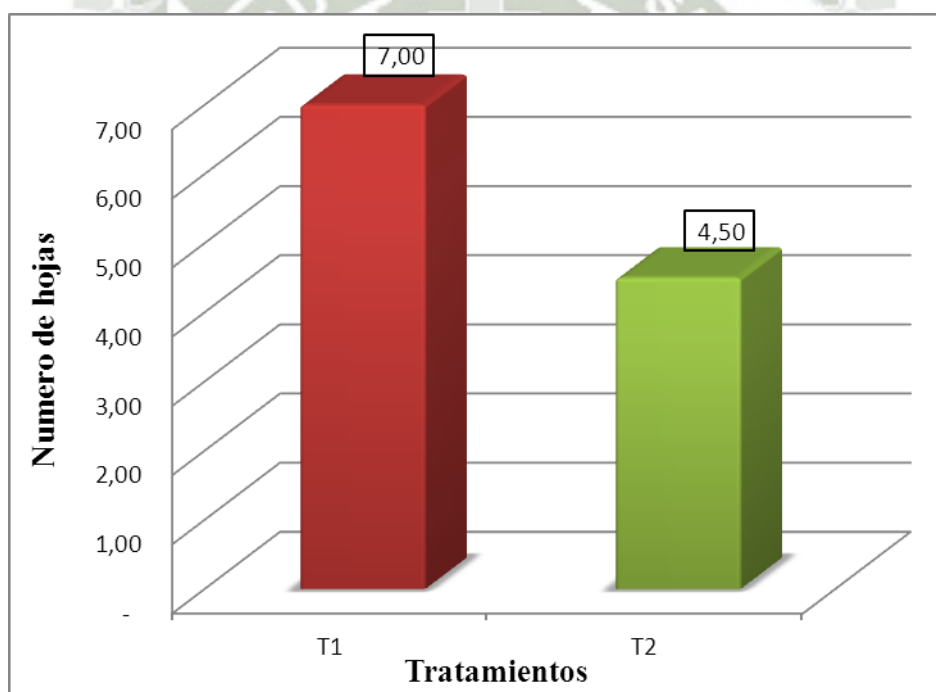
C.V = 7,10

En el cuadro N°12 y gráfico N°4 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde se observa que el primer nivel T1 tiene en promedio 7 hojas y el segundo nivel T2 con 4,5 hojas en promedio por planta.

Cuadro N°12 Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Numero de hojas	Significación
1	T1 (nivel 1)	7,00	a
2	T2 (nivel 2)	4,50	b

Gráfico N°4 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.2 SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 14 DDT AL SISTEMA NFT

4.2.1 ALTURA DE PLANTA

En el anexo N°5 se presentan los promedios de altura de planta de los tratamientos

En el cuadro N°13 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°13 Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,01	0,003	0,02	0,9968 NS
Tratamientos	1	54,92	54,92	246,07	0,0006 *
Error	3	0,67	0,22		
Total	7	55,60			

NS= No significativo

*= Significativo

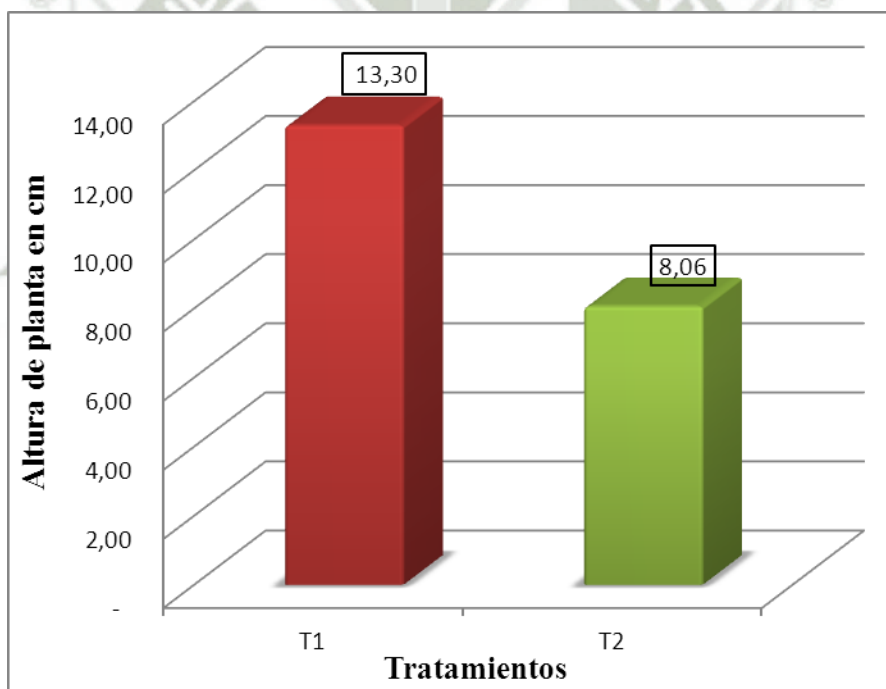
C.V = 4,43

En el cuadro N°14 y gráfico N°5 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Demostrando que el primer nivel T1 alcanzo un promedio de 13,30 cm de altura y el segundo nivel T2 con 8,06 cm alcanzo el segundo lugar.

Cuadro N°14 Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	13,30	a
2	T2 (nivel 2)	8,06	b

Gráfico N°5 Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.2.2 DIAMETRO DE PLANTA

En el anexo N°6 se observan los promedios de diámetro de planta de los tratamientos

En el cuadro N°15 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°15 Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,30	0,10	0,14	0,9278 NS
Tratamientos	1	119,43	119,43	168,25	0,0010 *
Error	3	2,13	0,71		
Total	7	121,86			

NS= No significativo

*= Significativo

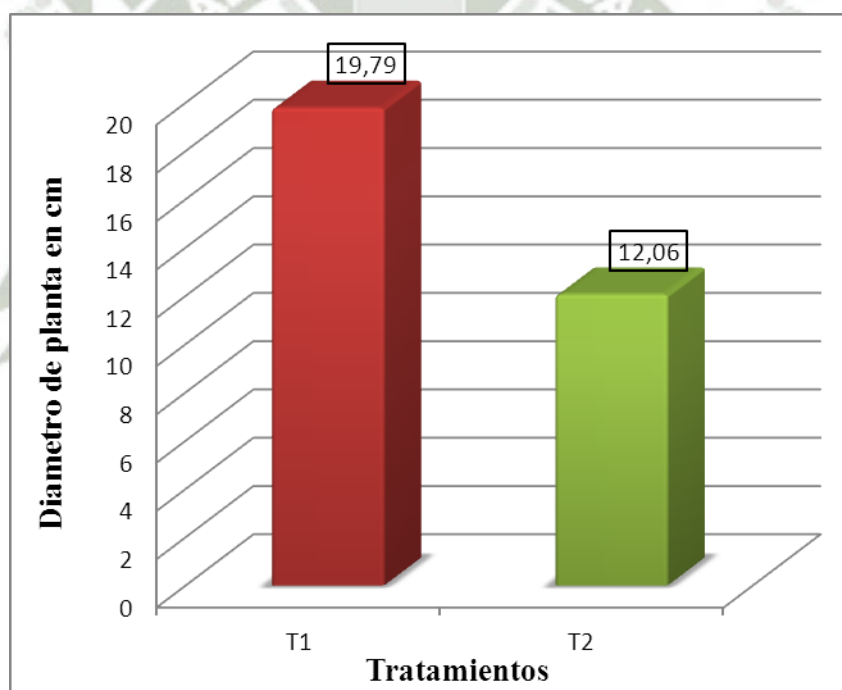
C.V = 5,29

En el cuadro N°16 y gráfico N°6 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Mostrando que el primer nivel T1 logro 19,79 cm de diámetro y el segundo nivel T2 logro un diámetro de 12,06 cm.

Cuadro N°16 Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	19,79	a
2	T2 (nivel 2)	12,06	b

Gráfico N°6 Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.2.3 LONGITUD DE RAICES

En el anexo N°7 se observa los promedios de longitud de raíz de los tratamientos

En el cuadro N°17 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), del cual se puede deducir que existe significación estadística para bloques, y para tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°17 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	8,32	2,77	18,31	0,0197 *
Tratamientos	1	178,98	178,98	1180,89	0,0001 *
Error	3	0,45	0,15		
Total	7	187,76			

NS= No significativo

*= Significativo

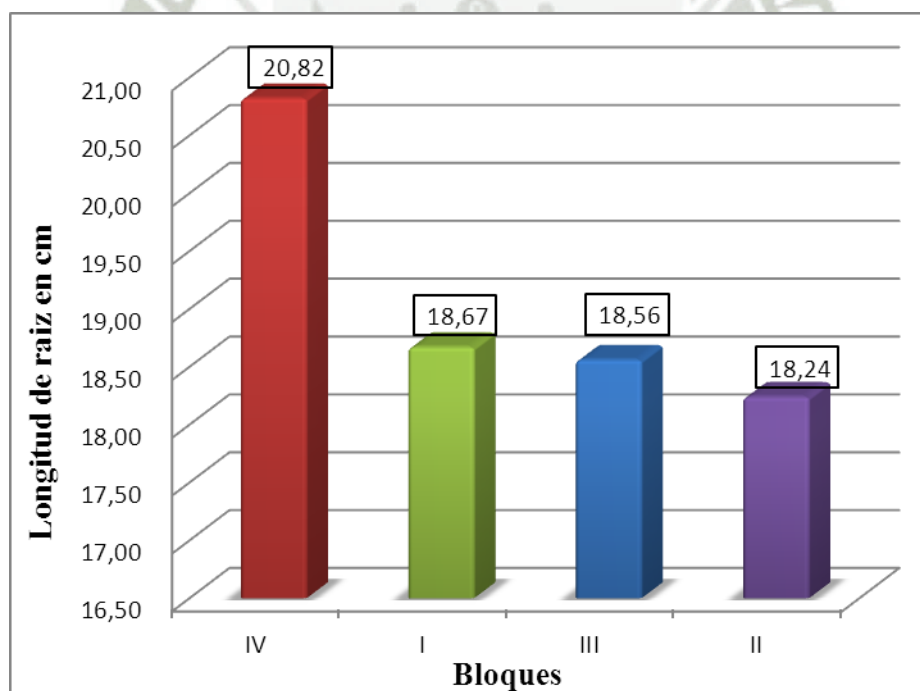
C.V = 2,04

En el cuadro N°18 y 19 con sus gráficos N°7 y 8, se muestran las Pruebas de Rango Múltiple de Tukey para bloques y tratamientos. Mostrando que el bloque IV alcanzo 20,82 cm en promedio de longitud de raíz; en los tratamientos el nivel T1 logro 23,80cm de longitud de raíz y el segundo nivel T2 con 14,34cm.

Cuadro N°18 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Bloques	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	IV	20,82	a
2	I	18,67	b
3	III	18,56	b
4	II	18,24	b

Gráfico N°7 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania) en los bloques



Cuadro N°19 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	23,80	a
2	T2 (nivel 2)	14,34	b

Gráfico N°8 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.2.4 NUMERO DE HOJAS

El anexo N°8 muestra los promedios de numero de hojas de los tratamientos

En el cuadro N°20 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, ni entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°20 Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	2,50	0,83	0,56	0,6794 NS
Tratamientos	1	12,50	12,50	8,33	0,0632 NS
Error	3	4,50	1,50		
Total	7	19,50			

NS= No significativo

*= Significativo

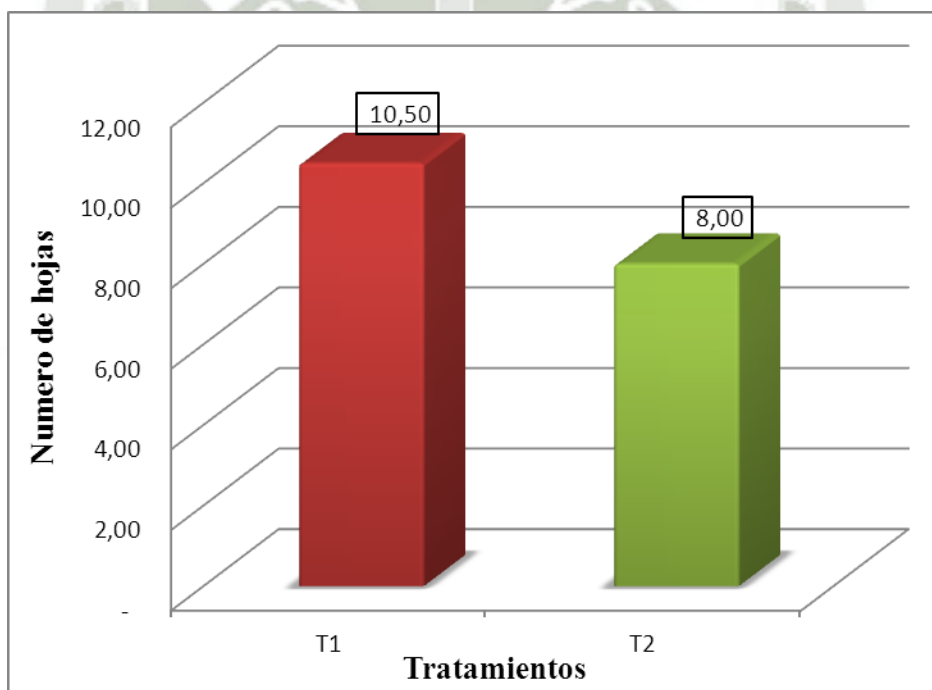
C.V = 13,24

En el cuadro N°21 y grafico N°9 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. De donde se deduce que el primer nivel T1 tiene 2 hojas más que el segundo nivel T2 con 10,50 y 8,00 respectivamente.

