

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**COMPARATIVO DE TRES VARIEDADES DE TOMATE (*Lycopersicum
esculentum* Mill.) POR EL METODO AEROPÓNICO, BAJO LAS
CONDICIONES DEL FUNDO 'LA BANDA' HUASACACHE, HUNTER,
AREQUIPA. 2013**

Tesis presentada por los Bachilleres:

JOSÉ ALONSO NINA ROQUE

JERSON WALTER ZEGARRA BLANCO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

AREQUIPA – PERÚ

2014

INDICE

	Pág.
INDICE	I
INDICE DE CUADROS	II
INDICE DE GRÁFICOS	III
INDICE DE FOTOGRAFÍAS	IV
INDICE DE ANEXOS	V
RESUMEN	VI
SUMMARY	VII
INTRODUCCION	1
1.1. GENERALIDADES	1
1.2. HIPOTESIS	3
1.4. OBJETIVOS	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1. CULTIVO DE TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	5
2.1.1. ORIGEN DEL TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	5
2.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	5
2.1.3. HABITOS DE CRECIMIENTO DEL TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	6
2.1.4. CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	6
2.1.5. PRODUCCIÓN DE TOMATE EN LA REGION AREQUIPA	10
2.1.6. PRODUCCION DE TOMATE A NIVEL NACIONAL	10
2.2. AEROPONIA	11
2.2.1. PRESENTE DE LA HIDROPONIA	11
2.2.2. LA HIDROPONIA EN EL PERU	12
2.2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS CULTIVOS SIN SUELO	12
2.2.4. SISTEMAS HIDROPONICOS	13
2.2.5. LA CALIDAD DEL AGUA Y LA SOLUCION NUTRITIVA EN HIDROPONIA	17
2.2.6. MANEJO DEL INVERNADERO EN AEROPONIA	23
2.3. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS	35
III. MATERIALES Y METODOS	37
3.1. UBICACIÓN DEL AREA EXPERIMENTAL	37

3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO	37
3.3. HISTORIAL DEL CAMPO EXPERIMENTAL	38
3.4. CLIMATOLOGIA	38
3.5. RECURSO AGUA	39
3.6. MATERIALES Y METODOLOGÍA	39
3.6.1. MATERIALES	39
3.6.2. METODOLOGIA	42
3.7. COMPONENTES EN ESTUDIO	53
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL	54
3.9. CROQUIS EXPERIMENTAL	56
3.10. EVALUACIONES REALIZADAS	56
3.11. PROCESAMIENTO DE DATOS	59
IV. RESULTADOS	60
4.1. OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AEROPÓNICO	60
4.1.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LOS CONTENEDORES	60
4.1.2. CONSTRUCCION DE LOS CONTENEDORES	60
4.1.3. INSTALACIONES ELECTRICAS Y DE AGUA DE RIEGO	60
4.1.4. PROGRAMADOR DE RIEGOS	60
4.2. DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	61
4.2.1. LONGITUD DE RAICES EN TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	61
4.2.2. ALTURA DE PLANTAS EN TOMATE (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.)	67
4.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO	72
4.3.1. NUMERO DE FLORES POR INFLORESCENCIA EN TOMATE	72
4.3.2.. NUMERO DE INFLORESCENCIAS EN TOMATE	73
4.3.3. DIAS DE INICIO DE COSECHA EN TOMATE	73
4.3.4.. DIAMETRO ECUATORIAL DE FRUTO DE TOMATE	74
4.3.5.. LONGITUD DE FRUTO DE TOMATE	80
4.3.6.. PESO DE FRUTO DE TOMATE	86
V. DISCUSION	99
VI. CONCLUSIONES	99
VII. RECOMENDACIONES	100
VIII. BIBLIOGRAFIA	101
ANEXOS	102

INDICE DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1 Clasificación del fruto de tomate	9
CUADRO 2 Producción de tomate en la Región Arequipa	10
CUADRO 3 Superficie cosechada(ha), producción (t) en la Región Arequipa y en la Provincia de Islay	10
CUADRO 4 Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces. Primera evaluación. 54 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	60
CUADRO 5 Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de raíces. Primera Evaluación. 54 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	61
CUADRO 6 Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces (Segunda evaluación). 78 ddt.en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	62
CUADRO 7 Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Tercera evaluación). 93 ddt.en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	63
CUADRO 8 Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Cuarta evaluación). 110 ddt.en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	64
CUADRO 9 Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Quinta evaluación). 125 ddt.en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	64
CUADRO 10 Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de raíces. Quinta Evaluación. 125 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	64
CUADRO 11 Resumen de las evaluaciones realizadas en Longitud de raíces (cm.) "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	65
CUADRO 12 Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Primera Evaluación) 54 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	66

CUADRO 13	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Segunda evaluación. 78 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	67
CUADRO 14	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de plantas. Segunda Evaluación. 78 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	67
CUADRO 15	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Tercera evaluación. 93 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	68
CUADRO 16	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas. Tercera Evaluación. 93 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	68
CUADRO 17	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Cuarta evaluación). 110 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	70
CUADRO 18	Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Quinta evaluación. 125 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	70
CUADRO 19	Resumen de las evaluaciones realizadas en Altura de plantas (cm.) en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	71
CUADRO 20	Análisis de Varianza (ANVA) para Número de flores por inflorescencia en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	72
CUADRO 21	Análisis de Varianza (ANVA) para Número de inflorescencias en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	72
CUADRO 22	Análisis de Varianza (ANVA) para Días de inicio de cosecha en tomate en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	73
CUADRO 23	Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	73
CUADRO 24	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	74
CUADRO 25	Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las	75

	condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	
CUADRO 26	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	75
CUADRO 27	Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Tercera Evaluación. 93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	77
CUADRO 28	Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	77
CUADRO 29	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	78
CUADRO 30	Resumen de las evaluaciones realizadas en Diámetro ecuatorial (cm.) en frutos de tomate en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013	79
CUADRO 31	Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Primera Evaluación. 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	79
CUADRO 32	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	80
CUADRO 33	Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Segunda Evaluación. 78 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013	81
CUADRO 34	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	81
CUADRO 35	Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Tercera Evaluación. 93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	82
CUADRO 36	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Tercera Evaluación. 93 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	83
CUADRO 37	Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Cuarta Evaluación. 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013	84

CUADRO 38	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	84
CUADRO 39	Resumen de las evaluaciones realizadas en Longitud (cm.) de frutos de tomate en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	85
CUADRO 40	Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	86
CUADRO 41	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	86
CUADRO 42	Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	87
CUADRO 43	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Segunda evaluación. 78 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	88
CUADRO 44	Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Tercera Evaluación. 93 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	89
CUADRO 45	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Tercera evaluación. 93 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	89
CUADRO 46	Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	91
CUADRO 47	Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Cuarta evaluación. 110 ddt. "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	91
CUADRO 48	Resumen de las evaluaciones realizadas en Peso de frutos (gr.) de tomate en "Comparativo de tres variedades de tomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo "La Banda" Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.	92

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
GRAFICO 1 Climatología en el Fundo “La Banda” (Nov ‘12 – Mar ‘13)	38
GRAFICO 2 Longitud de raíces. Primera evaluación 20/Diciembre/2012	62
GRAFICO 3 Longitud de raíces. Quinta evaluación 28/Febrero/2013	66
GRAFICO 4 Altura de plantas. Segunda evaluación 13/Enero/2013	68
GRAFICO 5 Altura de planta. Tercera evaluación 28/Enero/2013	70
GRAFICO 6 Diámetro ecuatorial. Primera evaluación 20/Diciembre/2012	75
GRAFICO 7 Diámetro ecuatorial. Segunda evaluación 13/Enero/2013	75
GRAFICO 8 Diámetro ecuatorial. Cuarta evaluación 13/Febrero/2013	79
GRAFICO 9 Longitud de fruto. Primera evaluación 20/Diciembre/2012	81
GRAFICO 10 Longitud de fruto. Segunda evaluación 13/Enero/2013	83
GRAFICO 11 Longitud de fruto. Tercera evaluación 28/Enero/2013	84
GRAFICO 12 Longitud de fruto. Cuarta evaluación 13/Febrero/2013	86
GRAFICO 13 Peso de fruto. Primera evaluación 20/Diciembre/2012	87
GRAFICO 14 Peso de fruto. Segunda evaluación 13/Enero/2013	88
GRAFICO 15 Peso de fruto. Tercera evaluación 28/Enero/2013	91
GRAFICO 16 Peso de fruto. Cuarta evaluación 13/Febrero/2013	93

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

		Pág.
FOTOGRAFIA 01	Fundo “La Banda” Huasacache. Hunter	37
FOTOGRAFIA 02	Vista del interior del Módulo aeropónico	42
FOTOGRAFIA 03	Camas de aeroponía	43
FOTOGRAFIA 04	Programador de riego o “Timer”	45
FOTOGRAFIA 05	Variedad de Tomate Tyson	46
FOTOGRAFIA 06	Variedad de Tomate Tytanio	46
FOTOGRAFIA 07	Variedad de Tomate Galilea	46
FOTOGRAFIA 08	Trasplante de plantines de tomate	47
FOTOGRAFIA 09	Desinfección de plantines de tomate	47
FOTOGRAFIA 10	Solución nutritiva A	49
FOTOGRAFIA 11	Solución nutritiva B	50
FOTOGRAFIA 12	Tanque de nutrientes y electrobomba	51
FOTOGRAFIA 13	Control fitosanitario en Tomate	52
FOTOGRAFIA 14	Distribución de plantines de Tomate	54
FOTOGRAFIA 15	Longitud de raíces de Tomate	56
FOTOGRAFIA 16	Floración de tomate	56
FOTOGRAFIA 17	Inflorescencia en Tomate	57
FOTOGRAFIA 18	Fructificación de tomate	57

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 01	Datos climáticos de Huasacache 104
ANEXO 02	Análisis de agua 104
ANEXO 03	Longitud de raíces. Primera evaluación 20/12/2012 104
ANEXO 04	Longitud de raíces. Segunda 13/01/2013 105
ANEXO 05	Longitud de raíces. Tercera evaluación 28/02/2013 105
ANEXO 06	Longitud de raíces. Cuarta 13/02/2013 105
ANEXO 07	Longitud de raíces. Quinta 28/02/2013 105
ANEXO 08	Altura de plantas. Primera evaluación 20/12/2012 106
ANEXO 09	Altura de plantas. Segunda 13/01/2013 106
ANEXO 10	Altura de plantas. Tercera evaluación 28/02/2013 106
ANEXO 11	Altura de plantas. Cuarta 13/02/2013 106
ANEXO 12	Altura de plantas. Quinta 28/02/2013 107
ANEXO 13	Número de flores por Inflorescencia 107
ANEXO 14	Número de Inflorescencias 107
ANEXO 15.	Número de días de inicio de cosecha 107
ANEXO 16.	Diámetro de fruto (cm) Primera evaluación 108
ANEXO 17.	Diámetro de fruto (cm) Segunda evaluación 108
ANEXO 18.	Diámetro de fruto (cm) Tercera evaluación 108
ANEXO 19.	Diámetro de fruto (cm) Cuarta evaluación 108
ANEXO 20.	Longitud de frutos (cm) Primera evaluación 108
ANEXO 21.	Longitud de frutos (cm) Segunda evaluación 108
ANEXO 22.	Longitud de frutos (cm) Tercera evaluación 108
ANEXO 23.	Longitud de frutos (cm) Cuarta evaluación 109
ANEXO 24.	Peso de frutos (gr.) Primera evaluación 110
ANEXO 25.	Peso de frutos (gr.) Segunda evaluación 110
ANEXO 26.	Peso de frutos (gr.) Tercera evaluación 110
ANEXO 27.	Peso de frutos (gr.) Cuarta evaluación 110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo bajo las condiciones edafoclimáticas del Fundo “La Banda Huasacache”, Hunter (Arequipa). Se estudiaron tres variedades híbridas de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*), utilizando el sistema de riego aeropónico. Las variedades en estudio fueron Tytanio, Tyson y Galilea.

Se empleó el Diseño bloques al azar con tres tratamientos y cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por cinco plantas de tomate híbrido. Las variables evaluadas fueron altura de planta, longitud de raíz, días de inicio de floración, número de flores por inflorescencia, número de inflorescencia por planta, días de inicio de cosecha, diámetro de fruto, longitud de frutos, peso promedio de frutos por planta.

El módulo aeropónico funcionó correctamente en la producción de las variedades de tomate.

De los resultados obtenidos se puede señalar que la longitud de raíces en la última evaluación, significativamente destacó la variedad Tytanio con 130.99 cm., diferente a Tyson con 123.57 cm. y Galilea con 127.41 cm. Para altura de planta en la última evaluación, significativamente sobresalió la variedad Tyson con 72.70 cm., diferente a Tytanio y Galilea con 71.08 cm. y 61.07 cm., respectivamente. El inicio de cosecha se empezó con Tyson a 50.80 días después del trasplante, Galilea y Tytanio a los 58.41 cm. y 58.48 cm. después del trasplante, respectivamente. El número de inflorescencias por planta significativamente fue mejor Tytanio con 7.41 unidades, luego Tyson y Galilea, con 7.07 y 7.25 unidades, respectivamente. En lo que se refiere al número de flores, significativamente destacó Tytanio con 6.99 unidades, diferente a Tyson y Galilea, con 6.33 y 6.24 unidades, respectivamente. En cuanto al diámetro ecuatorial, la variación en Tyson fue de 6.42 a 6.62 cm., en Tytanio de 66.5 a 6.82 cm. y en Galilea de 6.25 a 6.45 cm. En longitud de fruto, Tyson de 7.45 mm. a 7.58 cm., Tytanio de 8.03 cm. a 8.16 cm. y Galilea de 7.53 cm. a 7.61 cm. Finalmente, en peso de fruto, en las cuatro evaluaciones, estadísticamente mejor fue Tyson con 209.05 gr./fruto, 209.30 gr./fruto, 208.09 gr./fruto y 203.49 gr./fruto, respectivamente, le sigue Galilea y Tytanio.

SUMMARY

The present research work was carried out under the soil and climatic conditions of Fundo "La Banda Huasacache" Hunter (Arequipa). We studied three hybrid varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* mill.) using an aeroponic watering system. The varieties studied were Tytanio, Tyson and Galilee.

The randomized block design was used with three treatments and four repetitions. The experimental unit consisted of five hybrid tomato plants. The variables evaluated were plant height, root length, bloom starting days, number of flowers per inflorescence, number of inflorescences per plant, harvest start days, fruit diameter, fruit length, average weight of fruits per plant.

The aeroponic module worked correctly in the production of tomato varieties.

From the results it can be stated that the length of roots in the last evaluation, the Tytanio variety was significantly stressed with 130.99 cm, unlike Tyson variety with 123.57 cm, and Galilee variety with 127.41 cm. In respect of the plant height at the last evaluation we found how significantly exceeded the Tyson variety with 72.70 cm unlike Tytanio, and Galilee with 71.08 cm. and 61.07 cm. respectively. The start of harvest began with Tyson variety, 50.80 days after transplantation, the Galilee and Tytanio 58.41 cm. and 58.46 cm. after transplantation, respectively. The number of inflorescences per plant was significantly better on Tytanio with 7.41 units, then Tyson and Galilee, with 7.07 and 7.25 units, respectively. As regards the number of flowers Tytanio significantly stressed with 6.99 units unlike Tyson and Galilee, with 6.33 and 6.24 units, respectively. As the equatorial diameter, the variation in Tyson was 64.2 to 66.2 mm. the variation on Tytanio was 66.5 to 68.2 mm and the variation on Galilee was 62.5 to 64.5 mm. In reference of the fruit length, Tyson variety had 74.5 mm to 75.8 mm, Tytanio had 80.3 mm. to 81.6 mm, and Galilee had 75.3 mm. to 76.1 mm. Finally on regard of the fruit weight in the four assessments Tyson variety was statistically better with 209.05 gr./fruits, 209.30 gr./Fruit 208.09 gr./Fruit and 295.49 gr./Fruit, respectively.