Cuadro N°21 Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Numero de hojas	Significación
1	T1 (nivel 1)	10,50	a
2	T2 (nivel 2)	8,00	a

Gráfico N°9 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.3 TERCERA EVALUACIÓN A LOS 21 DDT AL SISTEMA NFT

4.3.1 ALTURA DE PLANTA

En el anexo N°9 se observa los promedios de altura de planta de los tratamientos

En el cuadro N°22 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°22 Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	0,06	3	0,02	0,08	0,9674 NS
Tratamientos	66,76	1	66,76	253,54	0,0005 *
Error	0,79	3	0,26		
Total	67,61	7			

NS= No significativo

*= Significativo

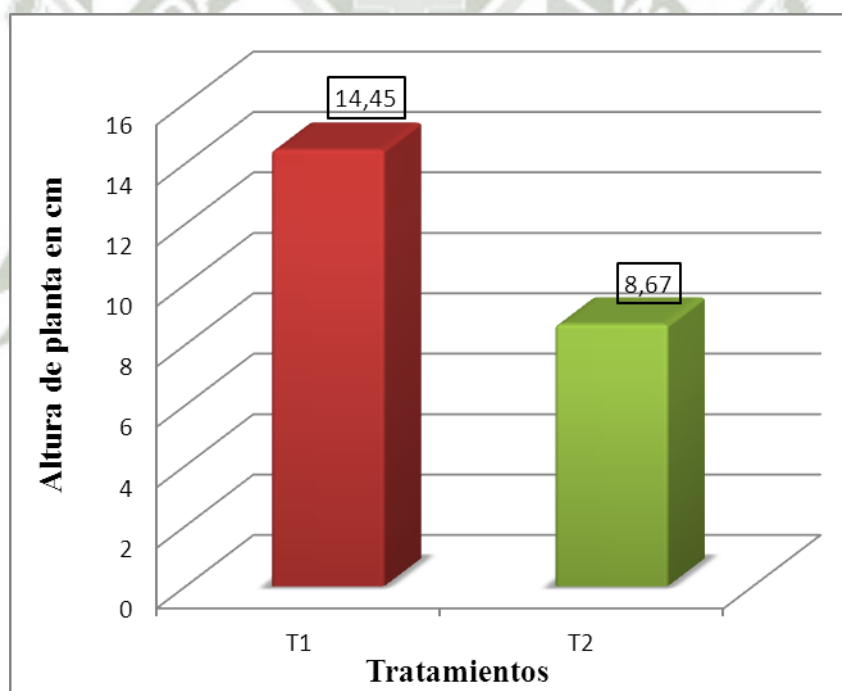
C.V= 4,44

En el cuadro N°23 y gráfico N°10 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde se puede apreciar que el primer nivel T1 tiene 14,45 cm de altura y el segundo nivel T2 con 8,67cm.

Cuadro N°23 Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	14,45	a
2	T2 (nivel 2)	8,67	b

Gráfico N°10 Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.3.2 DIAMETRO DE PLANTA

En el anexo N°10 se presentan los promedios de diámetro de planta de los tratamientos

En el cuadro N°24 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°24 Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,08	0,03	0,04	0,9869 NS
Tratamientos	1	145,27	145,27	213,25	0,0007 *
Error	3	2,04	0,68		
Total	7	147,39			

NS= No significativo

*= Significativo

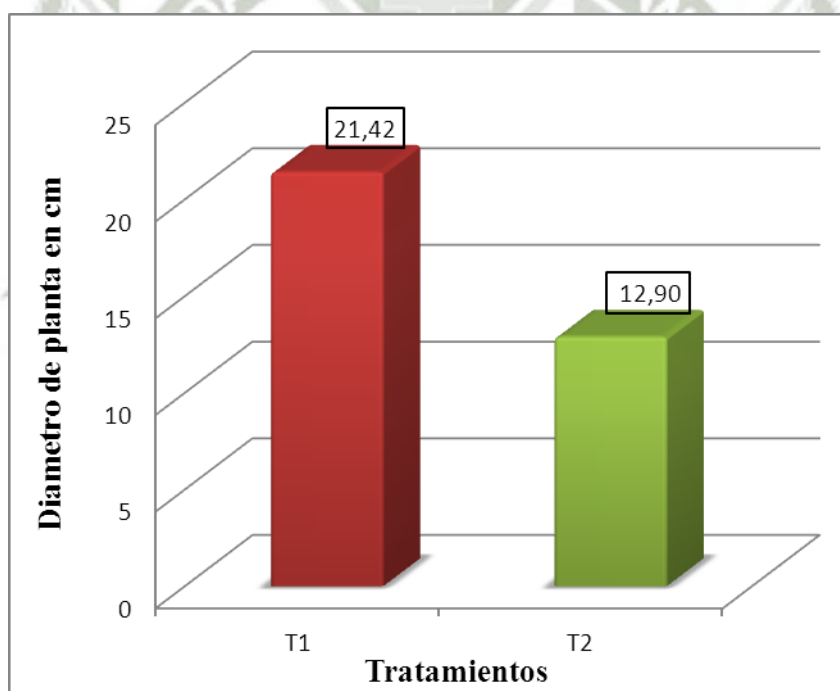
C.V = 4,81

En el cuadro N°25 y gráfico N°11 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde el primer nivel T1 tiene 21,42 cm de diámetro siendo mayor que el segundo nivel T2 que llego a tener un diámetro de 12,90cm.

Cuadro N°25 Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	21,42	a
2	T2 (nivel 2)	12,90	b

Gráfico N°11 Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.3.3 LONGITUD DE RAICES

En el anexo N°11 se presentan los promedios de longitud de raíz de los tratamientos

En el cuadro N°26 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°26 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	3,66	1,22	1,97	0,2956 NS
Tratamientos	1	179,08	179,08	289,65	0,0004 *
Error	3	1,85	0,62		
Total	7	184,59			

NS= No significativo

*= Significativo

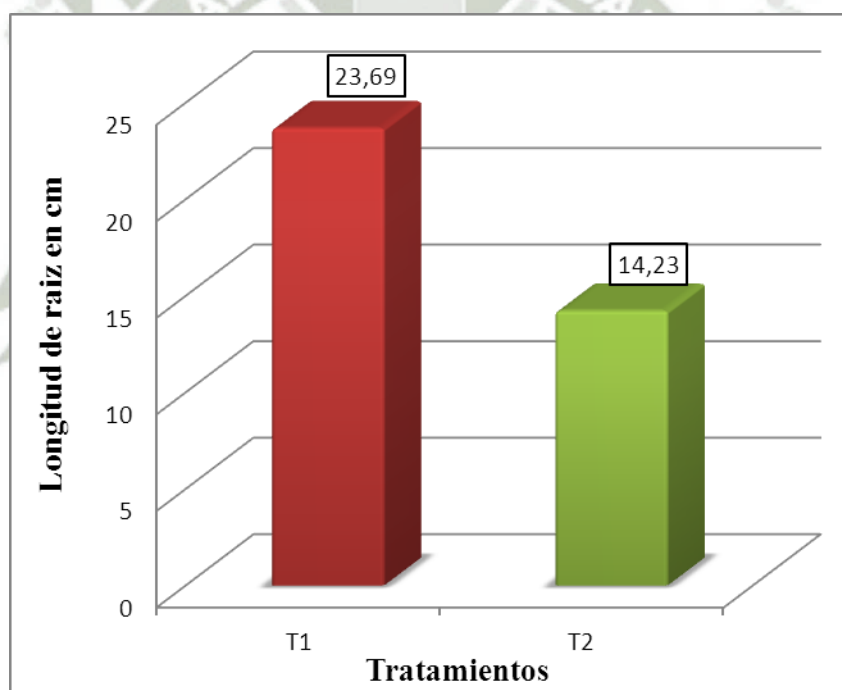
C.V =4,15

En el cuadro N°27 y gráfico N°12 se observa la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los cuales demostraron que el primer nivel T1 tiene 23,69cm de longitud, siendo mayor que el segundo nivel T2 de logro 14,23cm.

Cuadro N°27 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	23,69	a
2	T2 (nivel 2)	14,23	b

Gráfico N°12 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.3.4 NUMERO DE HOJAS

En el anexo N°12 se observa los promedios de número de hojas de los tratamientos

En el cuadro N°28 se observa el análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), del cual se puede determinar que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°28 Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,50	0,17	1,00	0,5000 NS
Tratamientos	1	12,50	12,50	75,00	0,0032 *
Error	3	0,50	0,17		
Total	7	13,50			

NS= No significativo

*= Significativo

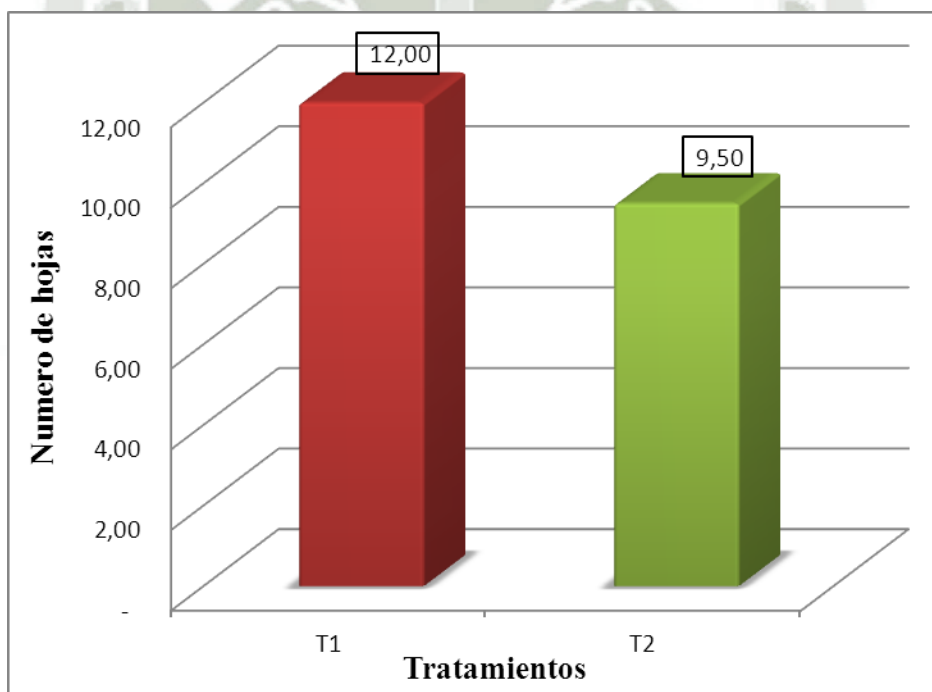
C.V =3,30

En el cuadro N°29 y gráfico N°13 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde se muestra que el primer nivel T1 tiene 3 hojas más que el segundo nivel T2, con 12 y 10 hojas respectivamente.

Cuadro N°29 Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Numero de hojas	Significación
1	T1 (nivel 1)	12,00	a
2	T2 (nivel 2)	9,50	b

Gráfico N°13 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.4 CUARTA EVALUACIÓN A LOS 28 DDT AL SISTEMA NFT

4.4.1 ALTURA DE PLANTA

En el anexo N°13 se observa los promedios de altura de planta de los tratamientos

En el cuadro N°30 se observa el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), aquí se observa que no existe significación estadística entre bloques, pero si entre tratamientos con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°30 Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	0,22	3	0,07	2,24	0,2625 NS
Tratamientos	2,98	1	2,98	91,78	0,0024 *
Error	0,10	3	0,03		
Total	3,29	7			

NS= No significativo

*= Significativo

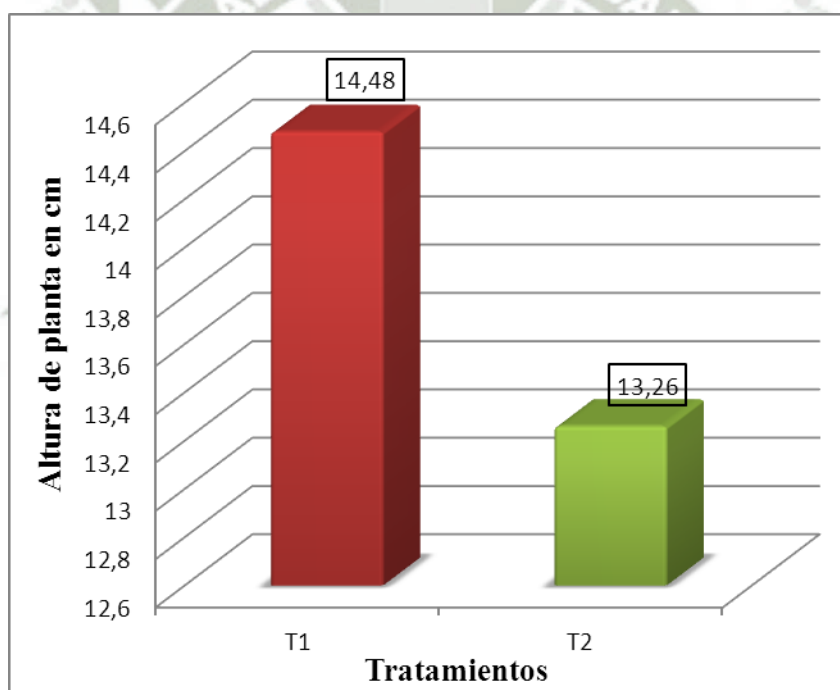
C.V=1,30

En el cuadro N°31 y gráfico N°14 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde se comprueba que el primer nivel T1 tiene 14,48cm de altura y el segundo nivel T2 con 13,26cm.