CAPITULO I

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es considerado una de las hortalizas más importante del mundo, ya que tiene muchas propiedades y vitaminas, además muy necesaria para el consumo diario y la industria, (Maroto, 1995)

El tomate se puede producir de manera extensiva y por sistemas hidropónicos y aeropónicos. La necesidad de incrementar la producción de alimentos de origen vegetal, la restricción de tierras aptas para la producción agrícola, la escasez de agua o la mala calidad de ésta para usarla en la agricultura, fueron algunas de las causas que estimularon a diversos investigadores a buscar alternativas para el desarrollo de las plantas. Como resultado se generó la hidroponía a nivel comercial.

La hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (agua y fertilizantes) con o sin el uso de un medio artificial, (Soltó, 1994). Es así que en los últimos años se han incorporado nuevas tecnologías como la hidropónica, riego y fertirriego automatizado y aeroponía.

La aeroponía, es el proceso de las plantas que crecen en un ambiente de aire o vapor, sin el uso de suelo u otro medio de agregado. Esto se traduce en varias ventajas sobre los métodos tradicionales del crecimiento vegetal. Es un método de cultivo de las plantas sin suelo en un ambiente con muy poco agua. Básicamente está creciendo sin tierra.

Nuestro país tiene una superficie total de 128,5 millones de hectáreas, 2,6 millones de ha. constituye superficie cultivada efectiva, que significa el 2,02%; la mayoría (97,98%) de tierras son no agrícolas o consideradas marginales para la agricultura convencional. La superficie de hortalizas fluctúa entre 120 000 a 130 000 hectáreas aproximadamente, que representa el 5% de la superficie cultivada realmente. Las Regiones de Lima e Ica lideran con aproximadamente 70% la producción de tomates (Ministerio de Agricultura, 2011).

La agricultura del país se desarrolla en condiciones geográficas y climáticas no muy favorables, que se acentúa en muchos casos por un mal manejo de los cultivos. Esto trae como consecuencia bajos rendimientos en promedio de los productos agrícolas obtenidos

de la agricultura tradicional. En la Selva, el problema es la calidad de las aguas, entre otras causas, las mismas que por lo general están infestadas por microorganismos y también ácidas, el otro de los problemas son las altas temperaturas diurnas y nocturnas que no son favorables para algunos cultivos hortícolas. Se puede superar el primer problema usando el agua de las lluvias y eligiendo las especies o genotipos adecuados al medio, (Ministerio de Agricultura, 2011). En la Región Sierra, especialmente sobre los 4000 m.s.n.m., sujetas a heladas, se pueden instalar sistemas hidropónicos, en las casas de los agricultores, en la comunidad campesina, en los caseríos, en los asentos mineros, (Ministerio de Agricultura, 2011). La Costa tiene el problema más serio en la falta de agua, provocando que grandes extensiones de tierras áridas permanezcan desiertas, teniendo climas muy benignos. Los arenales pueden convertirse en oasis hidropónicos disponiendo de una pequeña fuente de agua, utilizando los arenales como sustrato para las plantas, (Ministerio de Agricultura, 2011).

Por lo expuesto, la hidroponía tiene un gran potencial en nuestra zona; los principios científicos y técnicos en que se basa son sencillos, y puede ser la solución a los problemas de producción de alimentos y forrajes, ya que los rendimientos por unidad de área cultivada son superiores a un cultivo en campo, dado que permite altas densidades de siembra y elevada producción por planta.

Los cultivos hidropónicos son una alternativa al problema de escasez de tierras agrícolas en algunas zonas. Se requiere menos agua que un cultivo tradicional y es una posibilidad a considerar en zonas áridas.

Este sistema de producción sin suelo, ofrece ventajas como tener cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación. Reducción de costos de producción, permite la producción de semilla certificada, independencia de los fenómenos meteorológicos, permite producir cosechas en contra estación, menos espacio y capital para una mayor producción, ahorro de agua, que se puede reciclar, ahorro de fertilizantes e insecticidas, se evita la maquinaria agrícola, limpieza e higiene en el manejo del cultivo, mayor precocidad de los cultivos, alto porcentaje de automatización. (Martínez, 1993).

La aeroponía aprovecha mejor el espacio vertical de un invernadero. El desarrollo del sistema radicular se incrementa por el amplio espacio y el ambiente óptimo para su

desarrollo (balance de aire y humedad). Como resultado de esto, el desarrollo del follaje también se incrementa. (Martínez, 1993).

La aeroponía se considera segura y ecológica para la producción de plantas naturales, saludables y cultivos. Las principales ventajas ecológicas de aeroponía son la conservación de agua y energía. En comparación con los cultivos hidropónicos, aeroponía ofrece menores aportes de agua y energía por metro cuadrado de área de cultivo. Cuando se usa comercialmente, la aeroponía utiliza una décima parte del agua pero esto se puede reducir a tan sólo una vigésima parte, (Resh, 2001).

El trabajo sobre el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo el sistema aeropónico, se justifica debido a que es una nueva tecnología que tiene que ponerse en conocimiento de la región, al alcance del productor de semillas y al agricultor, por motivos como: mayor rendimiento por planta, reducción en el gasto de agua y nutrientes bajos, con respecto a otros sistemas, posibilidad de cosechar frutos cuando alcanza un tamaño y madurez adecuado, cosechas escalonadas, mayor desarrollo foliar y lo más importante una producción libre de patógenos que afectan al sistema radicular debido a que el cultivo está suspendido.

HIPÓTESIS

Dado que los cultivares híbridos Galilea, Tayson y Titania son rentables para el sistema aeropónico, es posible obtener altos rendimientos en tomate en un área menor, pues el problema actual a nivel mundial es el agua, con el cultivo aeropónico se tratará de economizar el agua, ya que ésta es recirculante y solo se necesita una lámina adecuada de riego, teniendo en cuenta que el Perú es el tercer país en Sud América susceptible al cambio climático. También es posible que bajo este sistema de aeroponía se pueda obtener producciones todo el año, con las variedades que se están probando.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Comparar tres variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en el sistema aeropónico.

Objetivos específicos

- Operativizar el sistema aeropónico para el cultivo de tomate.
- Determinar las características morfológicas de longitud de raíces y altura de plantas de tres variedades de tomate en sistema aeropónico.
- Determinar los componentes de rendimiento de las tres variedades de tomate en sistema aeropónico.
- Evaluar las características del fruto (diámetro ecuatorial, longitud de fruto, peso de fruto).



CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

2.1. CULTIVO DE TOMATE

2.1.1. HISTORIA Y ORIGEN

El tomate es una planta de origen sudamericano, de la zona norte Perú – Ecuador. Su nomenclatura se deriva de los términos aztecas “tomatl”, “Xitomate”. En principio se cree que fue utilizado como planta ornamental; su introducción en Europa se realizó en el siglo XVI y se sabe que a mediados del siglo XVIII era cultivado con fines alimenticios, principalmente en Italia, (Paz, 1997).

El origen del género *Lycopersicum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (Maroto, 1995).

2.1.2. CLASIFICACION TAXONOMICA

El tomate según la clasificación de Engler.

Reino	: Vegetal
División	: Spermatophyta
Subdivisión	: Angiosperma
Clase	: Dicotyledonea
Subclase	: Metaclamideas

Orden	: Tubiflorales
Familia	: Solanaceae
Género	: <i>Lycopersicum</i>
Especie	: <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

2.1.3 HÁBITOS DE CRECIMIENTO

La planta de tomate tiene un sistema radicular amplio, constituido por una raíz principal que puede alcanzar hasta 50 – 60cm. de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzadas por la presencia de un gran número de raíces adventicias surgida desde la base de los tallos. Aunque el sistema radicular puede profundizar hasta 1,5m la mayor parte del mismo se sitúa en los primeros 50cm. (Maroto, 1995)

El tallo del tomate es anguloso, recubierto en toda su longitud de pelos perfectamente visibles, muchos de los cuales, al ser de naturaleza glandular, le confieren a la planta un olor característico. En un principio el porte del tallo es erguido, hasta que llega un momento en que por simples razones de peso, rastrea sobre el suelo. El desarrollo del tallo es variable en función de los distintos cultivares, existiendo dos tipos fundamentales de crecimiento (Maroto, 1995)

- Cultivares con tallos de desarrollo determinado o definido, en los que el crecimiento del tallo principal, una vez que ha producido lateralmente varios “pisos” de inflorescencias normalmente, entre cada una ó dos hojas, detiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal.
- Cultivares con tallos de desarrollo indeterminado o indefinido que tienen la particularidad de poseer siempre en su ápice un meristemo de crecimiento que produce un alargamiento continuado del tallo principal, originando inflorescencia solamente en posición lateral, normalmente cada tres hojas (Maroto, 1995).

2.1.4. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

a) Planta

Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de

forma rastrera, semi erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (Infoagro, 2004).

Indeterminadas: son plantas que mantienen el brote terminal siempre vegetativo, normalmente son plantas perennes y de uso muy difundido en invernaderos. Estas plantas comparten el crecimiento vegetativo con el reproductivo según el cultivar, el primer racimo floral aparece luego de haber diferenciado entre 7 y 12hojas, para luego intercalar racimos florales cada 3 hojas (a veces 2 o 4). (Infoagro, 2004).

Determinadas Estas plantas también desarrollan la primer inflorescencia luego de emitir el mismo número de hojas (7 a 12) e intercalan 1 hoja (a veces 2) entre cada racimo floral; hasta que en la tercera y cuarta inflorescencia, el ápice terminal se diferencia en un racimo floral, en ese caso pueden retomar el crecimiento vegetativo a partir de un brote axilar, pero inmediatamente este brote se transforma también en reproductivo (Infoagro, 2004).

b) Sistema radicular

El sistema radicular alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo las condiciones de trasplante se daña la raíz pivotante y resulta en un sistema muy ramificado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30cm. del perfil del suelo como se observa en la Figura 1. (Infoagro, 2004).

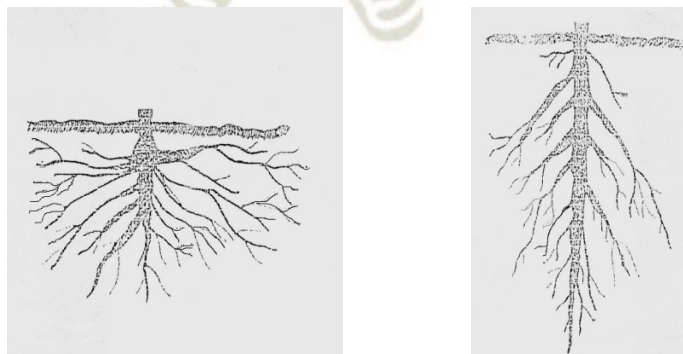


FIGURA 1. Crecimiento de la raíz de acuerdo con el método de siembra empleado: a=directa y b= Trasplante.

c) Tallo principal

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm. en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera a dentro, consta de epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. (Infoagro, 2004)

d) Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Infoagro, 2004)

e) Flor

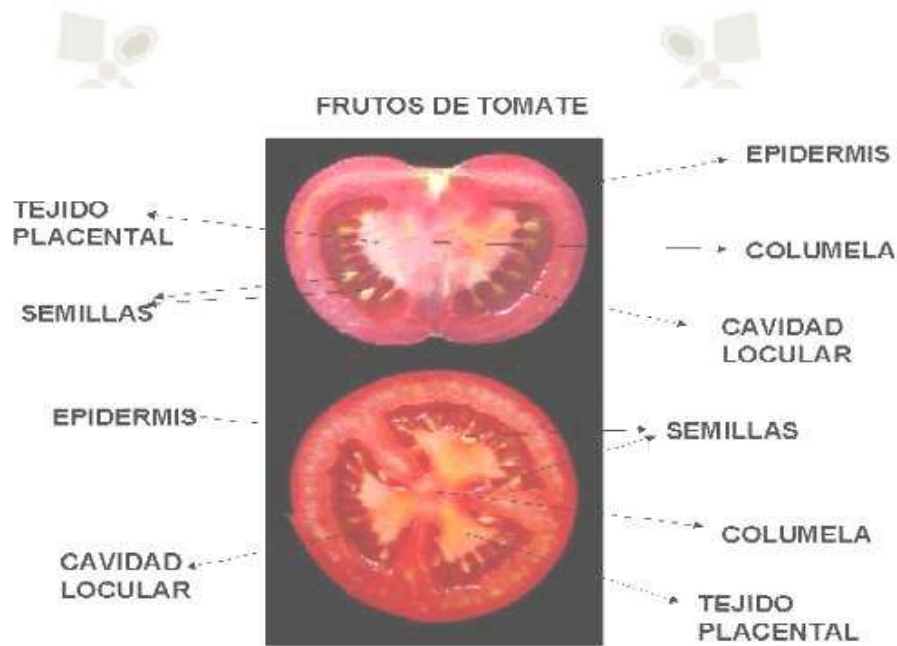
Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, (Infoagro, 2004).

La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Infoagro, 2004).

f) Fruto

Baya bio plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por las partes que se describe en la

Figura 3, por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas, el fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto. (Infoagro, 2004). En el Cuadro 1, se muestra la clasificación del fruto de acuerdo al tamaño y diámetro, (Infoagro, 2004).



Fuente: www.infoagro.com.

FIGURA 2 Partes del Fruto del tomate

CUADRO 1. Clasificación de frutos de tomate de acuerdo a su tamaño y diámetro

FRUTO	TAMAÑO	DIAMETRO
Comercial	Grande	>65mm
	Mediano	50-60mm
	Chico	40-50mm
No Comercial	Descarte	

Fuente: www.infoagro.com, 2004

2.1.5 PRODUCCIÓN DE TOMATE EN LA REGION AREQUIPA

El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. No se conoce la producción de tomate con aeroponía.

En la Región Arequipa la producción se muestra en el Cuadro 3 y la superficie cosechada y producción en el Cuadro 4.

CUADRO 2. Producción de Tomate en la Región Arequipa

CAMPAÑA	SUPERFICIE COSECHADA(ha)	PRODUCCIÓN (t)	RENDIMIENTO (t/ha)
2000-2001	507	12167.71	24
2001-2002	344	9212.95	26.78
2002-2003	297	8854.05	29.81
2003-2004	372	13657.2	36.71
2004-2005	279	9578.4	34.33
2005-2006	430	15290.82	35.56

Fuente: Agencia Agraria Arequipa

CUADRO 3. Superficie cosechada (ha), producción (t) en la Región Arequipa y en la Provincia de Islay.

	Año	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)
AREQUIPA	2003	297.00	9954.50
	2004	250.00	8567.30
ISLAY	2003	28.00	972.50
	2004	39.00	1510.00

Fuente: Agencia Agraria. Arequipa.

2.1.6. PRODUCCIÓN DE TOMATE A NIVEL MUNDIAL

El tomate es la hortaliza más cultivada en el mundo, ocupando una superficie de cultivo mundial, dependiendo de los años, entre 2,5 y 2,9 millones de hectáreas. La media de producción mundial, pasó de 22 t/ha en 1980 a 26 t/ha en 1993. Hoy, con el empleo de las nuevas variedades comerciales y en cultivo intensivo bien dirigido pueden obtenerse hasta 180t/ha.

La producción mundial ascendió de 54 millones de toneladas en 1980 hasta los 75

millones de toneladas en 1990, y descendió hasta los 70 millones en 1993 debido a una disminución de la superficie de cultivo. Actualmente se estima que la producción mundial de tomate asciende a 72,5 millones de toneladas para el año 2000.

2.2. AEROPONIA

Hidroponía se deriva del griego Hydro (agua) y Ponos (labor o trabajo) que significa trabajo en agua. Es una ciencia que estudia los cultivos sin tierra.

Es la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de un medio inerte, como arena gruesa, turba, vermiculita o aserrín, al que se agrega una solución nutriente que contiene todos los elementos esenciales requeridos por la planta para su crecimiento normal y desarrollo. Muchos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio que contiene material orgánico como turba o aserrín, son a menudo llamados "cultivos sin suelo", mientras que aquellos con la cultura del agua serían los verdaderamente hidropónicos, (Zapp, 1991).

La hidroponía describe las distintas formas en las que pueden cultivarse plantas sin tierra. Estos métodos, generalmente conocidos como cultivos sin suelo, incluyen el cultivo de plantas en recipientes llenos de agua y cualquier otro medio distintos a la tierra, incluso la arena gruesa, vermiculita y otros medios más exóticos, como piedras aplastadas o ladrillos, fragmentos de bloques de carbonilla, entre otros, (Zapp, 1991).