Cuadro N°31 Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	14,48	a
2	T2 (nivel 2)	13,26	b

Gráfico N°14 Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.4.2 DIAMETRO DE PLANTA

En el anexo N°14 se observa los promedios de diámetro de planta de los tratamientos

En el cuadro N°32 se observa el análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se aprecia que no hay significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°32 Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,26	0,09	0,12	0,9409 NS
Tratamientos	1	148,18	148,18	207,51	0,0007 *
Error	3	2,14	0,71		
Total	7	150,58			

NS= No significativo

*= Significativo

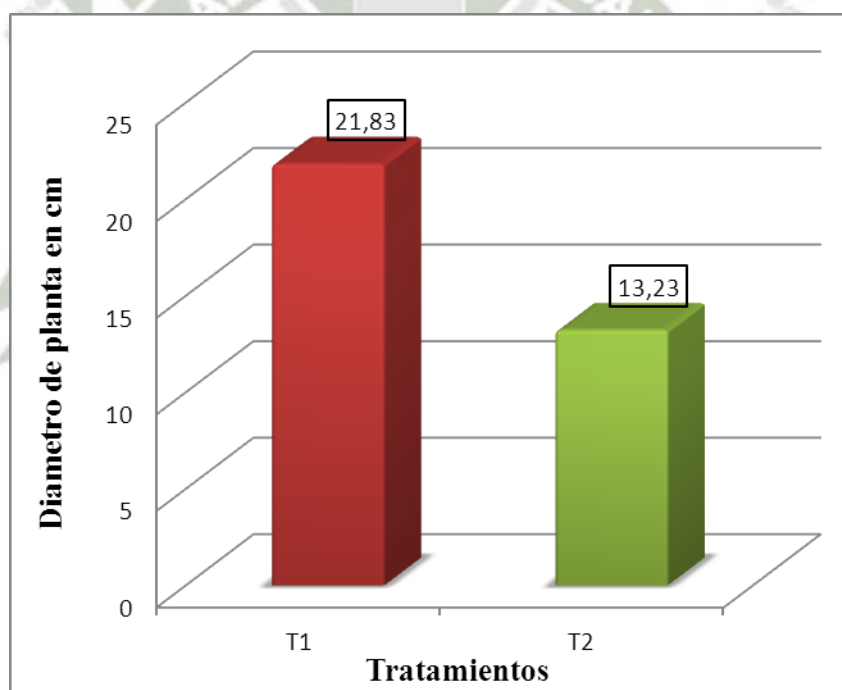
C.V =4,82

En el cuadro N°33 y gráfico N°15 se observa la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los cuales demostraron que el primer nivel T1 con 21,83 cm es mayor que el segundo nivel T2 con 13,23cm en diámetro de planta.

Cuadro N°33 Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	21,83	a
2	T2 (nivel 2)	13,23	b

Gráfico N°15 Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.4.3 LONGITUD DE RAICES

En el anexo N°15 se presentan los promedios de longitud de raíz en los diferentes tratamientos

El cuadro N°34 muestra el análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°34 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	3,86	1,29	2,13	0,2747 NS
Tratamientos	1	181,64	161,64	301,38	0,0004 *
Error	3	1,81	0,60		
Total	7	187,31			

NS= No significativo

*= Significativo

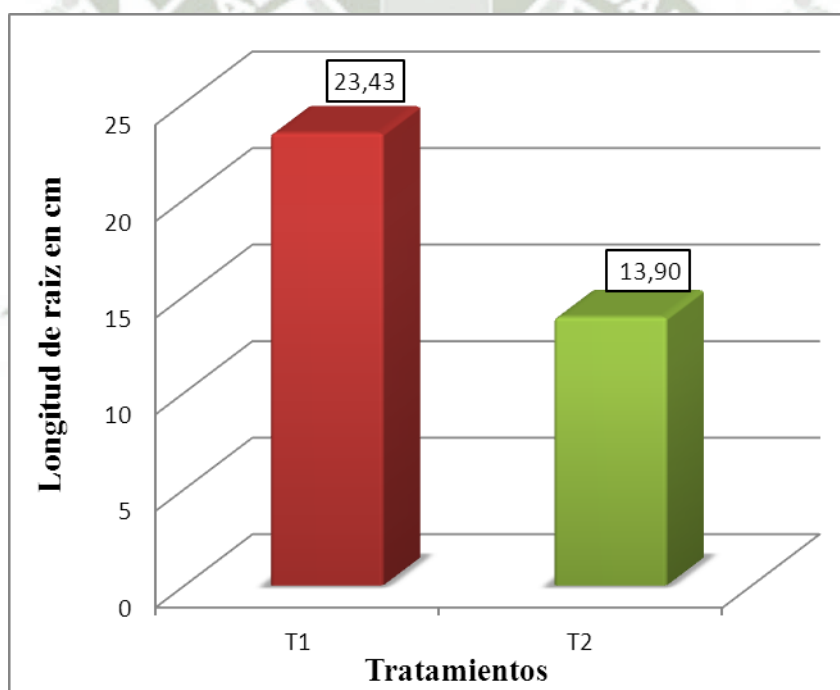
C.V =4,16

En el cuadro N°35 y gráfico N°16 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los cuales demostraron que el primer nivel T1 con 23,43cm ocupa el primer lugar y el segundo nivel T2 alcanzo 13,90cm de longitud de raíz ocupando el segundo lugar.

Cuadro N°35 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	23,43	a
2	T2 (nivel 2)	13,90	b

Gráfico N°16 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.4.4 NUMERO DE HOJAS

En el anexo N°16 se aprecian los promedios de los diferentes tratamientos de número de hojas

En el cuadro N°36 se muestra el análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques ni para tratamientos con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°36 Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	1,38	0,46	3,67	0,1571 NS
Tratamientos	1	1,13	1,13	9,00	0,0577 NS
Error	3	0,38	0,13		
Total	7	2,88			

NS= No significativo

*= Significativo

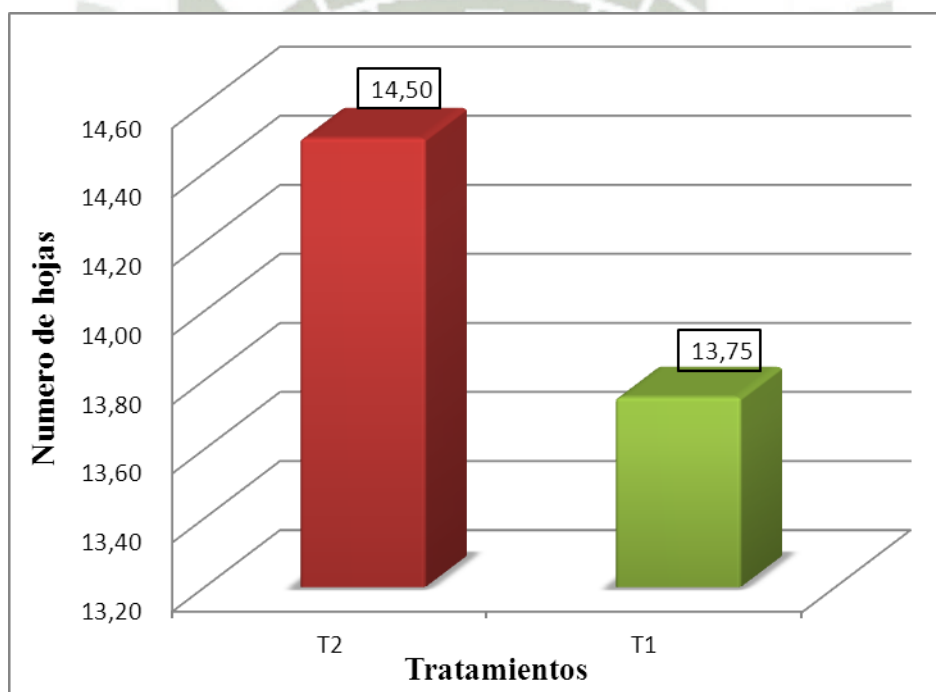
C.V =2,50

En el cuadro N°37 y gráfico N°17 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Estos demuestran que el segundo nivel T2 tiene 1 hoja más que el primer nivel T1, es decir 15 y 14 respectivamente.

Cuadro N°37 Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Numero de hojas	Significación
1	T2 (nivel 2)	14,50	a
2	T1 (nivel 1)	13,75	a

Gráfico N°17 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.5 QUINTA EVALUACIÓN A LOS 35 DDT AL SISTEMA NFT

4.5.1 ALTURA DE PLANTA

En el anexo N°17 se presentan los promedios de altura de planta de los diferentes tratamientos.

En el cuadro N°38 se observa el análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campana), que demuestra que no existe significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°38 Análisis de varianza (ANVA) para la altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

E.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	0,42	0,14	1,51	0,3708 NS
Tratamientos	1	4,32	4,32	46,26	0,0065 *
Error	3	0,28	0,09		
Total	7	5,03			

NS= No significativo

*= Significativo

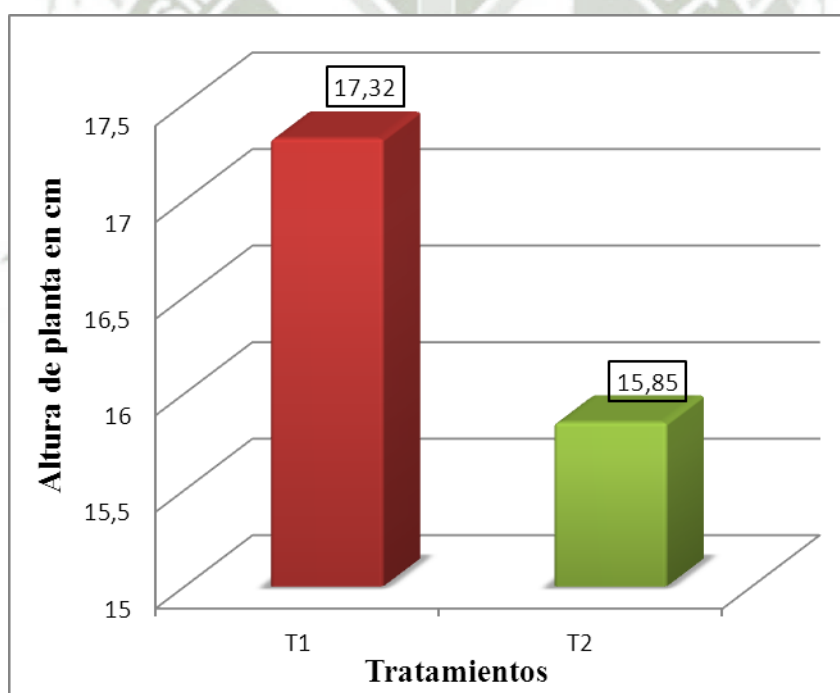
C.V=1,84

En el cuadro N°39 y gráfico N°18 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Donde queda demostrado que el primer nivel T1 tiene 17,32cm y el segundo nivel T2 con 15,85cm de altura de planta.

Cuadro N°39 Prueba de rango Múltiple de Tukey para altura de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Altura de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	17,32	a
2	T2 (nivel 2)	15,85	b

Gráfico N°18 Se muestran los resultados obtenidos para altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.5.2 DIAMETRO DE PLANTA

En el anexo N°18 se muestran los promedios de diámetro de planta de los tratamientos

El cuadro N°40 muestra el análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se aprecia que no existe diferencia significativa entre bloques ni entre tratamientos con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°40 Análisis de varianza (ANVA) para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	2,87	0,96	1,09	0,4723 NS
Tratamientos	1	7,76	7,76	8,84	0,0589 NS
Error	3	2,63	0,88		
Total	7	13,27			

NS= No significativo

*= Significativo

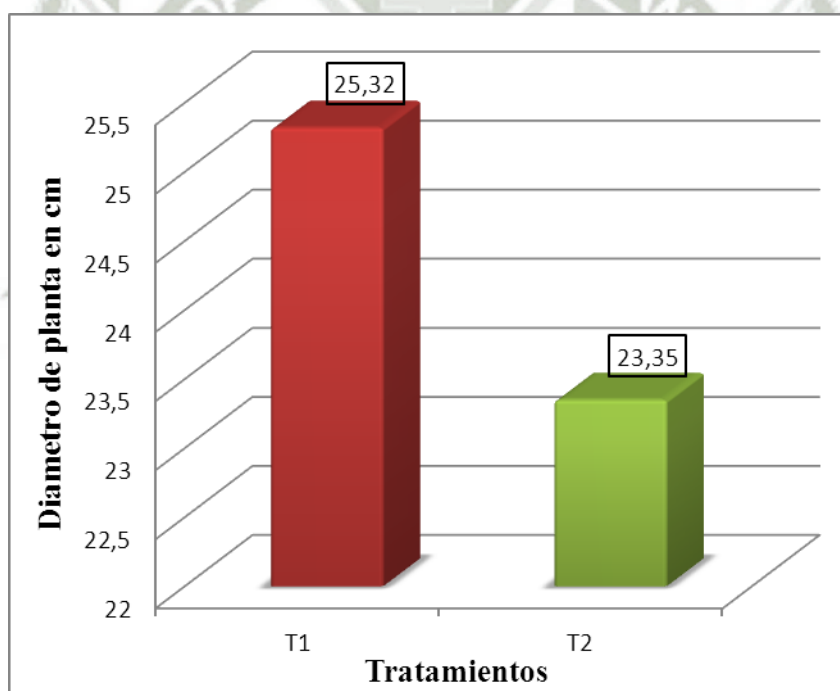
C.V =3,85

El cuadro N°41 y gráfico N°19 muestran la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los cuales demuestran que el primer nivel T1 tiene 25,32cm y el segundo nivel T2 23,35cm de diámetro de planta.