2.2.1. Presente de la hidroponía

Con el desarrollo del plástico, la hidroponía dio un paso grande adelante. Uno de los problemas más urgentes encontrado en todos los sistemas, era la continua contaminación de la solución con elementos perjudiciales del concreto, medios de enraizado y otros materiales. Con la fibra de vidrio y los plásticos, los tipos diferentes de vinilo, los polietilenos y muchos otros, este problema fue prácticamente eliminado. (Canovas, 1993).

Los plásticos libraron a los fabricantes de construcciones costosas como las "camas de concreto" y tanques usados anteriormente. Las camas se aíslan del sustrato cubriéndolas con una lámina de plástico, luego se llenan con sustrato u otro medio de crecimiento. Al desarrollarse las bombas, los Timer, tuberías de plástico, válvulas solenoides y otros equipos, el sistema hidropónico entero se puede automatizar, e

incluso informatizar con el consecuente ahorro de capital y de costos operativos.(Canovas,1993).

2.2.2. La hidroponía en el Perú

Fue introducida en el Perú a mediados de los años 70 por la Universidad Nacional Agraria “La Molina”.

Las primeras instalaciones a nivel comercial se realizaron a partir de 1985 en Huaral (Lima), en 1989 fue inaugurado el Centro de Investigación y Capacitación Hortícola de Huaral – INIA, en el marco de la cooperación técnica entre los gobiernos de Perú y Japón, lugar en donde se inició las primeras experiencias en los sistemas Nutrient Film Technique (NFT) (UNALM, 1996)

El inicio de un nuevo impulso en el Perú fue la realización del “Primer Curso Nacional de Hidroponía Popular”, llevado a cabo en el INIA-Huaral en 1993, con apoyo técnico de la FAO y auspicio del Programa Mundial de Alimentos, con el objeto de promocionar la hidroponía popular a través de la capacitación de agentes multiplicadores, (UNALM, 1996).

En 1996 se llevó a cabo el I Curso Taller Internacional sobre Hidroponía con expositores y asistentes de diversas partes del mundo.

2.2.3. Ventajas y desventajas de los cultivos sin suelo

a) Ventajas

- Permiten obtener cultivos homogéneos y de forma especial, favorecen el desarrollo de un sistema radicular más homogéneo.
- Los cultivos están exentos de problemas fitopatológico relacionados con enfermedades producidas por los denominados hongos del suelo (damping off), lo que permite reducir el empleo de sustancias desinfectantes, algunas de las cuales (bromuro de metilo) están siendo cada vez más cuestionadas y prohibidas.
- Reducen el consumo de energía empleado en las labores relacionadas con la preparación del terreno para la siembra o plantación.
- Mayor eficiencia del agua utilizada, lo que representa un menor consumo

de agua por kilogramo de producción obtenida.

- Respecto a los cultivos establecidos sobre un suelo normal, los cultivos hidropónicos utilizan los nutrientes minerales de forma más eficiente.
- El desarrollo vegetativo y productivo de las plantas se controla más fácilmente que en cultivos tradicionales realizados sobre un suelo normal.
- Mayor cantidad, calidad y precocidad de cosecha.
- Permiten una programación de actividades más fácil y racional.
- Admiten la posibilidad de mecanizar la producción, (Gutiérrez, 2000)

b) Desventajas

- El costo elevado de la infraestructura e instalaciones.
- El costo que representa el mantenimiento de las instalaciones.
- El costo de la energía consumida por las instalaciones.
- La producción de residuos sólidos, a veces difíciles de reciclar.
- La acumulación de drenajes cuando se riega con aguas de mala calidad.
- La contaminación de acuíferos cuando se practican vertidos improcedentes.
- El costo de las instalaciones y de la energía necesaria para reutilizar parte de los drenajes producidos, (Gutiérrez, 2000).

2.2.4. Sistemas hidropónicos

Como un sistema “no convencional” para el cultivo de plantas sin suelo, representa una innovación tecnológica que se caracteriza por la aplicación constante de nuevos diseños en el proceso de producción de cultivos, teniendo en común el principio sobre la utilización de soluciones nutritivas para nutrir las plantas.

Dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: cultivos en sustrato, cultivos en agua (hidropónicos) y cultivos en aire (aeropónicos), (INIA, 2.000).

Pueden ser:

- Sistema de raíz flotante

- Sistema NFT (Nutrient Film Technique)
- Sistema de riego por goteo
- Sistema de Sub irrigación
- Sustratos
- Sistema Aeropónico, (INIA, 2.000).

a) Sistema raíz flotante

La producción en el sistema de raíz flotante se realiza en tres etapas: almácigo, primer trasplante y trasplante definitivo. Para la etapa del trasplante definitivo, se dispone de contenedores de madera de 1 m x 1 m x 0.1 m, forrados interiormente con polietileno de color negro de 6 micras. En las etapas del primer trasplante y trasplante definitivo se requiere de una plancha de tecnopor (poliuretano expandido) perforado, la cual flota en la solución nutritiva sosteniendo a las plantas, (Ávila y Valdivia, 2002).

b) Sistema NFT Modificado o Recirculante

La producción en el sistema NFT también se realiza en tres etapas: almácigo, primer trasplante y trasplante definitivo. Para la etapa del trasplante definitivo, se cuenta con dos unidades del sistema NFT de recirculación intermitente.

La unidad consta de 48 canales de 10 m de largo cada uno, distribuidos en 6 subunidades, cada una con 8 canales. Para construir los canales de cultivo, se emplearon tubos de PVC de 3 pulgadas de diámetro y cada canal tiene 50 agujeros de 1.5 pulgada, distanciados 20 cm. La solución nutritiva se prepara en un tanque de 1,100 litros de capacidad. (Ávila y Valdivia, 2002).

Las plantas provenientes de la etapa del primer trasplante, se colocan en vasos de plástico perforados en la base, por donde se hace atravesar las raíces del cultivo; luego los vasos con las plantas se colocan en los agujeros del canal, (Ávila y Valdivia, 2002).

c) Cultivo en Sustratos

Difiere de los sistemas de cultivo en agua en que las raíces de las plantas se desarrollan sobre un medio sólido que sirve principalmente de soporte a las

plantas.

El sustrato debe suministrar a las raíces el agua necesaria para el desarrollo de la planta y el aire suficiente para la respiración de las raíces. De allí la importancia para mantener un equilibrio entre la cantidad de agua y aire disponible, (Bures, 1997).

d) Aeroponía

La aeroponía es el sistema hidropónico más moderno. Frente a los cultivos hortícolas tradicionales, instalados sobre un suelo normal, realizados frecuentemente al amparo de un sistema de protección (túneles o invernaderos), los cultivos sin suelo (hidropónicos o aeropónicos) aparecen como una alternativa imprescindible, (Zapp, 1991).

El primer sistema aeropónico fue desarrollado por el Dr. Franco Massantini en la Universidad de Pia (Italia), lo que le permitió crear las denominadas "columnas de cultivo". Una columna de cultivo consiste en un cilindro de PVC, u otros materiales, colocado en posición vertical, con perforaciones en las paredes laterales, por donde se introducen las plantas en el momento de realizar el trasplante. Las raíces crecen en oscuridad y pasan la mayor parte del tiempo expuestas al aire, de ahí el nombre de aeroponía. Por el interior del cilindro una tubería distribuye la solución nutritiva mediante pulverización media o baja presión, (Zapp, 1991).

La principal ventaja que aporta la aeroponía es la excelente aireación que el sistema proporciona a las raíces, uno de los factores limitantes con los que cuenta la hidroponía. Basta tan solo considerar que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua se mide en mg/L, o partes por millón (ppm), siendo de 5-10 mg/L a 20° C, mientras que la cantidad de oxígeno disuelto en el aire se mide en porcentaje (21%), lo que nos indica que la concentración de oxígeno en el aire es del orden de 20.000 veces más elevada que la concentración del mismo gas disuelto en el agua. Los principales inconvenientes que presentan los sistemas aeropónicos tradicionales son: el costo elevado de la instalación y las obstrucciones de las boquillas de pulverización que pueden producirse si no se dispone de presión suficiente y una instalación adecuada, (Zapp, 1991).

Los sistemas aeropónicos que se utilizan actualmente difieren considerablemente del que inicialmente utilizó el Dr. Massantini en Italia. En Israel, por ejemplo, investigadores de la Agricultural Research Organisation pusieron a punto un sistema comercial que denominaron Ein-GediSystem (EGS). En realidad, se trata de un sistema aero-hidropónico, que consiste en sumergir la mayor parte de las raíces en el seno de una solución nutritiva que se halla constantemente en circulación; la solución nutritiva se pulveriza sobre la parte alta de las raíces proyectando aire a alta presión por medio de una tubería finamente perforada mediante tecnología láser, en contracorriente con la solución nutritiva circulante. De esta forma, se consigue que una parte de la raíz esté permanentemente en contacto con la solución nutritiva re circulante y la otra se halle bien aireada, (Zapp, 1991).

Desde hace algunos años, investigadores australianos han puesto a punto nuevos sistemas aeropónicos comerciales, uno de ellos recibe el nombre de Schwalbach System (SS). El sistema consiste en un tanque de plástico de 200 L de capacidad que alimenta una cámara de crecimiento en la que se encuentran las raíces en completa oscuridad. Una bomba se encarga de distribuir y pulverizar finamente la solución nutritiva, lo que permite atender simultáneamente 60 puntos de distribución, por cada uno de los cuales se pulveriza la solución nutritiva a razón de 10 L/h. (Zapp, 1991).

La innovación aeropónica más recientemente desarrollada en Australia recibe el nombre de Aero-Gro System (AGS) Se caracteriza y distingue fundamentalmente de los demás sistemas aeropónicos porque incorpora tecnología ultrasónica, lo que permite proyectar la solución nutritiva a baja presión, con gotas finamente pulverizadas y sin problemas de obstrucciones en tuberías y boquillas de pulverización. Se trata de una tecnología basada en los principios que se utilizan en clínicas y hospitales para tratar pacientes que sufren determinados problemas asmáticos, la pulverización ultrasónica de agua vaporizada, a temperatura ambiente y a baja presión, (Zapp ,1991).

2.2.5. La calidad del agua y la solución nutritiva en Hidroponía

Para preparar la solución nutritiva se debe tener en cuenta la concentración de macro y micronutrientes en el agua. Generalmente el agua contiene calcio,

magnesio, azufre (en forma de sulfato) y boro y, por lo tanto, deben ser considerados al formular la solución nutritiva. También muchas fuentes de agua contienen sodio y cloruro; si los niveles son altos, aumentan la salinidad de la solución nutritiva y pueden provocar toxicidad a las plantas por esta razón que no se recomienda utilizar fertilizantes que contienen cloruros ni sodio, (Ávila y Valdivia, 2002)..

Los principales parámetros que se usan para determinar la calidad del agua son:

2.2.5.1. Conductividad Eléctrica (CE)

Es muy importante conocer la CE del agua. La CE mide el contenido total de sales que tiene el agua o la solución nutritiva: a mayor CE mayor contenido de sales y viceversa. La CE se expresa en miliSiemens (mS/cm) o en deciSiemens (dS/m). Los rangos de salinidad del agua son:

<0.5	mS/cm	agua no salina
0.5 – 1.0	mS/cm	agua de baja salinidad
1.2 --1.5	mS/cm	agua ligeramente salina
>1.5	mS/cm	agua salina

De acuerdo a los valores de CE, las aguas se pueden clasificar en: agua no salina (C1), agua de baja salinidad (C2), agua ligeramente salina (C3) y agua salina (C4), (Richards, 1985).

La CE de una solución nutritiva aumenta alrededor de 2% por cada grado Celsius (0C) de aumento de temperatura, por esta razón, actualmente se utilizan conductivímetros con compensación automática de temperatura.

Una solución nutritiva es una mezcla de diferentes sales, donde cada sal contribuye al valor de CE de la solución. Algunas sales como el nitrato de potasio, incrementan más el valor de CE de una solución que otras sales, como el nitrato de calcio o sulfato de magnesio, (Richards, 1985).

Para preparar sustancias nutritivas se recomienda usar aguas no salinas o de baja salinidad (menos de 1.0 mS/cm) aunque también se pueden usar aguas ligeramente salinas (de 1.0 a 1.5 mS/cm). Por otro lado, el empleo

de aguas salinas (más de 1.5 mS/cm), bajo ciertas restricciones, solamente debe destinarse a cultivos tolerantes a sales, (Richards, 1985).

Cuando se agregan los fertilizantes o las soluciones concentradas para preparar la solución nutritiva, la CE de la solución no debería exceder de 2.0 mS/cm, de lo contrario el crecimiento de las plantas podría ser afectado, principalmente en aquellos cultivos que son sensibles a las sales, (Ávila y Valdivia, 2002).

En los sistemas re circulantes, la concentración de la solución nutritiva del sistema depende de la concentración de sales que tiene la solución de entrada o solución nueva. Si la concentración de nutrientes de la solución de entrada es mayor a la concentración de nutrientes de la solución nutritiva que la planta está absorbiendo, entonces entra más nutrientes al sistema, aumentando la concentración de sales en la solución del sistema. En algunos casos se necesitará agregar más agua, lo cual evitará que se eleve la CE. Sin embargo, si la concentración de sales en la solución nutritiva de entrada es más baja que la que está absorbiendo la planta, entonces la concentración de sales en la solución nutritiva del sistema disminuye. Se recomienda que no sea mayor de 2.0 mS/cm y en verano, no mayor de 1.5 mS/cm., (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.2. Factor de Conductividad (Fc)

En un análisis de agua no se expresa este valor. El Fc es una medida de CE que se utiliza en algunos países, como Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda. La equivalencia es $1.0 \text{ mS/cm} = 10\text{Fc}$ (CEx10). (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.3. Total de Sales Disueltas (TSD)

El TSD es la concentración de una solución expresada como peso total de sales disueltas y se expresa en partes por millón (ppm). (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.4. pH

El pH mide la concentración de iones hidrógeno de una solución; a mayor concentración de iones hidrógeno libres, menor será el pH y viceversa.

El valor de pH permite conocer el grado de disponibilidad de los nutrientes minerales en la solución nutritiva y por lo tanto, su disponibilidad para las plantas. Es importante mantener el pH de la solución nutritiva en un rango ligeramente ácido, de 6.0 a 6.5 dentro de una escala de 0 a 14. El pH variará de acuerdo al tipo de cultivo, estado de crecimiento y a las condiciones ambientales, (Ávila y Valdivia, 2002).

Para modificar el pH de una solución nutritiva se puede agregar algún ácido o base. Cuando el pH es alcalino (mayor a 7.0), se agrega ácido y cuando el pH es ácido (menor a 7.0), se agrega una base. El pH cambia continuamente porque las plantas remueven iones de la solución nutritiva, (Ávila y Valdivia, 2002).

Los cambios en el pH de una solución ocurren a medida que cambia el balance de nutrientes.

En un sistema re circulante, como el NFT, el pH tiende a elevarse (mayor a 7.0) y tiene que ser ajustado a 6.5 añadiendo una solución ácida (ácido nítrico, fosfórico o sulfúrico) a la solución nutritiva. Esto permite que se mantenga el pH dentro de un rango adecuado por mayor tiempo, sin necesidad de ajustar diariamente el pH.

Para ajustar el pH a un rango óptimo se puede preparar soluciones diluidas de ácido. A mayor concentración de sales en la solución nutritiva, se necesitará mayor cantidad de ácido para reducir el pH, (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.5. Presencia de Sodio

El sodio tiende a acumularse rápidamente en soluciones nutritivas que han sido preparadas con aguas con un alto contenido en sodio. El sodio puede incrementarse a través del suministro continuo de agua en la solución

nutritiva, a menos que ésta sea renovada periódicamente.

El sodio es uno de los elementos más problemáticos en sistemas re circulantes (NFT) y aún en sistemas abiertos. El sodio en altas concentraciones es tóxico para ciertos procesos en la planta. En hojas reduce la fotosíntesis y reacciones enzimáticas; sin embargo, las plantas tienen la capacidad de bloquear la absorción de sodio dentro de la hoja, (Ávila y Valdivia, 2002).

El problema real con el sodio en sistemas re circulantes es que es potencialmente tóxico para las plantas a altos niveles y también a bajos niveles, lo cual contribuye a elevar los valores de CE de la solución nutritiva, desplazando a los elementos esenciales, (Ávila y Valdivia, 2002).

Las fuentes de sodio en el agua son el cloruro de sodio y el bicarbonato de sodio, los cuales contribuyen a elevar la CE de una solución nutritiva. El bicarbonato de sodio contribuye a elevar la CE de una solución nutritiva más que el cloruro de sodio.

En sistemas hidropónicos re circulantes, niveles de 50 ppm de sodio pueden ser tóxicos para cultivos como lechuga, fresa, hierbas aromáticas, rosas y otros cultivos de flor cortada. Las plantas tolerantes como el tomate, pueden soportar concentraciones mayores de 250 ppm antes que ocurra algún efecto negativo, (Ávila y Valdivia, 2002).

2.5.5.6. Presencia de Boro

El boro es otro elemento común en fuentes de agua y puede acumularse a niveles excesivos en sistemas hidropónicos re circulantes. Si se preparan soluciones nutritivas con aguas que contienen boro, éstas deberán ajustarse a la fórmula de la solución nutritiva.

Las concentraciones de boro recomendadas en una solución nutritiva para un sistema re circulante está entre 0.3 y 0.7 mg/l; sin embargo, algunas fuentes de agua pueden contener boro a estos niveles y puede acumularse cada vez que se incrementa agua en la solución nutritiva para evitar su acumulación, se deberá renovar la solución nutritiva periódicamente. Aguas

con niveles mayores de 0.7 ppm de boro pueden provocar toxicidad, principalmente en cultivos sensibles al boro, (Ávila y Valdivia, 2002).

Al igual que el sodio, el boro también puede estar presente en el agua con niveles ligeramente altos y, con un adecuado manejo de la solución nutritiva, se puede recomendar su uso para la producción hidropónica de lechuga, (Ávila y Valdivia, 2002).

Los síntomas de toxicidad de boro se presenta con un enroscamiento hacia arriba de hojas jóvenes, llegando a ser frágiles y de color marrón, para luego secarse. Las hojas nuevas pueden ser pequeñas y pálidas. Las hojas adultas son afectadas primero, luego mueren y caen y en casos extremos con altos niveles de boro, la planta puede morir prematuramente, (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.7. Carbonatos y bicarbonatos

Se recomienda que el agua esté libre o contenga bajas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos. En aguas con alto contenido de carbonatos y bicarbonatos (mayores a 5.0 meq/l), el Ca, Mg, Mn, y el Fe, tienden a precipitarse y al no estar disponibles, las plantas muestran sus deficiencias, (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.5.8. Relación de Adsorción de Sodio (RAS)

El RAS es un índice que mide la acumulación de sodio en el agua. De acuerdo al RAS, las aguas pueden clasificarse en:

Agua baja en sodio (S1), agua media en sodio (S2), agua alta en sodio (S3) y agua muy alta en sodio (S4).

Las aguas con altos niveles en sodio (S3 y S4) pueden producir toxicidad en un gran número de cultivos, principalmente en aquellos cultivos sensibles a las sales, (Richards, 1985).

A diferencia de la lechuga, el tomate es tolerante a sales. Esta es una de las razones por qué la calidad del fruto puede ser mejorado cultivando

plantas con altos valores de CE en a solución (de 5.0 a 10.0 mS/cm). Altos niveles de cloruro de sodio (ClNa) en la solución nutritiva disminuyen el rendimiento pero mejoran la calidad del fruto en términos de color, vida de almacenamiento, sabor y composición química (peso seco, sólidos solubles totales y acidez, contenido de azúcares reductores, cloro y sodio, pigmentos pericárpicos y CE del jugo), (Ávila y Valdivia, 2002).

El manejo y cambio de la solución nutritiva dependerá de la composición del agua. El cambio de solución nutritiva se realiza debido a los desbalances nutricionales. La razón principal se debe al incremento de elementos potencialmente tóxicos, tales como el sodio y en menor grado el boro, manganeso y hierro. La acumulación de elementos como el sodio y boro, puede ocurrir rápidamente cuando se agrega agua al tanque, (Ávila y Valdivia, 2002).

La acumulación de estos elementos puede causar serios daños al cultivo y pérdidas en el rendimiento y calidad. Una herramienta de manejo es monitorear el elemento problema en la solución nutritiva para decidir cuándo descartarla y renovarla. El monitoreo puede hacerse a través de un medidor de iones específicos o tomar muestras para su análisis en el Laboratorio, (Ávila y Valdivia, 2002).

Si la solución nutritiva tiene la formulación correcta y, si se adiciona soluciones concentradas de acuerdo al requerimiento del cultivo, es poco probable que se presente alguna deficiencia que limite el crecimiento y desarrollo de éste.

En sistemas abiertos hay menos riesgos de un desbalance nutricional; sin embargo, en sistemas cerrados sucede todo lo contrario. La CE, el TSD sólo indican la concentración de sales totales y no la concentración específica de cada elemento en una solución nutritiva, (Ávila y Valdivia, 2002).

Algunos de los factores que determinan cuándo cambiar o no la solución nutritiva son: la calidad del agua, la fuente del fertilizante, las condiciones climáticas y el volumen de solución nutritiva por planta en el sistema. A

menor volumen de solución y a mayor CE del agua, mayor será la frecuencia de cambio de la solución. Como la tasa de absorción de nutrientes es más lenta en invierno que en verano, la frecuencia de cambio de la solución debe ser menor en invierno y mayor en verano, (Ávila y Valdivia, 2002).

En un sistema recirculante, se recomienda renovar totalmente la solución nutritiva, cada dos semanas en verano, mientras que en invierno puede ser renovada totalmente cada tres o cuatro semanas. Es preferible controlar periódicamente la CE y el pH antes de decidir si se elimina completamente la solución nutritiva y se reemplazarla por una nueva, (Ávila y Valdivia, 2002).

2.2.6. MANEJO DEL INVERNADERO EN AEROPONIA

2.2.6.1. Practica de asepsia

El cultivo de tomate en invernaderos requiere de estrictas medidas de sanidad para evitar conminaciones. En aeroponía, estas medidas deben ser aun de estándares más estrictos. Asumiendo que todo el invernadero esta adecuadamente sellado, ningún tipo de insecto debe de ser permitido al interior. el encargado del invernadero debe ser adecuadamente entrenado. La antecámara es un componente importante del invernadero. Se deben evitar entradas y salidas innecesarias, (Otazú, 2009).

Los visitantes en lo posible deben de permanecer afuera. El operador no debe de haber visitado un campo de cultivo antes de ingresar al invernadero. Al entrar a un invernadero solo la puerta de la antecámara se debe abrir. Nunca abrir ambas puertas al mismo tiempo. La antecámara debe de tener un lavatorio con agua y los siguiente materiales: 2 a 3 mandiles limpios, jabón solido o liquido, una botella plástica conteniendo hipoclorito de sodio (calcio) al 2%, papel toalla, (Otazú, 2009).

Además, a la entrada se debe de poner una bandeja con cal viva en polvo o polvo de azufre. Colocando los zapatos en esta bandeja evita el ingreso

de ácaros y esporas de patógenos del suelo al interior del invernadero. Un trapo empapado en una solución de sulfato de cobre o amonio cuaternario (cloruro de benzalkonio y otros sinónimos) cumple similar función. Si no se van a manipular las plantas se deben de lavar las manos con jabón y agua. Si se van a tocar las plantas, además del jabón y agua, el desinfectante también debe de ser usado. Si se van a manipular plantas por un periodo prolongado, es mejor utilizar guantes descartables. El desinfectante debe de ser utilizado después de manipular una planta y antes de empezar con la siguiente. El operador debe de usar siempre mandil, el que debe de estar colgado en la antecámara y nunca debe salir fuera del invernadero. Este procedimiento disminuye las posibilidades de entrada de insectos que se puedan impregnara nuestra ropa, (Otazú, 2009).

2.2.6.2. Reglas de asepsia

Nunca abrir ambas puertas al mismo tiempo.

Pise en la bandeja desinfectante antes de entrar.

Si no va a tocar las plantas lávese las manos con jabón.

Si va a tocar las plantas use el desinfectante antes.

Use siempre un mandil en el interior.

No se permite bebidas, ni comidas.

El Hipoclorito de Sodio se vende usualmente en tiendas como legía en concentraciones que varían de 3 a 5 %. Una solución de 0.1% es suficiente para desinfección superficial de la plántula. Esto usualmente elimina a la mayoría de bacterias.

El Hipoclorito de Calcio viene como polvo blanco que puede ser disuelto en agua.

Ambos productos son usados para el tratamiento del agua potable. Ambos compuestos son descompuestos por la acción de la luz solar, de modo que si usan botellas de plástico, estas deben de ser recubiertas por papel

aluminio para evitar el ingreso de luz. para eliminar virus se necesita una solución del 2% de hipoclorito de calcio.

El alcohol absoluto diluido al 70% es también eficiente para la desinfección de manos. (Otazú, 2009).

2.2.6.3. Manejo fitosanitario

La colocación de trampas amarillas en 2 o 3 puntos del invernadero no solo ayuda a controlar insectos, sino es útil para detectar su presencia. Las trampas que tienen insectos muy a menudo, significa que debe haber entradas mal selladas en algún punto del invernadero, o que el operador está siendo descuidado. La malla antiáfida es a prueba de insectos, pero no a prueba de esporas de patógenos. Esporas de *Phytophthora*, *Oidium* y otros patógenos pueden atravesar la malla al interior del invernadero y si encuentra condiciones climáticas favorables desarrollaran la enfermedad. En este caso se deben de utilizar fungicidas. Se recomienda utilizar el 50% de dosis recomendada para plantas aerónicas. Se recomienda también usar normas de uso seguro de plaguicidas. Cuando se emplea pesticidas, siempre se debe usar equipo de protección. se debe contar con una escalera portátil para manejar las plantas aerónicas, (Otazú, 2000).

2.2.6.4. Manejo del clima interno

Se debe contar con un termómetro de máxima y mínima dentro del invernadero. El operador debe registrar temperaturas diarias: máximas, normales y mínimas.

Temperaturas nocturnas mínimas por debajo de 4°C son muy bajas para aeronía. Así mismo, temperaturas máximas (diurnas) por encima de 30°C son muy calientes. Las mallas sombreadoras ayudan mucho a reducir las temperaturas diurnas, (Otazú, 2009).

Cuando las temperaturas se elevan demasiado, ayuda a colocar bolsas de plástico con hielo en el interior del tanque que contiene la solución nutritiva. También se puede usar radiadores de enfriamiento, pero esto eleva los costos de producción, (Otazú, 2009).

2.2.6.5. La fuente de agua

Este es otro factor importante a observar. Usualmente el agua potable se trata con cloro.

Tanto el cloro como el sodio son elementos que incrementan significativamente la conductividad eléctrica del agua. Cuando el agua potable se usa para regar plantas en sustratos normales, el cloro es mayormente ofensivo porque se combina con compuestos orgánicos para formar cloruros, los que son nocivos para las plantas. En hidroponía y aeroponía el cloro está directamente disponible para las plantas y puede ser dañino si está presente en concentraciones mayores a 2ppm. El síntoma común es el quemado de las puntas de raicillas. El indicador que mide la cantidad de sales en el agua es la conductividad eléctrica (CE). A mayor contenido de sales, es mayor la CE y viceversa. La CE es expresada en milisiemens por centímetro (ms/cm), decisiemens por metro (ds/m) o milimhos por centímetro (mmhos/cm). el agua se usada en aeroponía debe tener una baja CE que no exceda 1mS/cm. El pH del agua es otro indicador útil. Fuentes de agua con un pH mayor a 8 son cuestionables para uso de aeroponía. es muy útil tener un análisis del agua aunque las medidas de CE y pH caigan dentro de niveles aceptables. (Otazú, 2009)

El otro problema que tener con la fuente de agua es la contaminación biológica. Fuentes de agua de pozos superficiales, especialmente ubicados cerca de centros urbanos probablemente estén contaminadas con bacterias coliformes incluyendo a Erwinia (Pectobacterium). Aguas cuya fuente es sospechosa deben pasar por un análisis microbiológico. Hay filtros especiales para minimizar estos riesgos. Si es posible, el agua debe de ser filtrada antes de ir al tanque de nutrientes. Hervir el agua es otra alternativa si no existiera otra. (Otazú 2009)

2.2.6.6. Plantines de tomate

Producir un plantín de buena calidad es fundamental porque de ello depende, en gran parte, el resultado final de la producción.

Las bandejas deben colocarse sobre una mesada uniforme, a una altura mínima de 50 cm sobre el nivel del suelo. Se deben utilizar bandejas con un volumen de celda por lo menos de 50 cm³, para lograr un buen desarrollo del plantín. (SEMIAGRO, 2012)

El sustrato debe ser liviano, con buen drenaje, capaz de retener agua y tener un pH 5,6 a 6,5. Deberá estar libre de malezas, enfermedades y plagas. Si no se tiene seguridad de ello, se debe realizar la desinfección del mismo mediante calor o solarización, (SEMIAGRO, 2012).

Dependiendo de la calidad del sustrato será necesario o no la fertilización. Si aparecen deficiencias nutricionales en el desarrollo del plantín se podrán realizar fertilizaciones foliares. Los plantines que se pueden trasplantar deben ser jóvenes, sanos, compactos, con 3 a 4 hojas verdaderas bien desarrolladas.

Unos días antes del trasplante (7 a 10) se deben reducir los riegos, para provocar el endurecimiento de los plantines. Eliminar hojas dañadas o manchadas al trasplante. Para retirar las plantas de la almaciguera, realizar el día del trasplante un riego abundante, (SEMIAGRO, 2012)

2.2.6.7. Solución nutritiva

Los nutrientes para las plantas de tomate aeropónico son suministrados en forma de soluciones nutritivas que se consiguen en el comercio agrícola. Las soluciones pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes como para que se justifique hacer una inversión en materias primas para su preparación. Alternativamente, si las mismas estuvieran disponibles en el comercio, es preferible comprar las soluciones concentradas, ya que en este caso sólo es necesario disolverlas en un poco de agua para aplicarlas al cultivo, (Rodríguez, 2001).

Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas, (Rodríguez, 2001).

Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (Carbono, Hidrógeno y Oxígeno), ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos: (Rodríguez, 2001).

Indispensables para la vida de los vegetales:

Cantidades en que son requeridos por las plantas

Grandes Intermedias Muy pequeñas

(elementos menores)

Nitrógeno Azufre Hierro

Fósforo Calcio Manganeseo

Potasio Magnesio Cobre

Zinc

Boro

Molibdeno (Potash & Phosphate Institute, 1997)

Útiles pero no indispensables para su vida:

Cloro

Sodio

Silicio (Potash & Phosphate Institute, 1997)

Innecesarios para las plantas, pero necesarios para los animales que las consumen:

Cobalto

Yodo (Potash & Phosphate Institute, 1997)

Tóxicos para el vegetal:

Aluminio (Potash & Phosphate Institute, 1997)

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquéllos que se han denominado elementos menores. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas.

De los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de las plantas, 13 son nutrientes minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo (suelo) entran a la planta a través de las raíces. El déficit de sólo uno de ellos limita o puede disminuir los rendimientos y, por lo tanto, las utilidades para el cultivador. De acuerdo con las cantidades que las plantas consumen de cada uno de ellos (no todos son consumidos en igual cantidad) los 13 nutrientes extraídos normalmente del suelo son clasificados en tres grupos, (Potash & Phosphate Institute, 1997).

La localización de los síntomas de deficiencia en las plantas se relaciona mucho con la velocidad de movilización de los nutrientes a partir de las hojas viejas hacia los puntos de crecimiento; en el caso de los elementos más móviles (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) que son traslocados rápidamente, los síntomas aparecen primero en las hojas más viejas. Los elementos inmóviles, como el Calcio y el Boro, causan síntomas de deficiencia en los puntos de crecimiento. En algunos elementos, el grado de movilidad depende del grado de deficiencia, la especie y el nivel de nitrógeno. Hay muy poca movilidad del Cobre, el Zinc y el Molibdeno desde las hojas viejas hacia las hojas jóvenes, cuando las plantas están deficientes en esos elementos. Elementos mayores (Nitrógeno, Fósforo, Potasio) El Nitrógeno, Fósforo, y Potasio se denominan "elementos mayores" porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que la tierra no puede suministrarla en forma completa. Se consumen en grandes cantidades, (Potash & Phosphate Institute, 1997).