Cuadro N°41 Prueba de rango Múltiple de Tukey para diámetro de planta (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro de planta (cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	25,32	a
2	T2 (nivel 2)	23,35	a

Gráfico N°19 Se muestran los resultados obtenidos para diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.5.3 LONGITUD DE RAICES

En el anexo N°19 se observan los promedios de longitud de raíz de los tratamientos

El cuadro N°42 muestra el análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), aquí se observa que no hay significación estadística para bloques, pero si entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°42 Análisis de varianza (ANVA) para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	8,44	2,81	3,98	0,1433 NS
Tratamientos	1	10,81	10,81	15,29	0,0297 *
Error	3	2,12	0,71		
Total	7	21,37			

NS= No significativo

*= Significativo

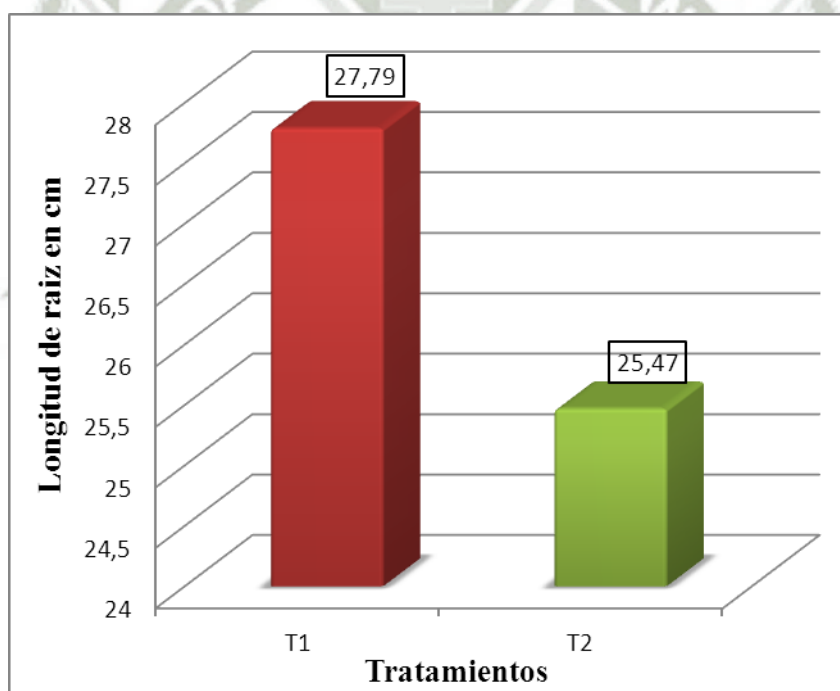
C.V =3,16

El cuadro N°43 y gráfico N°20 muestran la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los cuales muestran que el primer nivel T1 tiene 27,79 cm y el nivel segundo nivel T2 25,47cm de longitud de raíz.

Cuadro N°43 Prueba de rango Múltiple de Tukey para longitud de raíz (cm) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíz(cm)	Significación
1	T1 (nivel 1)	27,79	a
2	T2 (nivel 2)	25,47	b

Gráfico N°20 Se muestran los resultados obtenidos para longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.5.4 NUMERO DE HOJAS

El anexo N°20 muestra los promedios de numero de hojas por planta en los tratamientos.

El cuadro N°44 muestra el análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), aquí se puede ver que si hay diferencia estadística entre bloques, pero no entre los tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°44 Análisis de varianza (ANVA) para el numero de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	9,38	3,13	25,00	0,0127 *
Tratamientos	1	1,13	1,13	9,00	0,0577 NS
Error	3	0,38	0,13		
Total	7	10,88			

NS= No significativo

*= Significativo

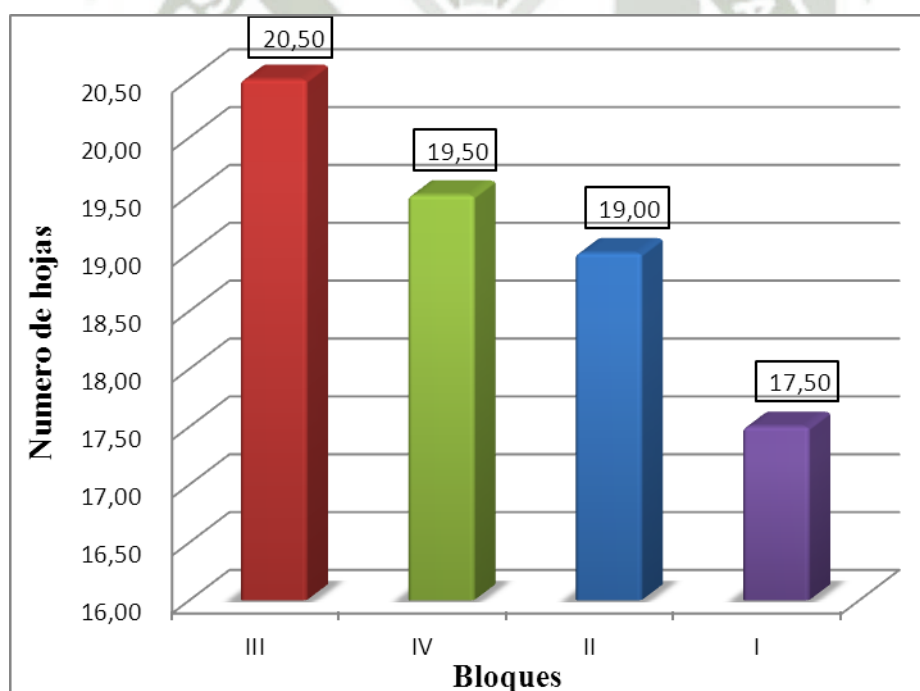
C.V =1,85

En los cuadros N°45 y 46, y gráficos N°21 y N°22 muestran las Pruebas de Rango Múltiple de Tukey para bloques y tratamientos. Mostrando que en el bloque III y IV tienen más hojas que los bloques II y I. En los tratamientos, el segundo nivel T2 tiene 1 hoja más que el primer nivel T1.

Cuadro N°45 Prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Bloques	Numero de hojas	Significación
1	III	20,50	a
2	IV	19,50	a
3	II	19,00	a b
4	I	17,50	b

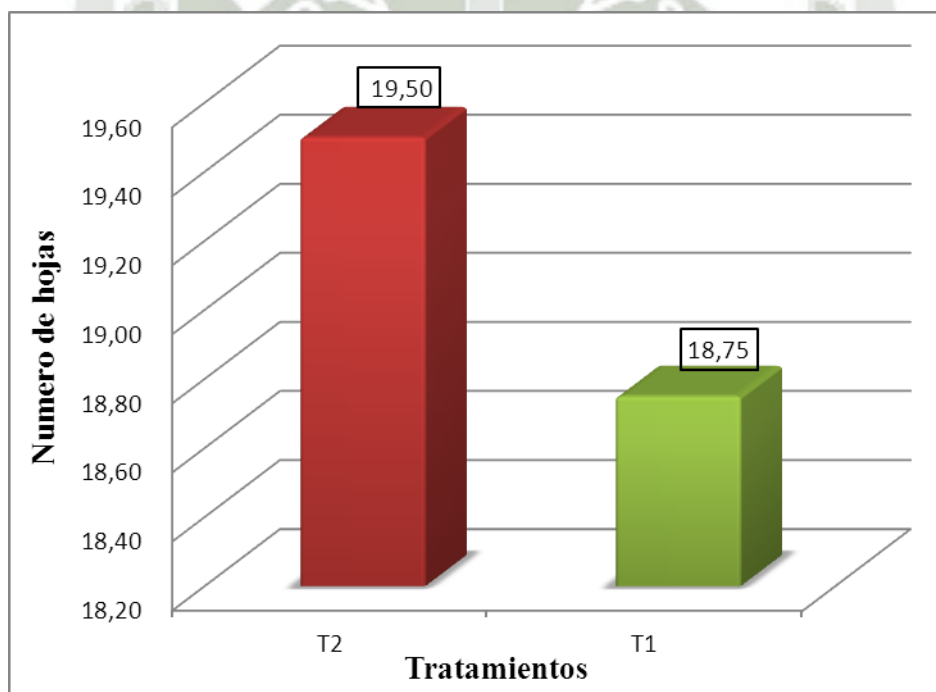
Gráfico N°21 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania) en los bloques



Cuadro N°46 P prueba de rango Múltiple de Tukey para número de hojas por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Numero de hojas	Significación
1	T2 (nivel 2)	19,50	a
2	T1 (nivel 1)	18,75	a

Gráfico N°22 Se muestran los resultados obtenidos para número de hojas en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.5.5 PESO DE PLANTA

En el anexo N°21 se observan los promedios de los tratamientos de peso de planta.

En el cuadro N°47 se presenta el análisis de varianza (ANVA) para peso de planta en el cultivo de lechuga (**Lactuca sativa** var. Campania), donde se observa que no existe significación estadística para bloques ni entre tratamientos, con una significancia de $p \leq 0.05\%$ de probabilidad.

Cuadro N°47 Análisis de varianza (ANVA) para el peso de planta (gr) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

F.V.	GL	SC	CM	F	Sig
Bloques	3	247,15	82,38	1,40	0,3937 NS
Tratamientos	1	27,71	27,71	0,47	0,5414 NS
Error	3	176,16	58,72		
Total	7	451,03			

NS= No significativo

*= Significativo

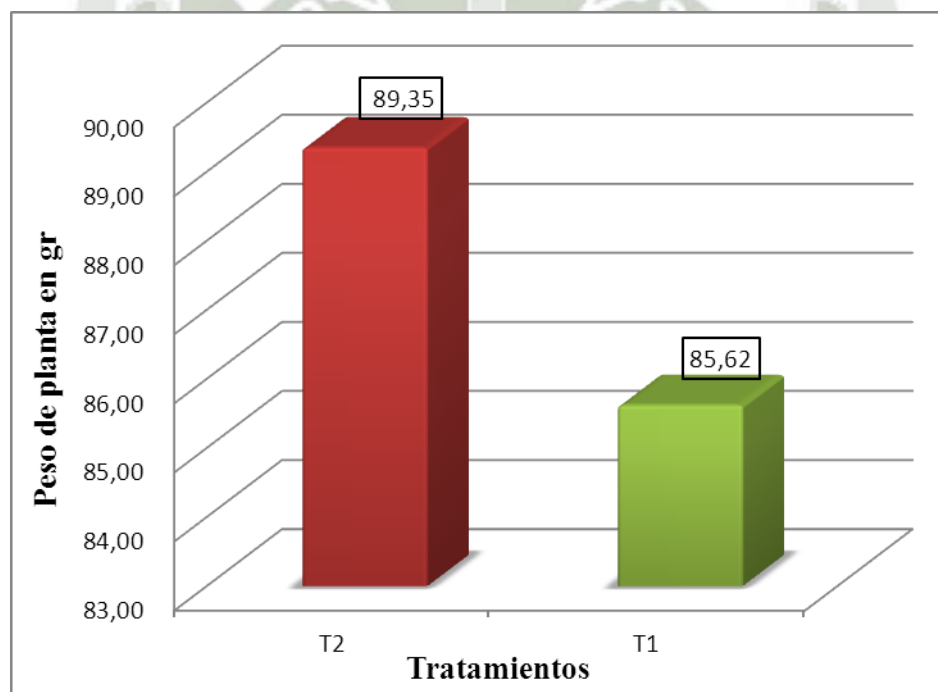
C.V =8,76

El cuadro N°48 y gráfico N°23 muestran la Prueba de Rango Múltiple de Tukey para tratamientos. Los que muestran que el segundo nivel T2 tiene 89,35gr y el primer nivel T1 con 85,62gr de peso de planta.

Cuadro N°48 Prueba de rango Múltiple de Tukey para peso de planta (gr) por efecto del primer nivel con el segundo nivel en el sistema NFT doble nivel para la producción de lechuga hidropónica en el distrito de Chiguata. Arequipa-2013.