MODO DE USO DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA “LA MOLINA”

La fórmula de la solución hidropónica La Molina se prepara con los siguientes fertilizantes:

Solución Concentrada A: (para 5.0 litros de agua, volumen final)	Pesos
Nitrato de potasio	550.0 g
Nitrato de amonio	350.0 g

Superfosfato triple	180.0 g
Solución Concentrada B: (para 2.0 litros de agua, volumen final)	Pesos
Sulfato de magnesio	220.0 g
Quelato de hierro 6% Fe	17.0 g
Solución de Micronutrientes	400 ml
Solución Micronutrientes: (para 1.0 litro de agua destilada o hervida)	Pesos
Sulfato de Manganeso	5.0 g
Ácido Bórico	3.0 g
Sulfato de Zinc	1.7 g
Sulfato de Cobre	1.0 g
Molibdato de Amonio	0.2 g

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Pesar por separado y con cuidado los fertilizantes en las cantidades indicadas. Se explicará el modo de preparación de las soluciones concentradas A y B para la Presentación Juego en Sales, (Rodríguez, 2001).

Solución Concentrada A

Dentro del envase de la **Presentación Juego en Sales** hay dos bolsas; una contiene los fertilizantes para preparar la Solución Concentrada A: nitrato de potasio, nitrato de amonio y superfosfato triple.



Echar 3 litros de agua en un recipiente graduado



Disolver el nitrato de potasio. Agitar vigorosamente hasta observar que el fertilizante se disuelva totalmente. Luego agregar el nitrato de amonio; agitar y disolver



Por otro lado, remojar el superfosfato triple en aproximadamente 250 ml de agua. Agitar continuamente. Verter el sobrenadante sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio. Repetir esta operación varias veces, agregando poca agua (apenas 50 ml), hasta observar un color claro (transparente). En el fondo queda la arena. Eliminar el residuo final (arena).



Una vez que los tres fertilizantes se encuentran juntos en el recipiente, agregar agua hasta completar un volumen final de cinco litros.

Almacenar la solución concentrada A en un recipiente con tapa.



Solución Concentrada B

Dentro del envase de la **Presentación Juego en Sales** la segunda bolsa contiene los fertilizantes para preparar la Solución Concentrada B: sulfato de magnesio, quelato de hierro y micronutrientes.



En un recipiente graduado, disolver el sulfato de magnesio en un litro de agua. Agitar vigorosamente hasta que se disuelva totalmente.



En otro recipiente, verter la mezcla de micronutrientes sobre agua destilada o hervida. Agitar hasta disolver totalmente. Echar esta solución sobre la solución de sulfato de magnesio.



Echar el quelato de hierro sobre la solución que contiene sulfato de magnesio y micronutrientes. Agitar continuamente hasta disolverlo totalmente. Finalmente, agregar agua hasta completar un volumen final de dos litros.



Almacenar la solución concentrada B. Para mayor duración, guardar en frasco oscuro y en un lugar fresco.

PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

Agitar previamente las soluciones concentradas A y B.

Para preparar un litro de solución nutritiva, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml de la solución concentrada B en un litro de agua. Si desea preparar 20, 50, 100 o más litros de solución nutritiva, aplicar la misma relación, (Rodríguez, 2001).

CONCENTRACIÓN DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA

La solución nutritiva preparada con solución hidropónica La Molina® tiene la siguiente concentración:

210 ppm K	1.00 ppm Fe
190 ppm N	0.50 ppm Mn
150 ppm Ca*	0.50 ppm B*
70 ppm S*	0.15 ppm Zn
45 ppm Mg*	0.10 ppm Cu
35 ppm P	0.05 ppm Mo

1 ppm (una parte por millón) = 1 mg/litro
*incluye las cantidades que aporta el agua

No existe una solución nutritiva óptima para todos los cultivos, porque no todos tienen las mismas exigencias nutricionales, principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio. Existe un gran número de soluciones nutritivas para distintos cultivos, y muchas satisfacen los requerimientos de un buen número de ellos, (Rodríguez, 2001).

La concentración de la solución nutritiva variará, según el agua que se utilice para prepararla. Por otro lado, la fórmula puede ser ajustada a la concentración que uno desee aplicar conociendo previamente el análisis de agua. También la fórmula puede ser ajustada de acuerdo a los fertilizantes que se puedan conseguir en otros países, (Rodríguez, 2001).

¿CÓMO USAR LA SOLUCIÓN NUTRITIVA?

Para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis: 2.5 ml de solución A y 1.0 ml de solución B por litro de agua. La mitad de dosis se aplica diariamente desde la aparición de la primera hoja verdadera durante los primeros días del almácigo (5-7 días); luego se continúa el riego con la dosis completa, (Rodríguez, 2001).

Para producir forraje verde hidropónico se usa la cuarta parte de la dosis: 5 ml de solución A y 2 ml de solución B para cuatro (4) litros de agua. El riego con solución nutritiva se aplica desde el 5º hasta el 8º día; luego regar con agua hasta la cosecha (10-12 días), (Rodríguez, 2001).

2.3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS

GUEVARA, L. (1997) En un estudio realizado en la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua con el título “Sistema de Hidroponía y Aeroponía popular como una alternativa de alivio ante la Pobreza”, determinó que el cultivo de hortalizas mediante este sistema ofrece una rentabilidad satisfactoria en la mayoría de los cultivos, obteniéndose resultados positivos y la relación beneficio/costo fue de 3.32 para el apio y de 4.34 para la lechuga.

LAZO, H. (2004). En un estudio de seis híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de crecimiento indeterminado en la Costa Sur, con el sistema de trasplante y con riego superficial, realizando cinco recojos, obtuvo la mayor producción con el híbrido Ha-3059 con 117.99 t/ha., seguido de Ha-3329 con 114.02 t/ha. y Ha-3302 con 104.99 t/ha.

MATEUS, J. (2010), realizó un estudio sobre el efecto del ambiente sobre la producción de minitubérculos de diez genotipos de papa cultivados bajo un sistema aeropónico, arribó en sus principales resultados, que los genotipos mostraron una alta variación en todas las respuestas, los días ala tuberización fueron influenciados por el componente genético, la temperatura y la intensidad del PAR. Se registraron incremento en los ciclos vegetativos para todos los genotipos, además de altura de plantas y peso seco de plantas.

AVILA y VALDIVIA, (2002), efectuaron un trabajo de investigación sobre la “Construcción y Comprobación de tres sistemas de Hidroponía con dos variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tinglado Huasacache, Hunter- Arequipa” donde probaron tres sistemas hidropónicos, resultando el mejor el sistema NFT (Nutrient Film Technique) alcanzando los mejores resultados en altura de planta con un promedio de 24.23 cm, el numero de hojas un promedio de 26.00 unidades por planta y un peso de 158.23 gr./planta. Concluyendo que en este sistema se obtuvieron estos resultados debido a que la raíz de la planta tuvo mejor oxigenación, pues el movimiento del agua producía oxígeno y en los otros dos sistemas no hubo circulación de agua.

OTAZU, C. (2009) En el “Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía” expuso un trabajo de investigación sobre el sistema Aeropónico en el cultivar de papa (*Solanum tuberosum* L.) para la producción de semilla pre-básica en alternativa para el uso del bromuro de metilo, tal investigación se realizó en la ciudad de Lima para el Centro Internacional de la Papa (CIP), obteniendo hasta 70 tuberculillos en tres cultivares

teniendo un peso de promedio de 859 gr. por planta.

POLIANA, A. (2009) En un estudio realizado en la Universidad Federal Rural de la Amazonía de Brasil sobre la “Productividad y concentración de Nitrato en Cultivares de Lechuga conducido en sistema Aeropónico en los municipios de Altamira y Belén, en el Estado de Para- Brasil.”, trató sobre la productividad y concentración de nitrógeno en distintos cultivares de lechuga, conducido en un sistema aeropónico donde los mejores resultados fueron observados en la localidad de Altamira con los cultivares Babá- de-Verão y Amanda, estas también presentaron mejores respuesta en la localidad de Belén.

SERVERN y DANEEL. (2008) En un estudio de la respuesta de raíces de banano a la infección con *Fusarium* del banano, conocido como el Mal de Panamá, desarrollaron un sistema aeropónico, donde la automatización con un timer para el sistema de riego fue regar las plantas fueron 6 veces al día durante dos minutos cada vez con intervalos a las 6.00 am., 9.00 am., 12.00 m. 3.00 pm., 6.00 pm. y 0.00 m. Llegaron a la conclusión que el sistema aeropónico proporciona un método sencillo y no destructivo para estudiar la infección y colonización de las raíces por *F. oxysporum f. sp. cubense* y *R. similis*. El sistema también hace posible realizar estudios histológicos e histoquímicos, ya que se puede manipular el sitio de inoculación y la tasa de infección.

VERA (2013), en un trabajo sobre densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de tomate (*Solanum Lycopersicum L. var. Galilea*) en zona árida – Arequipa, determinó que el rendimiento comercial más alto fue el tratamiento con tres brazos y 27 778 plantas/ha. con 212.52 t/ha. y el menor, el testigo (sin poda-sin tutorado) y 13 889 plantas/ha. con 115.82 t/ha.

VALERIANO, E., (2007). Realizó un trabajo sobre un comparativo de dos híbridos de tomate, bajo condiciones de cobertura tipo túnel en la localidad de Huasacache, obteniendo 202.90 t/ha para Dominique y 191.96 t/ha. para HA-3108.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo bajo condiciones de invernadero se realizó en las instalaciones de la Universidad Católica de Santa María, en el Fundo “La Banda” - Huasacache, Distrito de Hunter, Provincia y Departamento de Arequipa. Geográficamente se halla a $16^{\circ}27'51''$ de Latitud Sur, $71^{\circ}34'30''$ de Longitud Oeste y a una altura media de 2191 m.s.n.m. (Fotografía 01)

FOTOGRAFÍA No. 01 Fundo “La Banda”, Huasacache, Hunter.



3.2. FECHA DE INICIO Y TÉRMINO

La rehabilitación del Invernadero Tipo Gran Túnel y la construcción del Sistema aeropónico fue del 16 de agosto 2012 al 14 de Setiembre del mismo año. La comprobación del funcionamiento de este módulo fue con el cultivo de tomate.

3.3. HISTORIA DEL LUGAR EXPERIMENTAL

El invernadero donde se realizó este estudio, fue refaccionado y rehabilitado completamente (Fotografía 03 y 04).

3.4. CLIMATOLOGÍA

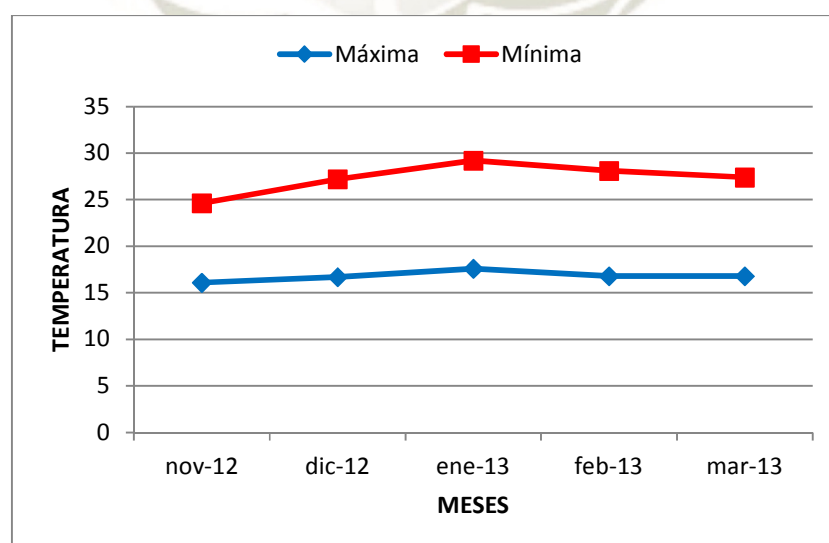
Los datos climáticos se obtuvieron de la Estación Meteorológica de Huasacache, perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), estos datos se encuentran en el Anexo 01 y la representación gráfica en el Gráfico 01

La temperatura máxima mensual se registra en el mes de Enero 2013 con 17.6°C y la temperatura mínima mensual más baja en el mes de Enero del 2012 con 8.4 °C; en cuanto a la humedad relativa la más alta se registra en el mes de Febrero 2013 con 72.81% y la más baja en Noviembre 2012.

La evaporación más alta registrada en tanque clase “A” fue de 218.6 mm./mesen el mes de Noviembre 2012 y la más baja en el mes de Febrero 2013 con 124.6 mm./mes. El mayor número de horas de sol fue registrado en el mes de octubre con 10.6.

La precipitación más alta fue registrada en Febrero 2013 con 43.3 mm.

GRAFICO 01. Temperaturas en el Fundo “La Banda” (Noviembre 2012-Marzo 2013)



3.5. RECURSO AGUA

El agua que se utilizó en el estudio fue potable, en la que se observa que por sus características es un agua de buena calidad, según el Índice de Scott, la clasificación Willcoc y sus valores de pH y CE. En cuanto al RAS presenta un nivel bajo y según la Clasificación del Laboratorio de Salinidad de Riverside, es un agua C2S1, lo que indica que es un agua con salinidad media y con contenido bajo de sodio, apta para todo tipo de riegos. (Anexo No. 02)

3.6. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.6.1 MATERIALES

a) Materiales de campo

- **Materiales de invernadero**
 - Barra de acero de 12mm
 - Cobertor platermic
 - Pegamento para plástica
 - Malla sombreadora 80%
 - Cordel
 - Soldadura
 - Electrodo
 - Bolsa de cemento
 - Espuma
 - Jebe
- **Materiales de los cajones**
 - Listones de madera de 2" x 2" x 0,94 m
 - Listones de madera de 2" x 2" x 0,80 m
 - Listones de madera de 2" x 2" x 2,45m
 - Planchas de tecnopor de 2" (grosor), 2,40 x 1,20m
 - Plástica negra gruesa de 3m de ancho
 - Plástica transparente de 3 m de ancho
 - Plástica negra delgada de 3m de ancho
 - Pintura selladora contra humedad

- Sellador de plástico
- Cinta vinil duct
- Cinta adhesiva gruesa
- Pegamento de silicona
- Empalmes
- Tirafores de 1/4"
- Taladro
- Cuchilla
- Tubo de acero
- Regla metálica
- Vernier
- **Sistema aeropónico**
 - Tanque de 600 litros
 - Electrobomba 0.85 Hp
 - Programador de tiempo (timer)
 - Llave electromagnética
 - Cable eléctrico N° 12
 - Tablero eléctrico
 - Filtro de anillos de 1"
 - Tubo negro de polietileno de 1/2" o 16 mm
 - Tubería de agua (PVC) de 3m, 1"
 - Unión tipo codo (PVC) de 1"
 - Unión tipo T de 3/4"
 - Unión de 1x2"
 - Unión universal de 1x2"
 - Reductor de 1 a 3/4"
 - Reductor de 3/4" a 1/2"
 - Convector
 - Llave de paso tipo bola 1"
 - Llave de paso de 1/2"
 - Manómetro
 - Válvula de pie (Check)
 - Sumidero de 1"
 - Microaspersores Azud Raintec

- Cinta teflón

b) Materiales de Laboratorio

- Balanza Analítica
- Medidor de pH
- Medidor de conductividad eléctrica
- Termómetros de mínima y máxima
- Pipeta
- Agitador
- Matraz
- Mortero
- Papel filtro
- Agua destilada
- Hipoclorito de sodio al 2%
- Jabón líquido
- Bisturí
- Mandiles
- Guantes de látex
- Machero
- Botella plástica
- Dosis de Solución nutritiva La Molina, (Fotografía No. 05 y No. 06)

c) Material biológico

- Plantines de tomate cultivares "Tyson", "Tytanio", "Galilea".

d) Material de Escritorio

- Cámara Digital
- Lapiceros
- Computadora
- Hojas de papel Bond.
- Reglas.
- Calculadora.