Orden	Tratamientos	Peso de planta(gr)	Significación
1	T2 (nivel 2)	89,35	a
2	T1 (nivel 1)	85,62	a

Gráfico N°23 Se muestran los resultados obtenidos para peso de planta (gr) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)



4.6 CUADRO RESUMEN DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS

Cuadro N°49 Cuadro resumen de las evaluaciones realizadas.

VARIABLES	Tratamientos	7ddt	14ddt	21ddt	28ddt	35ddt
Altura de planta(cm)	T1 (nivel1)	11,28 a	13,30 a	14,45 a	14,48 a	17,32 a
	T2 (nivel2)	6,93 b	8,06 b	8,67 b	13,26 b	15,85 b
Diámetro de planta(cm)	T1 (nivel1)	15,56 a	19,79 a	21,42 a	21,83 a	25,32 a
	T2 (nivel2)	9,75 b	12,06 b	12,9 b	13,23 b	23,35 a
Longitud de raíz(cm)	T1 (nivel1)	17.11 a	23,80 a	23,69 a	23,43 a	27,79 a
	T2 (nivel2)	11.24 b	14,34 b	14,23 b	13,90 b	25,47 b
Número de hojas	T1 (nivel1)	7,00 a	10,50 a	12,00 a	13,75 a	18,75 a
	T2 (nivel2)	4,50 b	8,00 a	9,50 b	14,50 a	19,50 a
Peso de planta(gr)	T1 (nivel1)					85,62 a
	T2 (nivel2)					89,35 a

Fuente: Cuadro elaborado por Adrianchv.2013

Gráfico N°24 Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en altura de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)

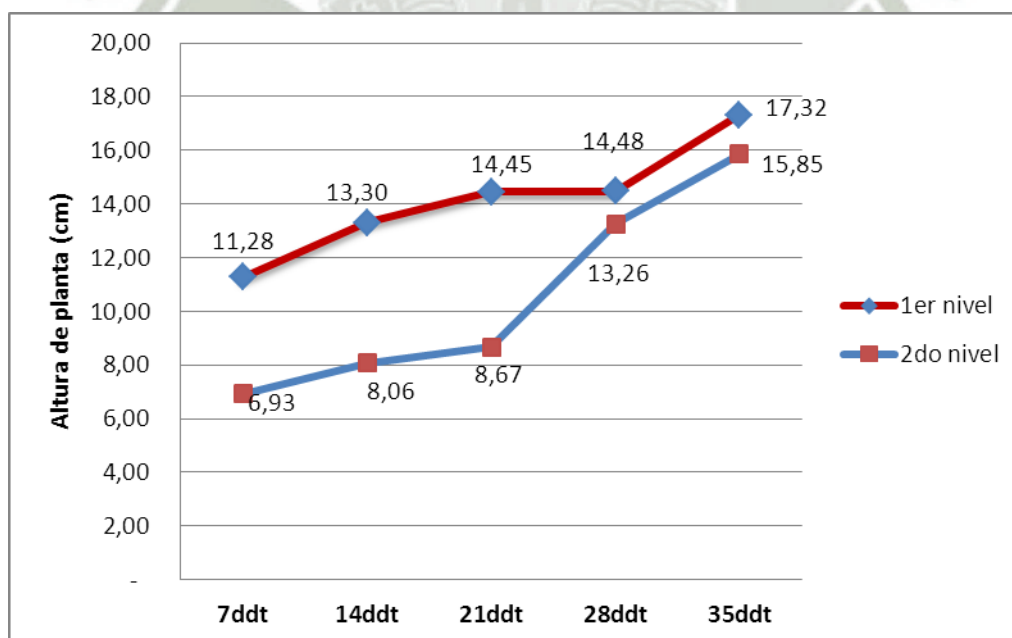


Gráfico N°25 Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en diámetro de planta (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)

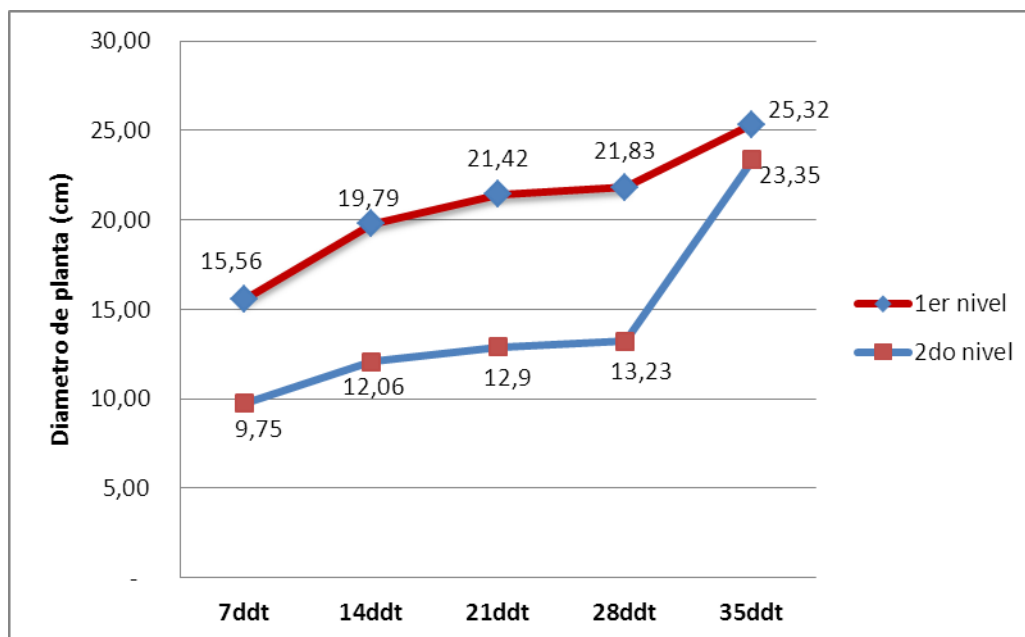


Gráfico N°26 Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en Longitud de raíz (cm) en lechuga (Lactuca sativa var. Campania)

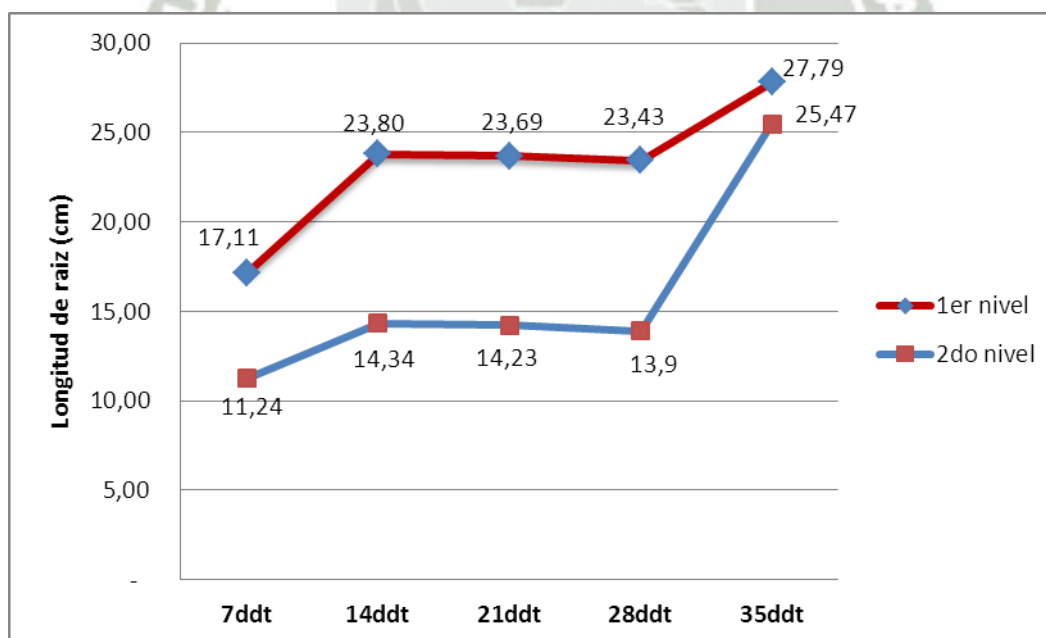
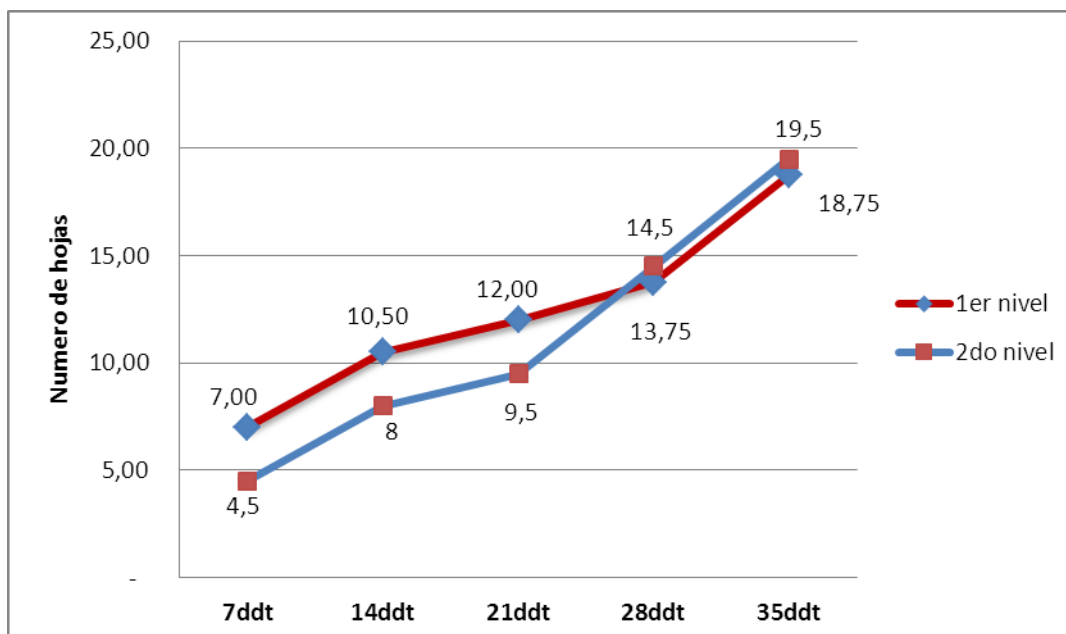


Gráfico N°27 Se muestran los resultados obtenidos de las 5 evaluaciones en Numero de hojas en lechuga (*Lactuca sativa* var. Campania)



V. DISCUSION

5.1 Diseño de un sistema NFT de doble piso

El sistema NFT de un solo nivel sobresale a comparación de otros sistemas hidropónicos por ser un sistema de alta tecnología, con mayor producción por unidad de área, y cultivos de calidad, en periodos de corto tiempo, ya que recircula la solución nutritiva por los tubos maximizando su contacto con las raíces, como lo menciona **Carrasco, G. (1966)**. En su libro: **“la empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT)”**⁽³⁾. El sistema NFT doble piso, también tiene las mismas características, sobresalientes frente a otros sistemas, solo que es un sistema más productivo porque tiene una mejor distribución de los tubos en forma horizontal, usando toda la luz disponible para que el primer piso también aproveche esa luz, disminuyendo la sombra entre ambos niveles, produciendo más plantas por m² en una misma área que un sistema NFT convencional de un solo piso, como menciona **Howard, M. (2001)**. En su libro: **“Cultivos hidropónicos”**⁽¹¹⁾. “Que los sistemas NFT existen hasta de 5 pisos, pero los más productivos por usar toda la luz disponible son los de 2 pisos, ya que permiten una mejor distribución de luz al nivel inferior”.

Por eso el sistema NFT doble piso implementado tiene una alta producción, por tener más lechugas por m² que un sistema NFT normal de un nivel; un sistema NFT de un piso produce 30plantas/m² y el NFT doble piso 44plantas/m², con un incremento del 50%, donde las plantas no compiten entre sí, lo que permite un mayor beneficio y utilidad al agricultor.

Mucho depende del clima y la variedad de lechuga a usar en el sistema NFT doble nivel porque cada variedad tiene diferentes características en crecimiento y desarrollo, y también depende mucho de la demanda del mercado.

5.2 Evaluación del crecimiento y desarrollo de la lechuga hidroponía en el sistema NFT doble piso

Los resultados obtenidos probablemente se deben a la aplicación de la Tecnología EMTM al agua del sistema hidropónico NFT doble piso, ya que dicha tecnología transforma la M.O (materia orgánica) del agua del sistema hidropónico en sustancias bioactivas que favorecen el desarrollo radicular y la nutrición de las plantas aumentando su crecimiento y resistencia contra enfermedades y plagas como lo menciona **Cid Simois. En su estudio: “Hidroponía con Tecnología EM”⁽⁵⁾**, esto contrario a lo que dice **Salisbury, F etal. (2000) en su libro: “Fisiología de las plantas”⁽¹⁸⁾**, que “Las plantas son autótrofas elaboran moléculas orgánicas aunque algunos microbios les proporcionan beneficios, estos microbios resultan esenciales para planta en estado silvestre, no en cultivos de solución porque realizan funciones que permiten a la planta sobrevivir en condiciones ambientales restrictivas y de competencia. Además algunas plantas han crecido bien en condiciones de esterilidad, en recipientes de vidrio o de plástico sin ningún microorganismo”.