- Programa Computacional de la Universidad Autónoma de México.
- Libreta de Campo.

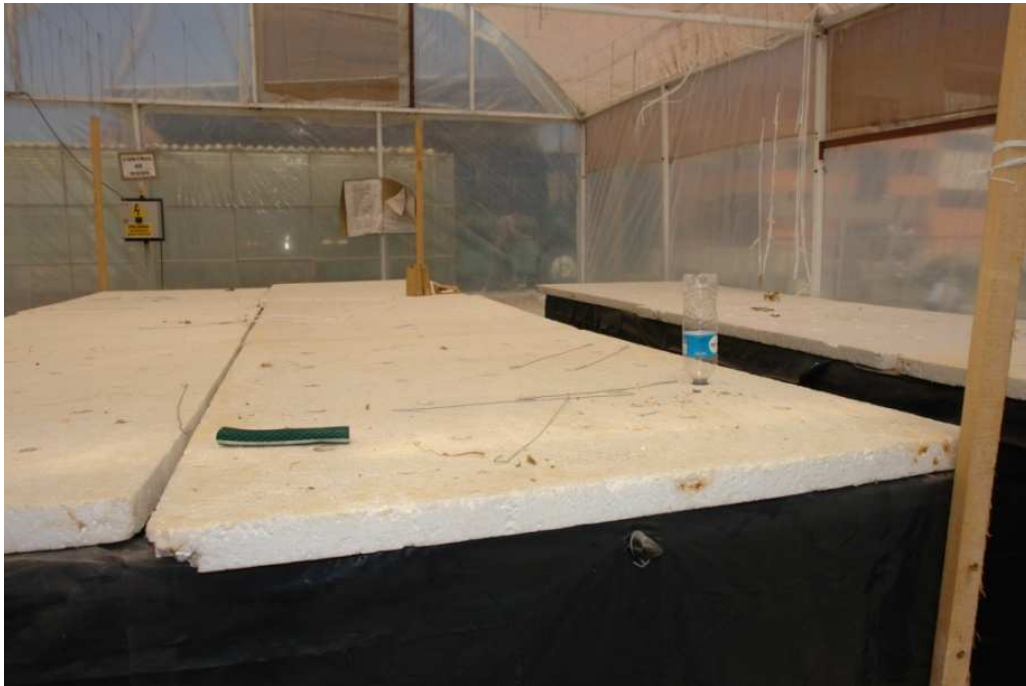
3.6.2. METODOLOGIA

a) Diseño y construcción del Módulo

En la fotografías 2 se muestra una vista del interior del Módulo, donde se desarrolló el experimento. En la fotografía 3 se presenta una vista de las camas.

FOTOGRAFIA 2. Vista del interior del Módulo aeropónico



FOTOGRAFIA 3. Camas de aeroponía en el interior del invernadero**b) Construcción de los cajones**

Se construyeron 2 cajones de 1m. de altura por 1.20m. de ancho por 4.5 m. de largo y 2 cajones de 0.80 m. de altura por 1.2m. ancho por 4.5 m. de largo, con la presencia de ventanas laterales cada metro para facilitar la labor de cosecha secuenciadas al operador; cuando el sistema está en operación el líquido sobrante regresa al tanque por gravedad esto se logra debido a que en la construcción de los cajones estos tuvieron una ligera pendiente. Se tomaron las correspondientes medidas para perforar, utilizando taladro con broca para colocar los tirafones.

c) Conexión e instalación de la manguera

Una vez taladrado se procedió a realizar el respectivo empalme y conexión utilizando los tirafones. Realizado el empalme del armazón se procedió a efectuar los respectivos orificios con el taladro y broca para el pasaje de la manguera de riego de 16mm. con los nebulizadores cada 65cm.

d) Instalación del tecnopor

Se procedió a cubrir con planchas de tecnopor todo el cajón, procurando dejar el espacio correspondiente a las ventanas, luego se diseñó las tapas de tecnopor, las cuales tienen agujeros de 1 pulgada para sujetar las plantas; 4 filas de agujeros distanciados a 25cm. fue lo más adecuado.

e) Cobertura con plástico negro

Se cubrió el interior del cajón con plástico negro, con el fin de evitar la entrada de luz al sistema radicular de las plantas, siendo el piso y la parte lateral recubiertos con plástico negro grueso, evitando de esta manera filtraciones: para cubrir la parte externa de las tapas, ésta se realizó con plástico blanco evitando así una mayor concentración de calor y dándole una mayor luminosidad a las plantas; para las cortinas de las ventanas laterales se utilizó plástico delgado negro.

f) Instalación eléctrica y de gasfitería

Se procuró que la conexión de electricidad sea independiente para el módulo, se previó la existencia de una fuente alterna de electricidad la cual estuvo disponible todo el tiempo en caso se presentará algún corte de energía eléctrica fortuito, ya que el módulo no debe estar sin energía eléctrica por más de una hora. Luego se procedió a instalar la electrobomba así como el tanque en donde se colocará la solución nutritiva; se trató que la parte superior del tanque esté por debajo del nivel de los cajones, con el objeto que la solución nutritiva sobrante de los nebulizadores regrese por gravedad al tanque. La salida del desagüe se ubicó en la parte más baja de los cajones.

g) Instalación del Timer y nebulizadores

Se procedió a instalar el programador de tiempo (Timer), procurando una correcta calibración, de esta manera se tuvo que los tiempos fueran cada 15 minutos, con un tiempo de 30 segundos de riego, acorde a la estación, así para noches frías se calibra el timer de modo tal que el sistema funciones cada hora por 15 minutos, durante el día se puede programar para un funcionamiento de 15 minutos por cada 15 minutos de periodo de inactividad. En el caso de los

nebulizadores estos se instalaron cada 65cm. (Fotografía 4)

FOTOGRAFIA 04. Programador de Riegos o “Timer” en el Módulo aeropónico



h) Trasplante del Cultivo Tomate

Los plantines fueron proporcionados por la firma comercial SEMIAGRO S.A. (Tyson, Tytanio y Galileo). Se colocaron en la Cámara de ingreso en cajones de madera, impermeabilizadas con plástico agrícola y regadas desde el 20 al 27 Octubre del 2012. Luego fueron colocados en los cajones definitivos, haciendo previamente una limpieza del sustrato empleado y desinfectando con

el fungicida comercial Ridomil. (Fotografías 5,6 y 7) y (Fotografía 8 y 9)

FOTOGRAFIA 5. Variedad Tyson (Tratamiento 1)



FOTOGRAFIA 6. Variedad Tytanio (Tratamiento 2)



FOTOGRAFIA 7. Variedad Galilea (Tratamiento 3)



FOTOGRAFIA 8. Trasplante de plántines de tomate



FOTOGRAFIA 09. Desinfección de plántines de tomate



i) Fertilización

La formulación de los nutrientes se expresa en miligramos por litro o partes por millón (ppm) de la concentración de cada uno de los elementos esenciales. La mayoría de los fertilizantes agrícolas no son 100% puros, pues generalmente contienen materiales inertes, tales como partículas de arcilla, arena y limo, los cuales no aportan ningún Ion. Los nutrientes fueron aplicados de acuerdo a su desarrollo vegetativo (crecimiento vegetativo, floración y fructificación)

SOLUCIÓN HIDROPÓNICA LA MOLINA PARA CRECIMIENTO VEGETATIVO (TOMATE)

- **Solución Concentrada A:**

Cantidad de fertilizantes para 5.0 litros nitrato de potasio 13.5% N, 45% K_2O	410.0 g
Nitrato de amonio 33% N	280.0 g
Fosfato Monopotásico P_2O_5 , 52%, K_2O 34%	155.0 g

- **Solución Concentrada A: para Floración (Tomate)**

Cantidad de fertilizantes para 5.0 litros nitrato de potasio 13.5% N, 45% K_2O	416.0 g
Nitrato de amonio 33% N	160.0 g
Fosfato Monopotásico P_2O_5 , 52%, K_2O 34%	230.0 g

- **Solución Concentrada B:**

Cantidad de fertilizantes para 2.0 litros sulfato de magnesio 16% MgO, 13% S	250.0 g
Quelato de hierro 6% Fe	20.0 g
Micronutrientes	400 mL g

- **Solución Concentrada A: para Fructificación (Tomate)**

Cantidad de fertilizantes para 5.0 litros nitrato de potasio 13.5% N, 45% K_2O	416.0 g
Nitrato de amonio 33% N	160.0 g
Fosfato Monopotásico P_2O_5 , 52%, K_2O 34%	230.0 g
Sulfato de Potasio 50% K_2O	180.0 g

- **Solución Concentrada B:**

Cantidad de fertilizantes para 2.0 litros sulfato de magnesio 16% MgO, 13% S	280.0 g
Quelato de hierro 6% Fe	25.0 g
Micronutrientes	400 mL

- **Solución Concentrada C:**

Cantidad de fertilizantes para 5.0 litros nitrato de calcio 15.5% N, 26% CaO	262.0 g
--	---------

Se tuvo cuidado de nunca mezclar las soluciones concentradas A, B y C entre sí.

Para preparar 1 litro de solución nutritiva, agregar a un litro de agua 5ml de solución A, 2 ml de solución B y 5 ml de solución C.

FOTOGRAFIA No. 10 Nutrientes Solución "A"



FOTOGRAFIA No. 11

Nutrientes Solución “B”



j) Manejo del Sistema Aeropónico

La solución nutritiva, almacenada en el tanque, fue asperjada al interior de los contenedores, mediante nebulizadores, que generaban un microambiente con alta humedad relativa, lo que favoreció un rápido crecimiento y desarrollo de las raíces que estaban suspendidas en el aire.

Se usó un tanque de 600 litros, enterrado a nivel del piso. El tanque cumplió la función adicional de recibir el lixiviado de la solución nutritiva de los contenedores, permitiendo la recirculación de manera constante. Se usó una bomba de superficie de presión constante de 1HP para impulsar la solución nutritiva hacia el interior de los contenedores a través de una tubería de PVC de $\frac{3}{4}$ pulgada. En la salida de la bomba, se instaló un filtro para evitar la obturación de los nebulizadores, así como las respectivas llaves de bola para el cierre de agua y del drenaje para el cambio de solución. (Fotografía 12)

En el interior de cada contenedor, en la parte media superior, se ubicó una manguera de riego de 16mm de diámetro donde se insertaron los

nebulizadores con caudal de 30L/h. se colocaron 8 nebulizadores por contenedor a una distancia de 0.6m entre cada uno.

En la parte interior del contenedor, en un extremo se instaló un pequeño colector que colecta la solución nutritiva drenada y no utilizada por las raíces de las plantas. Los contenedores tuvieron una pendiente de 2% y se conectaban en la parte exterior, a una tubería de desagüe de 2 pulgadas de diámetro, de manera que el flujo regresaba por gravedad al tanque y re circula nuevamente. En la parte superior, cada contenedor se cubrió con planchas de poliestireno expandido de 1 ½ pulgada de espesor de densidad 20. Estas planchas fueron forradas con plástico negro de 6 micras. Sobre la cubierta se hicieron agujeros de 2cm de diámetro, en un marco de siembra de 20cm entre hileras y 20cm entre plantas.

FOTOGRAFIA 12. Tanque conteniendo nutrientes y Electrobomba



k) Riegos

El agua utilizada en este estudio fue potable y su análisis se muestra en el Anexo 2. El tiempo de nebulización del sistema aeropónico fue ajustado a través de observaciones visuales buscando mantener húmedas las raíces y turgencia en la parte aérea de las plantas. Se estableció un tiempo de 30

segundos de riego cada 15 minutos durante 24 horas. Se empleó un programador de riego el cual contaba con dos timer análogos simples, utilizados en dos tiempos uno corto y uno largo, todo esto dentro de un panel de control, el cual permitió una automatización de la bomba para el encendido y el apagado en los tiempos determinados.

I) Control Fitosanitario

A lo largo del estudio, no se presentaron plagas ni enfermedades en el cultivo de tomate, sin embargo se aplicaron pesticidas de forma preventiva, como es el caso de fungicidas y plaguicidas. (Fotografía 13)

FOTOGRAFIA 13. Control preventivo para enfermedades



m) Cosecha

A los 60 días de haberse trasplantado, se procedió a realizar la cosecha, cuando el 50% de los frutos estaban maduros y que correspondían a la primera floración. Cabe indicar que se efectuaron cuatro cosechas o "recojos".

3.7. COMPONENTES EN ESTUDIO

3.7.1. Cultivar Tyson

3.7.2. Cultivar Tytanio

3.7.3. Cultivar Galilea

3.7.1. Cultivar Tyson

Tiene un vigor medio, con una maduración temprana, tiene entrenudos cortos, la forma de crecimiento es arbustiva, de cosecha individual, tiene aceptación en condiciones calurosas. El fruto es de tipo Roma (elongado). El peso promedio es de 120 – 160 g. Es de color rojo oscuro bajo condiciones favorables, la vida de anaquel es prolongada, tiene buena dureza, hombros uniformes. (SEMIAGRO, 2012)

3.7.2. Cultivar Galilea

Tiene frutos homogéneos, de color rojo intenso brillante, con alto porcentaje de frutos de primera, de excelente firmeza y larga vida. Se siembra todo el año, excepto en épocas de lluvia, el tipo de siembra es al trasplante. El vigor de la planta es muy fuerte, la forma del fruto es tipo Roma, muy estable, el peso del fruto es de 160 – 220 g., la madurez del fruto es precoz, con la cosecha a los 100 – 120 ddt. Su rendimiento es de 100 t/ha. (SEMIAGRO, 2012)

3.7.3. Cultivar Tytanio

Las plantas son vigorosas, de estructura semi rastrera, que tienden a echarse al momento de la fructificación. Al ser vigorosas tienen mayor tolerancia al ataque de plagas y enfermedades. Tienen un periodo vegetativo de 80 a 90 días desde el trasplante al inicio de cosecha. Puede sembrarse todo el año, a excepción en épocas de lluvia, donde la floración puede verse afectada por problemas fitosanitarios. El peso del fruto es de 120 a 190 g. El fruto se caracteriza por ser alargado, tiene un color rojo intenso. Posee frutos de larga vida, muy buena para post cosecha. (SEMIAGRO, 2012)

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño empleado fue Bloques Completos al Azar con tres Tratamientos y Cuatro repeticiones.

Tratamientos en estudio:

T1: Cultivar Tyson

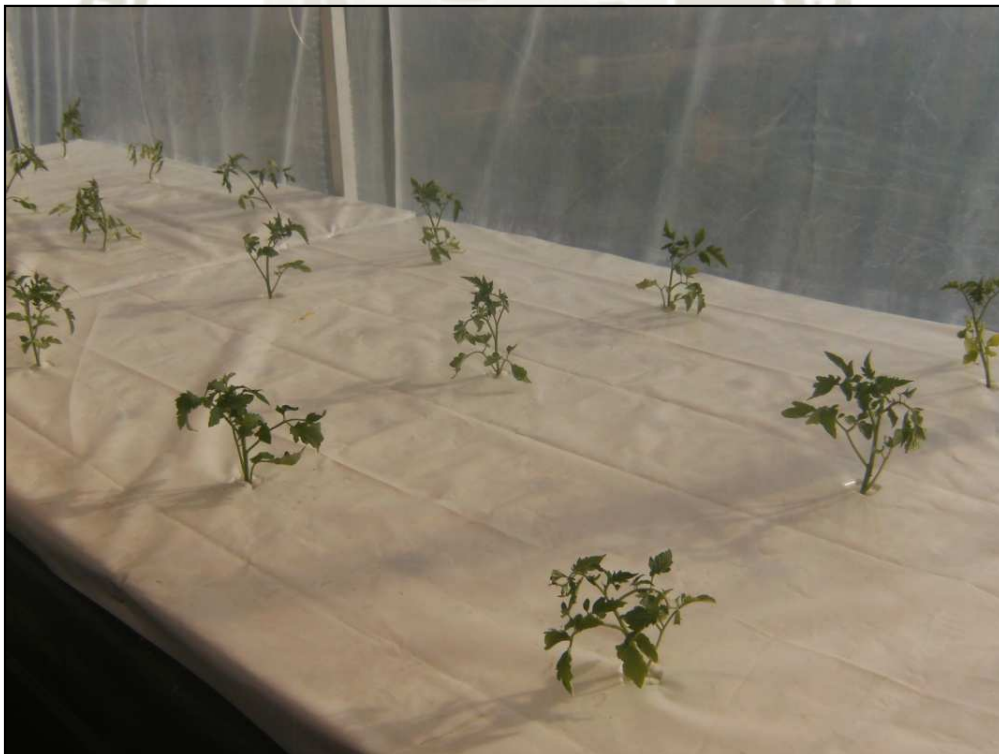
T2: Cultivar Tytanio

T3: Cultivar Galilea

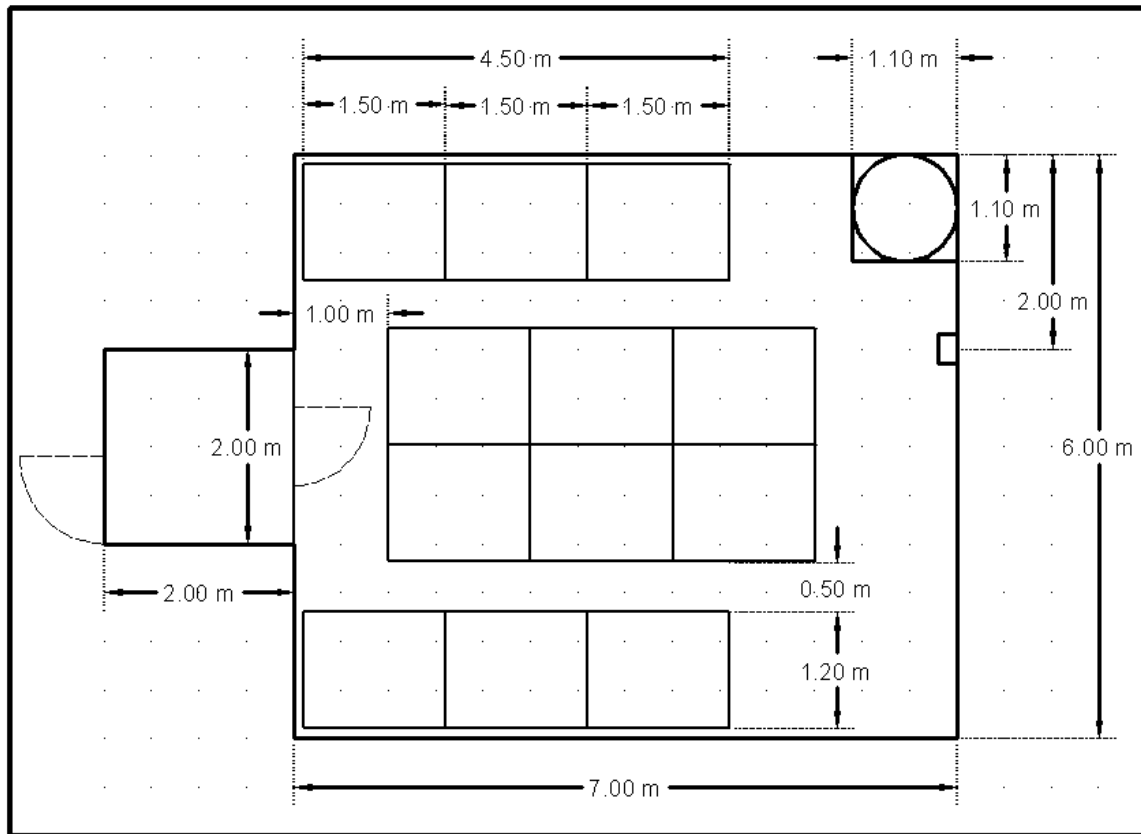
Características experimentales

3 cultivares x 4 repeticiones; cada bloque consta de 30 plántulas de tomate de cada cultivar y cada unidad experimental con 5 plántulas de tomate.

FOTOGRAFIA 14. Distribución de los plantines en las camas



3.9. CROQUIS EXPERIMENTAL



3.10. EVALUACIONES REALIZADAS

3.10.1. Operación y funcionamiento del sistema aeropónico

Se evaluó el diseño, la operación y el funcionamiento del sistema aeropónico.

3.10.2. Longitud de raíces

La longitud de raíces del cultivo tomate en el sistema aeropónico, se efectuó en cinco momentos durante su permanencia en el sistema, se escogieron 3 plantas al azar por tratamiento, midiendo con una regla desde el cuello de la raíz hasta su extremo, expresando los resultados en cm. (Fotografía 15)

FOTOGRAFIA 15. Longitud de raíces en tomate



3.10.3. Altura de planta

La altura de planta se determinó en cuatro oportunidades a lo largo de su ciclo vegetativo, tomando 3 plantas al azar de cada variedad de tomate, midiendo con una regla, presentando los resultados en cm.

3.10.4. Numero de flores por inflorescencia

Se evaluó el número de flores por cada inflorescencia en tres plantas al azar por tratamiento, expresándose los resultados en unidades. (Fotografía 16)

FOTOGRAFIA 16. Floración en el cultivo Tomate



3.10.5. Numero de inflorescencias

Se contó el número de inflorescencias de tres plantas al azar por tratamiento y los resultados se presentan en unidades. (Fotografía 17) y fructificación (Fotografía 18)

FOTOGRAFIA 17. Inflorescencias en el cultivo de Tomate



FOTOGRAFIA 18. Fructificación en el Cultivo de Tomate



3.10.6. Diámetro ecuatorial del fruto

Se tomaron 10 frutos al azar por cada tratamiento y con ayuda de un vernier se midió el diámetro ecuatorial de cada fruto y se sacó el promedio. Los resultados se expresan en mm.

3.10.7. Longitud del fruto

En diez frutos tomados al azar por cada tratamiento y con un vernier, se midió la longitud de los frutos y se sacó el promedio. Los resultados se expresan en mm.

3.10.8. Peso de frutos.

Se pesaron diez frutos tomados al azar en cada cosecha por tratamiento, se pesaron con una balanza electrónica los frutos, se sacaron los promedios y los resultados se presentan en gramos.

3.11. PROCESAMIENTO DE DATOS

El Análisis de Varianza (ANVA) se efectuó tomando como base los resultados obtenidos de altura de planta, longitud de raíces, número de flores por planta, inflorescencias, número de días a la cosecha, diámetro ecuatorial del fruto, longitud del fruto y peso de frutos por planta. La prueba estadística empleada fue la de "F" y los valores calculados se compararon con el de las Tablas respectivas al nivel de 5% de significación; para comparar los promedios de tratamientos que resultaran significativos, se empleó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan a un nivel de 0.05.

IV RESULTADOS

4.1. OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AEROPÓNICO

4.1.1. Materiales empleados en los contenedores

En los contenedores o cajones, se emplearon madera tipo tornillo de 2"x 1"x longitud variable, pegamento de carpintero (cola), clavos, plástico negro y blanco de 1.0 mm de espesor, planchas de tecnopor ½", cinta adherente y pegamento para el plástico.

4.1.2. Construcción de los contenedores

La altura de los contenedores desde el suelo fue de 0.80 m, de los cuales 0.30 m. corresponde a la altura de los cajones, teniendo éstos un ancho de 0.66 m. y un largo de 1.16 m.

4.1.3. Instalación eléctrica y de agua de riego

a) Electricidad.

Se empleó cable de Luz # 12, para transportar la energía eléctrica, desde la fuente de abastecimiento hasta el sistema aeropónico. La energía eléctrica fue para activar la electro bomba de y el Programador de riego.

b) Agua de riego

El agua utilizada en este estudio fue potable y no presentó problemas. Para impulsar el agua de riego con energía al sistema aeropónico a través de tuberías de Polietilenos (PE) de 16 mm de diámetro, se empleó un electro bomba de 1 HP.

4.1.4. Programador de tiempo

El Programador de riegos o Timer tiene cuatro salidas. Se graduó para regar 30 segundos cada 15 minutos, durante las 24 horas del día.

4.1.5. Nebulizadores

Fueron colocados en la tubería de Polietileno cada 1.00 m. Tienen una descarga de 4 l/hr. Se colocaron 6 nebulizadores por cada contenedor.

4.2. DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

4.2.1. Longitud de raíces en plantas de tomate (cm.) (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

4.2.1.1. Longitud de raíces en tomate (cm.) Primera evaluación. 54 ddt.

En el Anexo No. 4, puede observarse que la mayor longitud de raíces se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 110.75 cm. en promedio le siguen el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 107.50 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 101.08 cm. en promedio.

En el Cuadro 4, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de raíces de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 4. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces. Primera evaluación. 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	F.c.	F.t. $\alpha = 0.05\%$
Tratamientos	2	263.797	131.898	9.77 *	5.14
Bloques	3	626.750	208.917	15.48 *	4.26
Error	6	80.984	134.97		
Total	11	971.531			

C.V. = 3.47 %

En el Cuadro 5, se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la longitud de raíces en su Primera evaluación, 54 ddt., donde se observa que estadísticamente sobresalen los Cv. Tytanio y Galilea, con 110.75 cm. y 107.50 cm., respectivamente, no habiendo significación

entre ellas.

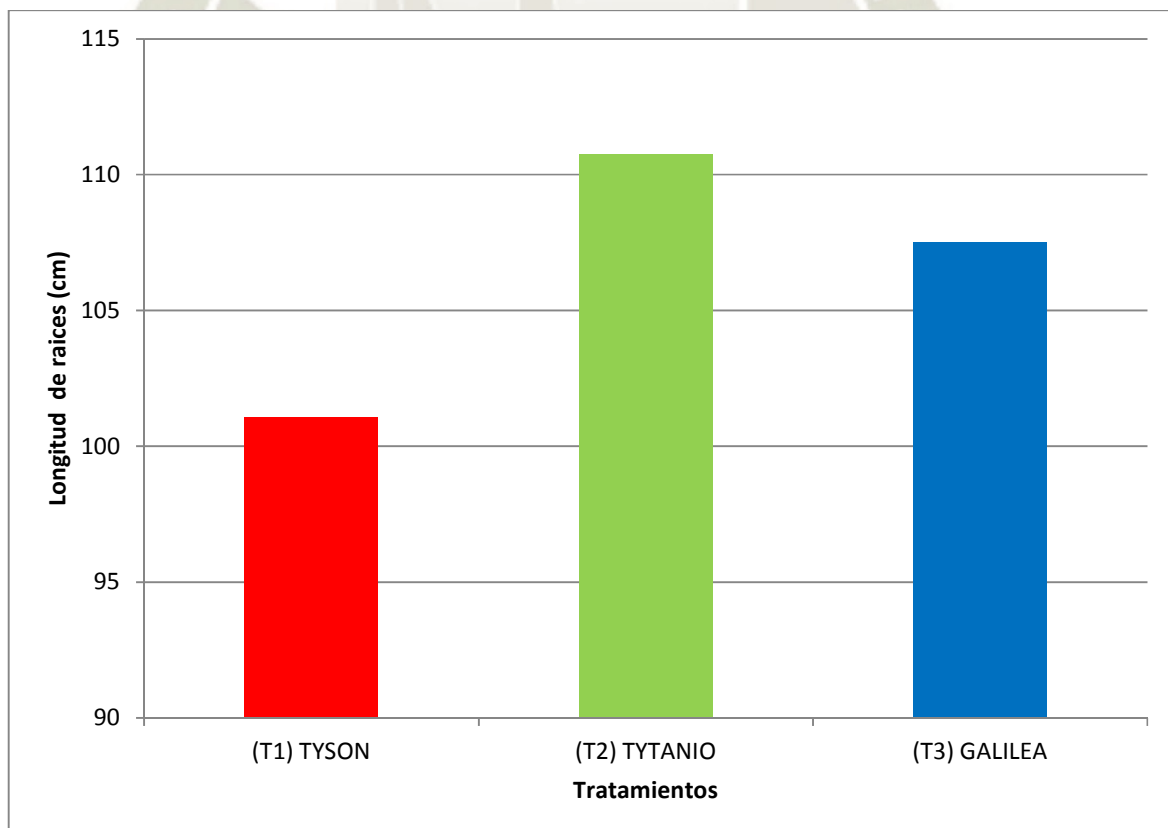
CUADRO 5. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de raíces. Primera Evaluación. 54 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	110.75	a
2	T3	107.50	a
3	T1	101.08	b

NOTA: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 2, se presenta su representación gráfica.

GRAFICO 2. Longitud de raíces en Tomate (cm.) (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Primera evaluación. 54 ddt.



4.2.1.2. Longitud de raíces en tomate (cm.) Segunda evaluación. 78 ddt.

En el Anexo No. 5, puede observarse que la mayor longitud de raíces se presenta en el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 129.16 cm. en promedio, le siguen el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 123.16 cm. y el Tratamiento T2 (Tytanio), con 120.74 cm. en promedio.

En el Cuadro 6, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de raíces de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Segunda Evaluación. Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos pero si en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 6. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de raíces (Segunda evaluación). 78 ddt.en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	150.188	75.094	1.44 ns.	5.14
Bloques	3	978.640	323.546	6.19 *	4.46
Error	6	313.703	52.284		
Total	11	1434.531			

C.V. = 5.81 %

4.2.1.3. Longitud de raíces en tomate (cm.) Tercera evaluación. 93 ddt.

En el Anexo No. 6, puede observarse que la mayor longitud de raíces se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 132.83 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 130.66 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 124.57 cm. en promedio.

En el Cuadro 7, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de raíces de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Tercera Evaluación. Se puede observar que no existen

diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 7. Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Tercera evaluación). 93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	147.000	73.500	0.85 ns.	5.14
Bloques	3	146.625	48.875	0.57 ns.	4.46
Error	6	516.234	86.039		
Total	11	809.859			

C.V. = 7.17 %

4.2.1.5. Longitud de raíces en tomate (cm.) Cuarta evaluación. 110 ddt.

En el Anexo No. 7, puede observarse que la mayor longitud de raíces se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 134.49 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 133.08 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 132.33 cm. en promedio.

En el Cuadro 8, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de raíces de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Cuarta Evaluación. Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos pero si en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 8. Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Cuarta evaluación). 110 ddt.en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	9.672	4.836	0.41 ns.	5.14
Bloques	3	1084.938	361.046	30.37 *	4.46
Error	6	71.453	11.909		
Total	11	1166.063			

C.V. = 2.59 %

4.2.1.6. Longitud de raíces en tomate (cm.) Quinta evaluación. 125 ddt.

En el Anexo 8, puede observarse que la mayor longitud de raíces se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 130.99 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 127.41 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 123.57 cm. en promedio.

En el Cuadro 9, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para la Longitud de raíces de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*), Quinta Evaluación. Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 9. Análisis de Varianza (ANVA) para Profundidad de raíces (Quinta evaluación). 125 ddt.en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	110.156	55.078	5.16 *	5.14
Bloques	3	377.859	125.953	11.79 *	4.46
Error	6	64.094	10.682		
Total	11	552.109			

C.V. = 2.57 %

En el Cuadro 10, se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la longitud de raíces en Quinta Evaluación (125 ddt.), donde se observa que estadísticamente sobresale el Cv. Tytanio (130.99 cm.)