Los resultados que se discuten, tienen que ver mucho con la cantidad de luz y su calidad recibida por una planta, la que está en función de la estación del año, latitud, altitud, topografía, y estructura del dosel de vegetación.

Debemos mencionar que el tiempo de exposición a la luz controla las respuestas de la planta, esto debido a que cuando una planta está establecida y rodeada por otras plantas de su especie, la cantidad de luz que llega a sus hojas es un factor limitante, por lo que se genera una competencia, pero mucho depende la selección del cultivo, ya que en el manejo de la luz es lograr adaptar la disponibilidad de luz a la respuesta de la planta hacia esta. Como lo menciona **Stephen, R. (2002). En su libro: “Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible”⁽²⁰⁾**

5.2.1 ALTURA DE PLANTA

En el **cuadro N°49** y en el **gráfico N°24** se muestran el cuadro resumen de los resultados de la variable altura de planta presentado por el nivel 1 (T1) y nivel 2(T2), donde se obtuvo valores de las 5 evaluaciones realizadas.

Según el análisis de varianza (ANVA) en los coeficientes de variabilidad, el mínimo valor fue 1,30% y el máximo de 4,44% de las 5 evaluaciones y con la prueba de Tukey al 5% ($p \leq 0,05$) de significancia, se encontró significancia estadística entre niveles, para todas las evaluaciones.

La diferencia de altura de planta en ambos niveles como se muestra en el gráfico N°24, fue a medida del crecimiento de la lechuga a los 7; 14 y 21ddt de 4,35; 5,24 y 5,78cm respectivamente, y a los 28ddt y 35ddt fueron de 1,22 y de 1,47cm mostrándose una estrecha diferencia de 0,25cm, en estos 2 últimos.

Podemos mencionar que a lo largo del crecimiento de las plantas de lechuga como se muestra en el gráfico N°24, en el nivel 1(T1), tuvo a los 7;14 y 21ddt mas altura de planta que el nivel 2(T2), tal vez se deba al uso de la malla rashell de 75%, la que se usa para un sistema de NFT convencional de un piso, por lo que no hubo disponibilidad de luz al nivel 1(T1) pero si al nivel 2(T2), por lo que las hojas del nivel 1(T1) se alargaron por alcanzarla, caso contrario al nivel 2(T2) que tuvieron lento crecimiento en las 3 evaluaciones mencionadas, porque hubo disponibilidad de luz.

Esta poca luz se dio en momentos porque, no toda la planta mostro diferencias por la falta de luz, sino como si tuvieran suficiente luz, ya que estas presentaron más longitud de raíz y numero hojas que el nivel 2(T2).

Cabe anotar también que en las evaluaciones a los 28ddt y 35ddt el nivel 2(T2) aumento su altura de planta por debajo del nivel 1(T1), debido a que también se alargaron sus hojas pero fue por competencia entre estas plantas por alcanzar la luz, pero aumento raíz y el número de hojas.

5.2.2 DIÁMETRO DE PLANTA

En el **cuadro N°49** y en el **gráfico N°25** se muestran el cuadro resumen de los resultados de la variable diámetro de planta presentado por el nivel 1 (T1) y nivel 2(T2), donde se obtuvo valores de las 5 evaluaciones realizadas.

Según el análisis de varianza (ANVA) los coeficientes de variabilidad, el mínimo valor fue 3,85% y el máximo de 4,82% de las 5 evaluaciones y con la prueba de Tukey al 5% ($p \leq 0,05$) de significancia, se encontró significancia estadística entre niveles, a los 7; 14; 21 y 28ddt y no para los 35ddt.

A medida que se fue evaluando a los 7; 14; 21 y 28ddt aumentaba la diferencia en crecimiento entre ambos niveles 5,81; 7,73; 8,52 y de 8,6cm respectivamente y en la última evaluación a los 35ddt la diferencia entre ambos niveles bajo a 1,97cm.

Esto se debió al efecto de la disponibilidad de luz en el nivel 1(T1), la que ocasiono que se alarguen las hojas por la falta de luz en ciertos momentos, aumentando así la altura de planta, y también por el aumento en el número de hojas frente al nivel 2(T2), por lo que hubo un mayor diámetro, en las 4 primeras evaluaciones: 7;14;21 y 28ddt, pero en la última evaluación a los 35ddt aumento el diámetro en el nivel 2(T2), por el aumento del número de hojas (1 más que el nivel 1(T1)) y porque se alargaron las hojas de este nivel casi igual al nivel 1(T1).

5.2.3 LONGITUD DE RAÍZ

En el **cuadro N°49** y en el **gráfico N°26** se muestran el cuadro resumen de los resultados de la variable longitud de raíz presentado por el nivel 1 (T1) y nivel 2(T2), donde se obtuvo valores de las 5 evaluaciones realizadas.

Según el análisis de varianza (ANVA) los coeficientes de variabilidad, el mínimo valor fue 2,04% y el máximo de 4,65% de las 5 evaluaciones y con la prueba de Tukey al 5% ($p \leq 0,05$) de significancia, se encontró significancia estadística entre niveles, para todas las evaluaciones, donde la diferencia de longitud de raíz entre ambos niveles como se muestra en el gráfico N°26, fue al comienzo del crecimiento a los 7;14;21 y 28ddt de 5,87;

9,46; 9,46 y de 9,53cm respectivamente y en la última evaluación a los 35ddt una diferencia mínima de 2,32cm entre ambos niveles.

Como se explica anteriormente, las raíces a los 7ddt (primera evaluación) mostraron en ambos niveles una diferencia de 5,87cm, y a los 14; 21 y 28ddt mostraron diferencias de hasta 9,5cm entre niveles del nivel 1(T1) frente al nivel 2(T2), esto porque las raíces dependen mucho de las hojas y estas últimas de la luz, **como lo menciona Porfirio, S. (1971). En su estudio: “Estudio de la absorción de nutrimentos y crecimiento de raíces en la planta de frijol”⁽¹⁵⁾**, esta dependencia es porque las hojas alimentan a las raíces con los azúcares.

Probablemente estos resultados se deban a la aplicación de la Tecnología EMTM al sistema hidropónico, donde estos microorganismos brindaron a las raíces sustancias bioactivas, porque transformaron la M.O (materia orgánica) del agua, para su crecimiento y desarrollo, y así favorecieron una mejor absorción de nutrientes, como lo menciona **Cid Simois. En su estudio: “Hidroponía con Tecnología EM”⁽⁵⁾**

Por eso el nivel 1(T1) tuvo más hojas que el nivel 2(T2), a los 7; 14 y 21ddt, porque no hubo interferencia de luz, haciendo que las raíces crezcan en longitud, ya que se manejó la luz de acuerdo a la respuesta de la planta.

Pero en el nivel 2(T2) que es el nivel superior, teniendo más disponibilidad de luz, tuvo al comienzo del crecimiento como se menciona anteriormente menos longitud de raíz por tener menos hojas, pero a los 35ddt (última evaluación) tuvo una mejor longitud de raíz de 25,57cm frente a los 27,79cm del nivel 1(T1), una diferencia de 2,32cm entre ambos niveles, probablemente se deba a que las plantas de lechuga tienen 4 fases de crecimiento donde las 4 primeras evaluaciones 7,14,21 y 28ddt están en la fase de roseta(fase2), en que la planta desarrolla más hojas a medida que crece y antes de llegar a la fase de cogollo(madurez) es a los 35ddt, donde ambos niveles tuvieron 14 y 15 hojas, como se observa en el gráfico N°26, por lo que aumento su longitud de raíz. Como **lo menciona: Rincón, L. (2008). En su estudio: “la fertirrigacion de la lechuga iceberg. INIA. España”⁽¹⁷⁾**

5.2.4 NUMERO DE HOJAS

En el cuadro **Nº49** y **gráfico Nº27** se muestra el cuadro resumen de los resultados de la variable número de hojas presentado por el nivel 1(T1) y nivel 2(T2), donde se obtuvo valores de las 5 evaluaciones realizadas.

Según el análisis de varianza (ANVA) los coeficientes de variabilidad, el mínimo valor fue 1,85% y el máximo de 13,24% de las 5 evaluaciones y con la prueba de Tukey al 5% ($p \leq 0,05$) de significancia, se encontró significancia estadística entre niveles, solo a los 7;21 y 35ddt, a los 14ddt no hubo diferencia significativa ni para niveles ni bloques y a los 28ddt hubo diferencia significativa para bloques, esta última se muestra en el **cuadro Nº45** y **gráfico Nº21**, donde se obtuvo valores del número de hojas de 21; 20; 19 y de 18 para los bloques III, IV, II y I respectivamente.

La diferencia en el número de hojas como se muestra en el **gráfico Nº27**, fue al comienzo a los 7; 14 y 21ddt de 2,5 hojas entre ambos niveles sobresaliendo el nivel 1(T1) sobre el nivel 2(T2) en las 3 evaluaciones mencionadas y en las 2 últimas evaluaciones a los 28 y 35ddt sobresalió el nivel 2(T2) sobre el nivel 1(T1), por una hoja.

Y en el **gráfico Nº21**, a los 28ddt los mejores repeticiones fueron el IV y III diferenciándose por 2 a 3 hojas.

Como se explica, en las 3 primeras evaluaciones las hojas a los 7; 14 y 21ddt mostraron en ambos niveles una diferencia de 2,5hojas, siendo mejor el nivel 1(T1) que el nivel 2(T2), debido a la disponibilidad de luz hacia el nivel 1(T1) porque están bien distribuidos los tubos, o de lo contrario habrían menos hojas causado por la poca disponibilidad de luz, ocasionando el alargamiento de estas.

En las dos últimas evaluaciones, es decir a los 28 y 35ddt el nivel 2(T2), fue superior al nivel 1(T1), en 1 hoja, en ambos niveles, probablemente se deba a una mejor disponibilidad de luz y también a que las plantas de lechuga tienen 4 fases de crecimiento donde las 4 primeras evaluaciones 7;14,21 y 28ddt están en la fase de roseta(fase2),donde la planta en estas 4 evaluaciones debe desarrollar de 14 a 15 hojas, pero al pasar a la 4ta fase de cogollo(madurez) la planta llega a 20 hojas, como se muestra en el gráfico Nº27 en el nivel 2(T2) y el nivel 1(T1) llega a las 19 hojas.

Observando el **gráfico Nº21**, los bloques IV y III recibieron más luz que los demás bloques I y II porque una mayor disponibilidad de luz, un mayor número de hojas como

lo menciona Nohelia, R etal. (2008). En su estudio: “Efectos de la intensidad de la luz sobre el crecimiento del corocillo (Cypercus rotundus L)”⁽¹³⁾.

5.3 Evaluación de la producción de lechuga hidropónica

5.3.1 PESO DE PLANTA

En el **cuadro N°49** y en el **gráfico N°23** se muestran los resultados en la última semana es decir, a los 35ddt donde la variable peso de planta obtuvo valores de 0,08562kg y 0,08935kg para los niveles T1 (nivel1) y T2 (nivel2) respectivamente.

Según el análisis de varianza (ANVA) con un coeficiente de variabilidad de 8,76 y la prueba de tukey al 5% ($p \leq 0,05$) de significancia, no se encontró significancia estadística entre tratamientos, donde la diferencia de peso de planta entre ambos niveles fue de 0,00373kg.

No hubo casi diferencia entre el peso fresco de ambos niveles, porque hubo disponibilidad de luz en ambos tratamientos, solo que las plantas de lechuga del nivel 2(T2), tuvieron 0,00373kg mas de peso fresco (0,08935kg) frente a los 0,08562kg del nivel 1(T1).

Este aumento de peso fresco fue porque la planta expuesta a buenas condiciones de luz produce más biomasa de sus partes cosechadas, **como lo menciona Stephen, R. (2002). En su libro: “Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible”⁽²⁰⁾** Y porque la producción está relacionada con la fracción de luz interceptada **como menciona Shibles, R etal. (1966) en su estudio: “La interceptación de la radiación solar y la producción de materia seca por diversos patrones de siembra de soja.”⁽¹⁹⁾**. Lo mencionado anteriormente, ocurrió en las plantas de lechuga del nivel 2(T2) que a los 35ddt alcanzaron 20hojas, una más que el nivel 1(T1) que tuvo 19hojas pero este último tuvo 23,35cm una diferencia mínima con el nivel 2(T2) de 1,97cm.

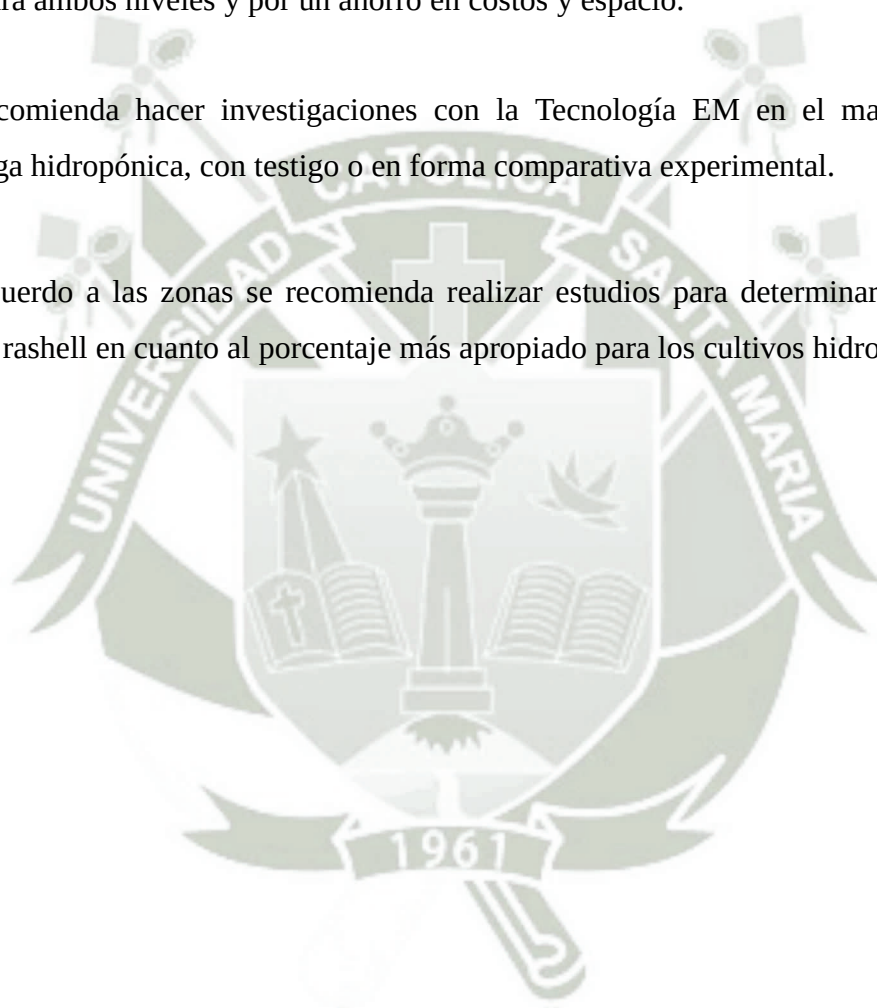
Quizás también influyo la Tecnología EM en el aumento de peso en ambos tratamientos, porque las bacterias fototróficas absorben longitudes de onda de 700-1200nm y exudados de la planta, mejorando así productividad, pero esta no influyo en la diferencia entre tratamientos, ya que se hecho al tanque del sistema NFT. **Como menciona Higa, T etal. En su manual: “Manual del uso del EM: Microorganismos benéficos y eficaces para una agricultura y medio ambiente sostenible”⁽¹⁰⁾**.

VI. CONCLUSIONES

1. Se diseñó y se logró implementar un sistema hidropónico NFT doble piso de lechuga con Tecnología EM.
2. Las características principales que se han presentado en el cultivar de lechuga en el sistema NFT doble piso por las evaluaciones realizadas en las 4 variables tenemos en la variable altura de planta en las 3 primeras evaluaciones, el nivel 1(T1) tuvo mayor altura de planta frente al nivel 2(T2), pero a las 2 últimas evaluaciones tuvo una mayor altura de planta este último nivel, siendo de 15,85cm frente al nivel 1(T1) de 17,32cm, una diferencia entre niveles de 1,47cm. En la variable diámetro de planta el nivel 1(T1), tuvo un mayor diámetro en las 4 evaluaciones que el nivel 2(T2), pero este último nivel en la última evaluación a los 35ddt tuvo un mejor diámetro de planta de 23,35cm por debajo del nivel 1(T1) de 25,32cm una diferencia entre niveles de 1,97cm. En la variable longitud de raíz el nivel 1(T1) tuvo en las 4 evaluaciones mas longitud de raíz frente al nivel 2(T2), pero este último nivel en la última evaluación a los 35ddt, tuvo 25,47cm frente a los 27,79cm del nivel 2(T2), una diferencia entre ambos niveles de 2,32cm y en la última variable número de hojas el nivel 1(T1) tuvo en las 3 evaluaciones más número de hojas que el nivel 2(T2), donde este último nivel tuvo a los 28 y 35ddt mas hojas que el nivel 1(T1), sobresaliendo por 1 hoja.
3. Con el sistema hidropónico doble nivel usando la Tecnología EM, se obtuvieron lechugas con un peso promedio de 0,08749kg y densidad de plantas de 44plantas/m², donde el primer nivel T1 tuvo 0,08562kg con una densidad de plantación de 30plantas/m² frente al segundo nivel T2 fue de 0,08935kg con una densidad de plantación de 14plantas/m², no habiendo diferencia significativa entre ambos niveles.
4. Con la implementación del cultivo de lechuga hidropónica en el sistema NFT doble piso, se logró un resultado óptimo obteniendo un 50% más de producción de lechugas, ahorrando espacio y costos en una misma área

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios con otras variedades de lechuga para fines comerciales, de acuerdo a las exigencias del mercado en cuanto a color, tamaño.
2. Se recomienda el sistema NFT doble nivel en el lechuga por estar más disponible la luz para ambos niveles y por un ahorro en costos y espacio.
3. Se recomienda hacer investigaciones con la Tecnología EM en el manejo de la lechuga hidropónica, con testigo o en forma comparativa experimental.
4. De acuerdo a las zonas se recomienda realizar estudios para determinar el tipo de malla rashell en cuanto al porcentaje más apropiado para los cultivos hidropónicos.



VIII. BIBLIOGRAFIA

1. **Ávila, H y Valdivia, E. 2004.** “Construcción y Comprobación de tres sistemas de hidroponía con 2 variedades de lechuga (*Lactuca sativa* L) en tinglado”. Perú.
2. **Barbado, J. 2005 Hidroponía.** Editorial Albatros. Argentina
3. **Carrasco, G. 1966.** La empresa hidropónica de mediana escala: La técnica de la solución nutritiva recirculante (NFT). Universidad de Talca. Chile
4. **Chávez, D et al. 2001.** Seminario de Agro negocios “lechugas hidropónicas”. Universidad del pacifico. Perú
5. **Cid, S.** “Hidroponía con Tecnología EMTM”. Brasil
6. **Gilsanz, J. 2007.** Hidroponía. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Uruguay.
7. **González, U et al.** Hidroponía en invernaderos. Universidad Juárez del estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. México.
8. **Guillermo, G et al. 2008.** Cultivo de hoja. Universidad de la republica facultad de agronomía Centro Regional Sur Unidad de Horticultura. Uruguay.
9. **Halsouet, P, et al. 2005.** La lechuga manual para su cultivo en agricultura ecológica. Monográficos Ekonekazaritza. España.
10. **Higa, T et al.** Manual del uso del EM: Microorganismos benéficos y eficaces para una agricultura y medio ambiente sostenible. Servicio de la investigación Agropecuaria. Estados Unidos.
11. **Howard, M. 2001** Cultivos hidropónicos Nuevas técnicas de producción. Editorial Aedos. España
12. **José, M. et al. 2008.** Plagas del campo. Ediciones Mundi-prensa. España.
13. **Nohelia, R et al. 2008.** Efectos de la intensidad de la luz sobre el crecimiento del corocillo (*Cypercus rotundus* L). Universidad Central de Venezuela. Venezuela.
14. **Paulina, S. 2004.** Enfermedades en hortalizas de hojas, raíz, y brasicas. INIA La platina. Chile.
15. **Porfirio, S. 1971.** Estudio de la absorción de nutrimentos y crecimiento de raíces en la planta de frijol. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Costa rica.
16. **Reinoso, R. 1973.** Estudio sintético de botánica aplicada del Ecuador. Ecuador.

17. **Rincón, L. 2008. La fertirrigación de la lechuga iceberg. INIA. España**
18. **Salisbury, F et al. 2000. Fisiología de las plantas. España.**
19. **Shibles, R et al. 1966. La interceptación de la radiación solar y la producción de materia seca por diversos patrones de siembra de soja.**
20. **Stephen, R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible. Editorial Agruco-Catie, Turrialba. Costa Rica.**
21. **Tadeo, J. 2003. Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío. Primera edición. Colombia.**
22. **Tarrillo, H. 2009. Curso práctico de hidroponía. Perú**

DIRECCIONES ELECTRONICAS

1. **Bioem.** Aplicaciones a la agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://www.bioem.com.pe/>
2. **Cibermanual de producción de semillas.** Lechuga. Recuperado el 2 Enero de 2013, de <http://www.galeon.com/lasemilla/>
3. **El mundo de los invernaderos agrícolas. (2010).** Hidroponía y contaminación ambiental. Recuperado el 1 Mayo 2011, de <http://invernaderosagricolas123.blogspot.mx>
4. **Enza Zaden.** Lettuce Campania. Recuperado el 5 de Febrero de 2013, de <http://www.enzazaden.com>
5. **jardinería. (2008).** “Hidroponía”, la forma de cultivar del futuro. Recuperado el 1 Mayo 2011, de <http://esjardineria.com>
6. **Hydroenvironment. (2011).** ¿Qué es la hidroponía? Recuperado el 5 Mayo de 2012, de <http://www.hydroenv.com.mx>
7. **Infoagro.** El cultivo de la lechuga. Recuperado el 15 Octubre de 2012, de <http://www.infoagro.com/>
8. **Microorganismos eficientes. (2013).** Capacidades de los microorganismos eficientes. Recuperado el 19 Noviembre 2013 de <http://microorganismoseficientes.wordpress.com/>
9. **Portal Oficial de la Tecnología EM™ en América Latina.** Agricultura. Recuperado 10 Mayo de 2012, de <http://em-la.com/>

10. **UmassAmherst.** Lettuce. Recuperado el 20 de Abril de 2013, de <http://ag.umass.edu/>
11. **Universidad Nacional Agraria la Molina. (2010).** Centro de investigación de hidroponía y Nutrición mineral. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de <http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/>
12. **Wikipedia.** Asteraceae. Recuperado el 4 de Febrero 2013, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>



**PRE DICTAMEN DE PROYECTO DE TESIS
(Jurado)**

Señor

Ing. HUMBERTO STRETZ CHÁVEZ

Director (e) del P.P. de Ingeniería Agronómica

Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el proyecto de Tesis titulado:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA NFT DOBLE NIVEL
PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA HIDROPONICA (LACTUCA
SATIVA VAR. CAMPAIA) CON TECNOLOGIA EM EN EL DISTRITO DE
CHIGUATA AREQUIPA 2013.”**

Presentado por el bachiller: **ADRIAN LUIS MARIO CHAVEZ VILADEGUT**

Asesor: **Ing. Froy Coloma Dongo**

El jurado Dictaminador presidido por **Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. Humberto Stretz Chavez, Ing. José Torres Lizarraga.**

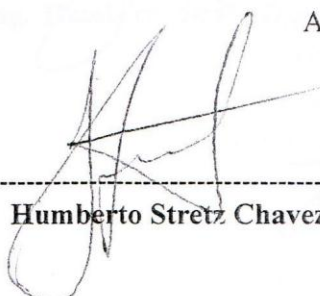
DICTAMINAN

PROCEDE SU SUSTENTACION

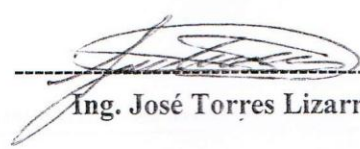
OBSERVACIONES

SIN OBSERVACIONES

Arequipa, 10 de Diciembre de 2013


Ing. Humberto Stretz Chavez


Ing. Jorge Zegarra Flores


Ing. José Torres Lizarraga

PRE DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS
(Jurado)

Señor

Ing. HUMBERTO STRETZ CHÁVEZ

Director (e) del P.P. de Ingeniería Agronómica

Presente.-

Mediante el presente, comunicamos a usted., que se ha procedido a revisar el anteproyecto de Tesis titulado:

"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA NFT DOBLE NIVEL PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHUGA HIDROPÓNICA EN EL DISTRITO DE CHIGUATA, AREQUIPA 2012"

Presentado por el Bachiller: ADRIAN CHAVEZ VILADEGUT

El jurado Dictaminador presidido por el Ing. Humberto Stretz Chavez, Ing. Jorge Zegarra Flores, Ing. José Torres Lizarraga.

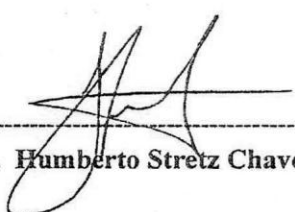
DICTAMINAN

Procede a realizar su ejecución

OBSERVACIONES

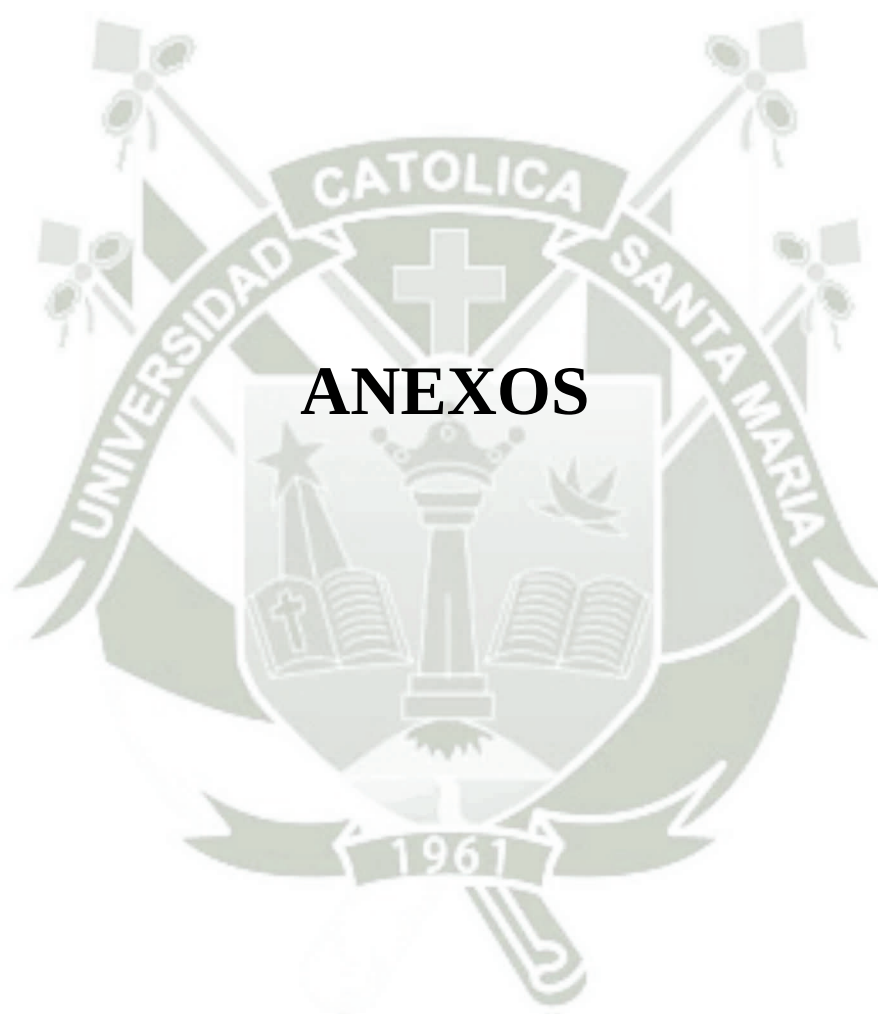
Sin Observaciones

Arequipa, 12 de Abril de 2012


Ing. Humberto Stretz Chavez


Ing. Jorge Zegarra Flores


Ing. José Torres Lizarraga



ANEXOS

PRIMERA EVALUACION A LOS 7 DDT AL SISTEMA NFT

ANEXO N°1

En el anexo N°1 se observan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta

ALTURA DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	10.97	7.29	18.26
II	11.32	6.77	18.09
III	11.34	6.97	18.31
IV	11.48	6.67	18.15
Total	45.11	27.7	72.81
Promedio	11.28	6.93	

ANEXO N°2

En el anexo N°2 se observan los promedios de los tratamientos de la variable diámetro de planta

DIAMETRO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	15.35	10.39	25.74
II	16.04	9.48	25.52
III	15.73	9.49	25.22
IV	15.13	9.42	24.55
Total	62.25	38.78	101.03
Promedio	15.56	9.70	

ANEXO N°3

En el anexo N°3 se observan los promedios de los tratamientos de la variable longitud de raíz

LONGITUD DE RAIZ

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	16.35	10.76	27.11
II	17	9.87	26.87
III	16.90	12	28.9
IV	18.19	12.32	30.51
Total	68.44	44.95	113.39
Promedio	17.11	11.24	

ANEXO N°4

En el anexo N°4 se observan los promedios de los tratamientos de la variable número de hojas

NUMERO DE HOJAS

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	7	5	12
II	7	4	11
III	7	5	12
IV	7	4	11
Total	28	18	46
Promedio	7	5	

SEGUNDA EVALUACION A LOS 14DDT AL SISTEMA NFT

ANEXO N°5

En el anexo N°5 se observan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta

ALTURA DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	12.79	8.53	21.32
II	13.49	7.84	21.33
III	13.48	7.80	21.28
IV	13.42	8.05	21.47
Total	53.18	32.22	85.4
Promedio	13.30	8.06	

ANEXO N°6

En el anexo N°6 se observan los promedios de los tratamientos de la variable diámetro de planta

DIAMETRO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	18.70	12.59	31.29
II	20.21	11.59	31.8
III	20.26	11.63	31.89
IV	19.97	12.42	32.39
Total	79.14	48.23	127.37
Promedio	19.79	12.06	

ANEXO N°7

En el anexo N°7 se observan los promedios de los tratamientos de la variable longitud de raíz

LONGITUD DE RAIZ

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	23.48	13.86	37.34
II	23.21	13.26	36.47
III	23.36	13.76	37.12
IV	25.15	16.48	41.63
Total	95.2	57.36	152.56
Promedio	23.8	14.34	

ANEXO N°8

En el anexo N°8 se observan los promedios de los tratamientos de la variable número de hojas

NUMERO DE HOJAS

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	10	10	20
II	11	8	19
III	11	7	18
IV	10	7	17
Total	42	32	74
Promedio	11	8	

TERCERA EVALUACION A LOS 21DDT AL SISTEMA NFT

ANEXO N°9

En el anexo N°9 se observan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta

ALTURA DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	13.95	9.24	23.19
II	14.79	8.46	23.25
III	14.44	8.37	22.81
IV	14.60	8.60	23.2
Total	57.78	34.67	92,45
Promedio	14.45	8.67	

ANEXO N°10

En el anexo N°10 se observan los promedios de los tratamientos de la variable diámetro de planta

DIAMETRO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	20.52	13.51	34.03
II	21.75	12.71	34.46
III	21.99	12.25	34.24
IV	21.43	13.13	34.56
Total	85.69	51.6	137.29
Promedio	21.42	12.90	

ANEXO N°11

En el anexo N°11 se observan los promedios de los tratamientos de la variable longitud de raíz

LONGITUD DE RAIZ

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	23.86	14.54	38.4
II	23.35	13.32	36.67
III	23.60	13.07	36.67
IV	23.94	15.97	39.91
Total	94.75	56.9	151.65
Promedio	23.69	14.23	

ANEXO N°12

En el anexo N°12 se observan los promedios de los tratamientos de la variable número de hojas

NUMERO DE HOJAS

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	12	9	21
II	12	9	21
III	12	10	22
IV	12	10	22
Total	48	38	86
Promedio	12	9,5	

CUARTA EVALUACION A LOS 28 DDT AL SISTEMA NFT

ANEXO N°13

En el anexo N°13 se observan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta

ALTURA DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	14.21	13.35	27.56
II	14.80	13.41	28.21
III	14.37	12.96	27.33
IV	14.54	13.32	27.86
Total	57.92	53.04	110.96
Promedio	14.48	13.26	

ANEXO N°14

En el anexo N°14 se observan los promedios de los tratamientos de la variable diámetro de planta

DIAMETRO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	21.35	14.3	35.65
II	22.14	12.59	34.73
III	22.17	12.63	34.8
IV	21.67	13.38	35.05
Total	87.33	52.9	140.23
Promedio	21.83	13.23	

ANEXO N°15

En el anexo N°15 se observan los promedios de los tratamientos de la variable longitud de raíz

LONGITUD DE RAIZ

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	23.32	13.73	37.05
II	22.90	13.02	35.92
III	23.66	13.03	36.69
IV	23.82	15.80	39.62
Total	93.7	55.58	149.28
Promedio	23.43	13.90	

ANEXO N°16

En el anexo N°16 se observan los promedios de los tratamientos de la variable número de hojas.

NUMERO DE HOJAS

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	13	14	27
II	14	14	28
III	14	15	29
IV	14	15	29
Total	55	58	113
Promedio	14	15	

QUINTA EVALUACION A LOS 35 DDT AL SISTEMA NFT

ANEXO N°17

En el anexo N°17 se observan los promedios de los tratamientos de la variable altura de planta

ALTURA DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	16.88	15.75	32.63
II	17.69	16.19	33.88
III	17.63	15.56	33.19
IV	17.06	15.88	32.94
Total	69.26	63.38	132.64
Promedio	17.32	15.85	

ANEXO N°18

En el anexo N°18 se observan los promedios de los tratamientos de la variable diámetro de planta

DIAMETRO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	23.44	23.44	46.88
II	25.69	22.94	48.63
III	25.63	23.25	48.88
IV	26.5	23.75	50.25
Total	101.26	93.38	194.64
Promedio	25.32	23.35	

ANEXO N°19

En el anexo N°19 se observan los promedios de los tratamientos de la variable longitud de raíz

LONGITUD DE RAIZ

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	25.78	24.44	50.22
II	28.88	24.84	53.72
III	27.63	25.49	53.12
IV	28.88	27.1	55.98
Total	111.17	101.87	213.04
Promedio	27.79	25.47	

ANEXO N°20

En el anexo N°20 se observan los promedios de los tratamientos de la variable número de hojas

NUMERO DE HOJAS

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	17	18	35
II	19	19	38
III	20	21	41
IV	19	20	39
Total	75	78	153
Promedio	19	20	

ANEXO N°21

En el anexo N°21 se observan los promedios de los tratamientos de la variable peso de planta

PESO DE PLANTA

BLOQUES	TRATAMIENTOS		TOTAL
	T1	T2	
I	76.75	84.00	160.75
II	81.75	96.75	178.5
III	100.86	90.00	190.86
IV	83.13	86.63	169.76
Total	342.49	357.38	699.87
Promedio	85.62	89.35	

ANEXO N°22

Presupuesto del sistema hidropónico

Presupuesto del sistema de hidroponía (manejo del sistema)					
Orden					
N	Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
	Materiales				4.144,50
1	ladrillo	U	200	2,00	400,00
2	Cemento	bls	2	19,00	38,00
3	Madera	listones	100	3,00	300,00
4	Clavos 2 1/2 "	Kg	1	4,20	4,20
5	Poza de 1,50 X 1,00 X 1,20 X 0,20m	U	3	75,00	225,00
6	Electrobomba 0,5 hp	U	1	180,00	180,00
7	Tuberia de 1" x 5m	U	5	15,70	78,50
8	Tuberia de 4" x 3m	U	2	13,20	26,40
9	Valvulas de 1"	U	3	11,20	33,60
10	Codos de 1"	U	4	2,30	9,20
11	T de 1"	U	2	2,70	5,40
12	Tubos de PVC 3" x18m	U	24	60,00	1.440,00
13	Tapones de 3"	U	24	3,90	93,60
14	Valvula check 1"	U	1	29,90	29,90
15	Mangueras de 16mm x20m	U	1	17,20	17,20
16	Cable N°16 x100m	U	1	66,90	66,90
17	Temporizador	U	1	250,00	250,00
18	Cinta aislante	U	2	2,90	5,80
19	Bombas peceras	U	3	40,00	120,00
20	Vasitos 1/2 onza	ciento	24	2,00	48,00
21	Malla rashell 75%	m	92	8,40	772,80
	Mano de obra				810,00
22	Nivelacion y hoyado del terreno	Jr/h	3	45,00	135,00
23	Construccion del tanque	jr/h	2	45,00	90,00
24	Coloccion de la malla rashell	Jr/h	4	45,00	180,00
25	Construcción e instalación de caballetes	Jr/h	4	45,00	180,00
26	Hoyado en los tubos	jr/h	2	45,00	90,00
27	Instalacion sistema agua y desagüe	Jr/h	2	45,00	90,00
28	Instalacion sistema de luz	Jr/h	1	45,00	45,00
				TOTAL S/.	4.954,50

ANEXO N°23

Costo de producción de la lechuga hidropónica

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1. INSUMOS				1039.40
Semilla				110.00
Semilla certificada	gr	50	110.00	110.00
Fertilizantes				88.30
Nitrato de amonio	Kg	1	3.00	3.00
Nitrato de potasio	Kg	2	3.80	7.60
Fosfato monoamonico	Kg	1	3.50	3.50
Fetrilom combi	gr	250	32.00	32.00
Acido borico	U	1	1.00	1.00
Quelato de hierro	Kg	1	35.00	35.00
Sulfato de magnesio	Kg	1	1.20	1.20
Nitrato de calcio	Kg	1	5.00	5.00
Control sanitario				841.10
EM-1+melaza	lt	2	75.00	150.00
Em-compost +melaza	lt	1	75.00	75.00
3TAC	Kg	1	430.00	430.00
Biotens	lt	1	85.00	85.00
Ph neutrex	lt	3	33.70	101.10
2. MANO DE OBRA				460.00
Preparacion del almacigo				70.00
Lavado y Desinfeccion del sustrato	jr/h	2	35.00	70.00
Siembra				25.00
Siembra	jr/m	1	25.00	25.00
Labores Culturales				290.00
Preparacion y aplicación de solucion nutritiva	jr/h	1	35.00	35.00
Control sanitario	jr/h	3	35.00	105.00
Transplante al sistema RF y NFT	jr/m	6	25.00	150.00
Cosecha				75.00
Recojo y embolsado	Jr/m	3	25.00	75.00
3. OTROS GASTOS				285.00
Agua	Meses	3	15.00	45.00
Luz	Meses	2	100.00	200.00
Análisis químico de aguas	Muestra	1	40.00	40.00
Costo total				1.784,40
Ingresos		U	Precio	Total (S/.)
Venta de lechuga		2400	1.20	2.880,00
Ingresos				2.880,00
Costos				1.784,40
RENTABILIDAD				1.095,60