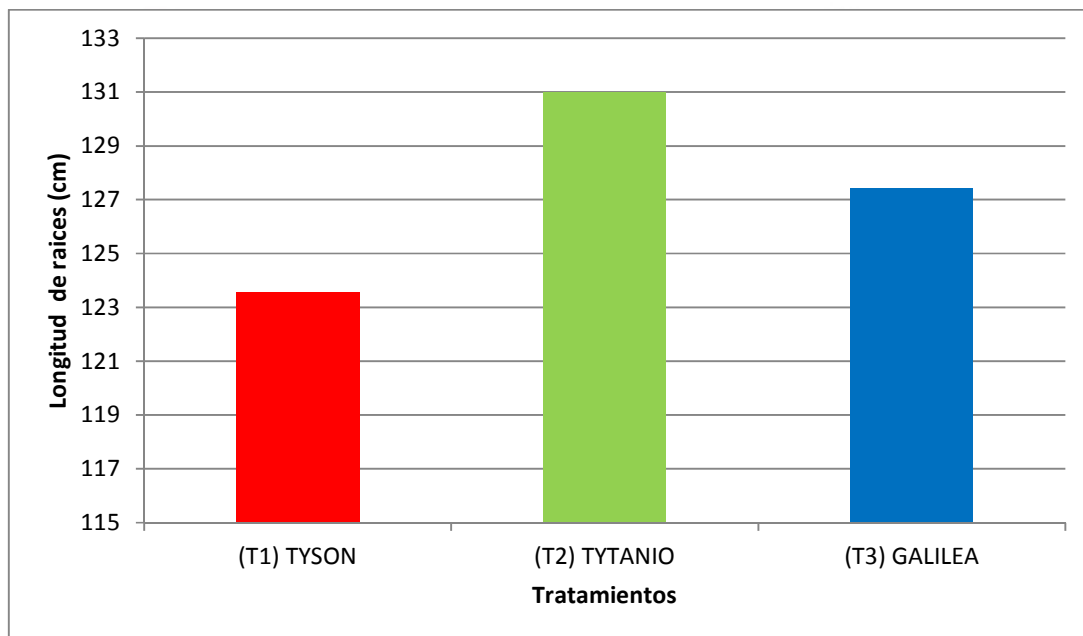
CUADRO 10. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de raíces. Quinta Evaluación. 125 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de raíces cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	130.99	a
2	T3	127.41	a
3	T1	123.57	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 3, se presenta su representación gráfica.

GRAFICO 3. Longitud de raíces en Tomate (cm.) (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Quinta evaluación. 125 ddt.



En el Cuadro 11 se presenta el Resumen de las evaluaciones de Longitud de raíces, con el resultado de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 11. Resumen de las evaluaciones realizadas en Longitud de raíces (cm.) “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Cultivares	1 ^a . Evaluación 54 ddt.	2 ^a . Evaluación 78 ddt.	3 ^a . Evaluación 93 ddt.	4 ^a . Evaluación 110 ddt.	5 ^a . Evaluación 125 ddt.
T1 Tyson	101.08 c	123.16 a	124.57 a	134.49 a	123.57 b
T2 Tytanio	110.75 a	120.74 b	132.83 a	133.08 a	130.99 a
T3 Galilea	107.50 b	129.16 a	130.66 a	132.33 a	127.41 a

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística.

4.2.2. Altura de plantas de tomate (cm.) (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

4.2.2.1. Altura de plantas de tomate (cm.) Primera Evaluación. 54 ddt.

En el Anexo 8, puede observarse que la mayor altura de plantas se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 53.92 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 48.26 cm. y el Tratamiento T2 (Tytanio), con cm. en promedio.

En el Cuadro 12, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Primera Evaluación. Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 12. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Primera Evaluación) 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha = 0.05\%$
Tratamientos	2	104.816	52.408	1.55 ns.	5.14
Bloques	3	71.135	23.712	0.70 ns.	4.46
Error	6	202.768	33.795		
Total	11	378.719			

C.V. = 11.67 %

4.2.2.2. Altura de plantas de tomate (cm.)Segunda Evaluación. 78 ddt.

En el Anexo 10, puede observarse que la mayor altura de plantas se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 67.74 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 67.45 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 55.92 cm. en promedio.

En el Cuadro 13, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Segunda Evaluación. Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos pero no en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 13. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Segunda evaluación. 78 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	363.652	181.826	10.55 *	5.14
Bloques	3	188.160	62.720	3.64 ns.	4.46
Error	6	103.418	17.236		
Total	11	655.230			

C.V. = 6.52 %

En el Cuadro 14 se presenta la prueba de Rango Múltiple de Duncan para altura de plantas en su segunda evaluación, donde se observa que no existen diferencias significativas para los tratamientos T2 (Tytanio) y T3 (Galilea), con 67.74 cm. y 67.45 cm., respectivamente, pero si con T1 que tuvo 55.42 cm.

CUADRO 14. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas de plantas. Segunda Evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Altura de plantas cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	67.74	a
2	T3	67.45	a
3	T1	55.92	b

NOTA: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 3, se muestra la representación gráfica.

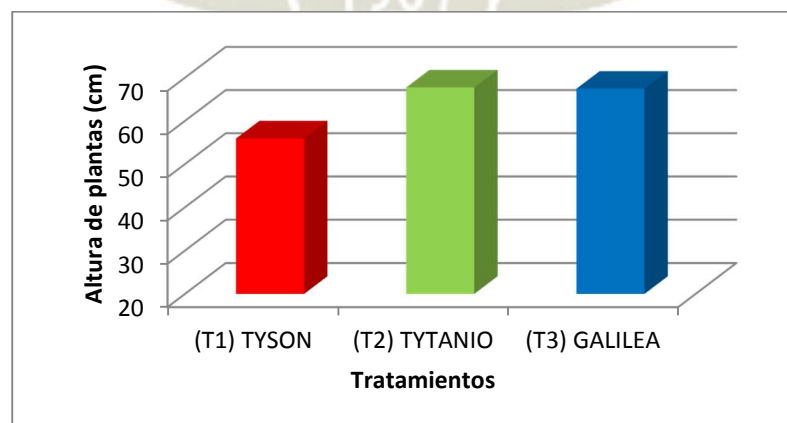


GRAFICO 3. Altura de plantas de tomate (cm.) Segunda evaluación. 78 ddt.

4.2.2.3. Altura de plantas de tomate (cm.) Tercera Evaluación. 93 ddt.

En el Anexo 11 puede observarse que la mayor altura de plantas se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 74.24 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 71.91 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 63.49 cm. en promedio.

En el Cuadro 15, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Tercera Evaluación. Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos pero no en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 15. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Tercera evaluación. 93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	277.313	138.656	6.36 *	5.14
Bloques	3	274.508	91.503	4.20 ns.	4.46
Error	6	138.859	21.810		
Total	11	682.679			

C.V. = 6.65 %

En el Cuadro 16 se muestra la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para la Tercera evaluación en altura de plantas, donde se observa que sobresalen estadísticamente los Tratamientos T1 (Tyson) y T2 (Tytanio) con 74.24 cm. y 71.91 cm., respectivamente

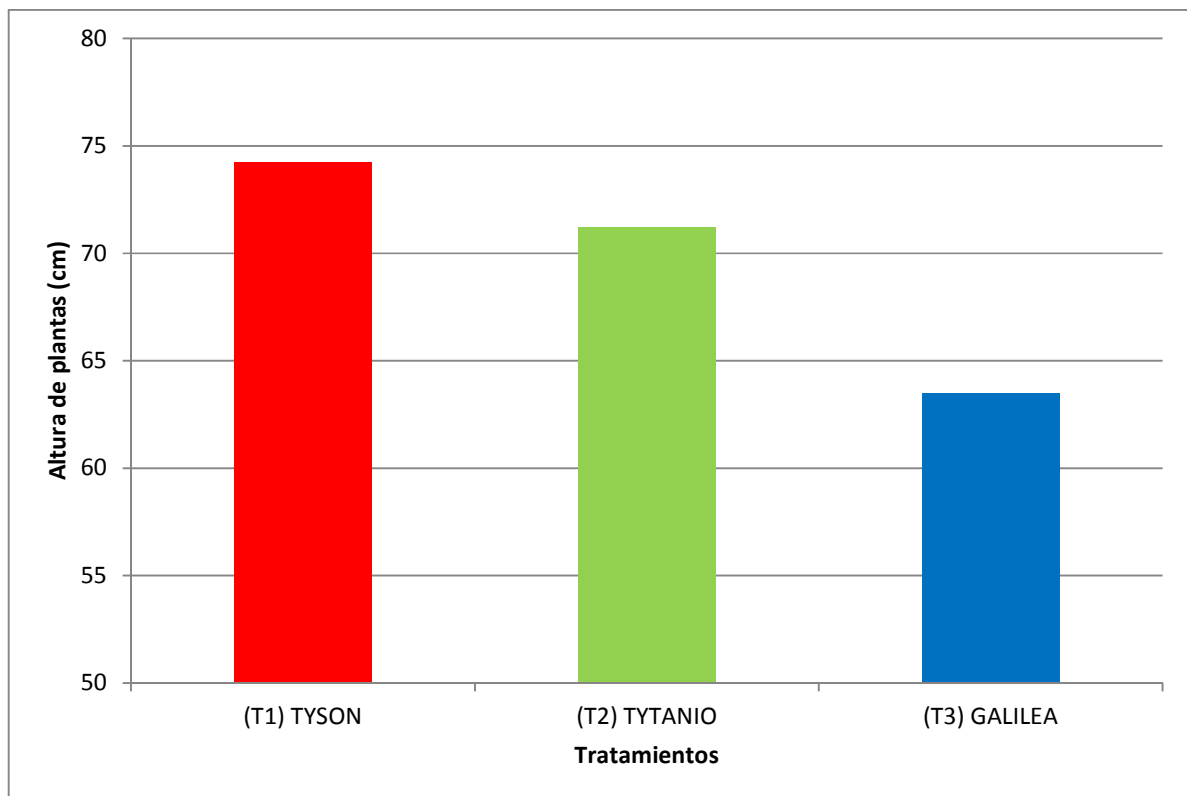
CUADRO 16. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Altura de plantas. Tercera Evaluación. 93 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Altura de plantas cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T1	74.24	a
2	T2	71.91	a
3	T3	63.49	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 4, se muestra la representación gráfica de esta evaluación

GRAFICO 4. Altura de plantas de tomate (cm.) Tercera evaluación. 93 ddt.



4.2.2.4. Altura de plantas de tomate (cm.) Cuarta Evaluación. 110 ddt.

En el Anexo 12 puede observarse que la mayor altura de plantas se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 75.83 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 71.33 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 64.83 cm. en promedio.

En el Cuadro 17, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Cuarta Evaluación. Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 17. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Cuarta evaluación). 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	244.770	122.585	3.60 ns.	5.14
Bloques	3	425.773	141.924	4.18 ns.	4.46
Error	6	203.918	33.986		
Total	11	874.461			

C.V. = 8.25 %

4.2.2.5. Altura de plantas de tomate (cm.) Quinta Evaluación. 125 ddt.

En el Anexo 13 puede observarse que la mayor altura de plantas se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 72.70 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 71.08 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 61.07 cm. en promedio.

En el Cuadro 18, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), Quinta Evaluación. Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 18. Análisis de Varianza (ANVA) para Altura de plantas (Quinta evaluación). 125 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	320.020	160.010	4.11 ns.	5.14
Bloques	3	294.840	98.280	2.50 ns.	4.46
Error	6	233.559	38.926		
Total	11	848.418			

C.V. = 9.13 %

En el Cuadro 19, se indica un Resumen de las evaluaciones realizadas sobre altura de plantas, con sus respectivas Pruebas de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 19. Resumen de las evaluaciones realizadas en Altura de plantas (cm.) en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Cultivares	1 ^a . Evaluación 54 ddt.	2 ^a . Evaluación 78 ddt.	3 ^a . Evaluación 93 ddt.	4 ^a . Evaluación 110 ddt.	5 ^a . Evaluación 125 ddt.
T1 Tyson	53.92 a	67.74 a	74.24 a	75.83 a	72.70 a
T2 Tytanio	47.18 a	67.45 a	71.91 a	71.33 a	71.08 a
T3 Galilea	48.26 a	55.92 b	63.49 b	64.83 a	61.07 a

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística.

4.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

4.3.1. Número de flores por inflorescencia en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) (54 ddt)

En el Anexo 14 puede observarse que el mayor número de flores por inflorescencia se presenta en el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 6.99 unidades. en promedio, le sigue el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 6.33 unidades. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 6.24 unidades. en promedio.

En el Cuadro 20, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Número de flores por inflorescencias en plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos pero si en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 20. Análisis de Varianza (ANVA) para Número de flores por inflorescencia en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha = 0.05\%$
Tratamientos	2	1.345	0.673	1.98 ns.	5.14
Bloques	3	6.054	2.018	5.95 *	4.46
Error	6	2.034	0.339		
Total	11	9.434			

C.V. = 8.92 %

4.3.2. Número de inflorescencia en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

En el Anexo 15 puede observarse que el mayor número de inflorescencia en Tomate, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 7.41 unidades. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 7.25 unidades. y el Tratamiento T1 (Galilea), con 7.07 unidades. en promedio.

En el Cuadro 21, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Número de inflorescencias en plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos pero si en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 21. Análisis de Varianza (ANVA) para Número de inflorescencias en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.225	0.112	1.81 ns.	5.14
Bloques	3	6.769	2.256	36.41 *	4.16
Error	6	0.372	0.062		
Total	11	7.366			

C.V. = 3.44 %

4.3.3. Días de inicio de cosecha en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill)

En el Anexo 16 puede observarse que el mayor número de días desde el trasplante a la cosecha en Tomate, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 58.50 días en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 58.46 días y el Tratamiento T3 (Galilea), con 58.41 días.

En el Cuadro 22, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Número de días desde el trasplante a la cosecha en plantas de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos pero si en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 22. Análisis de Varianza (ANVA) para Días de inicio de cosecha en tomate en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.363	0.182	0.21 ns.	5.14
Bloques	3	59.035	19.678	22.21 *	4.16
Error	6	5.316	0.886		
Total	11	64.715			

C.V. = 1.61 %

4.3.4. Diámetro Ecuatorial (cm.) en frutos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill).

4.3.4.1. Diámetro Ecuatorial en tomate (cm.) Primera evaluación. 54 ddt.

En el Anexo 17 puede observarse que el mayor diámetro ecuatorial en frutos de tomate en la Primera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 6.75 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 6.58 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 6.30 cm.

En el Cuadro 23, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro ecuatorial en la Primera evaluación en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 23. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.412	0.206	11.41 *	5.14
Bloques	3	0.249	0.083	4.60 *	4.16
Error	6	0.108	0.018		
Total	11	0.769			

C.V. = 2.05 %

En el Cuadro 24 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial en tomate en la Primera evaluación, donde se observa que significativamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 6.75 cm. en promedio, diferente a los tratamientos T1 (Tyson) y T3 (Galilea), con 6.58 cm. y 6.30 cm., respectivamente.

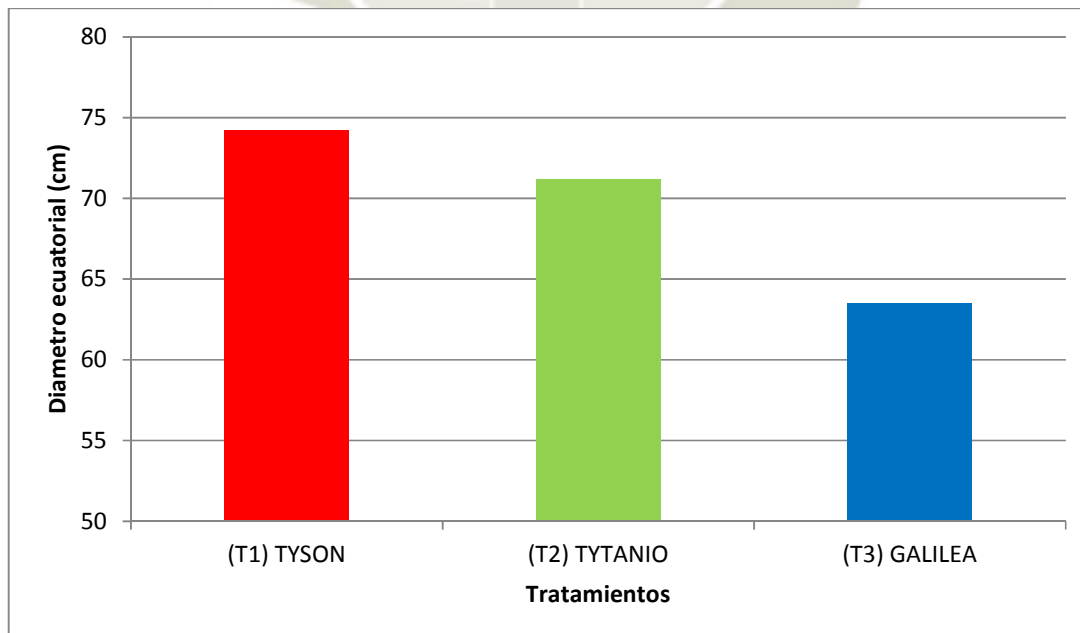
CUADRO 24. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro ecuatorial cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	6.75	a
2	T1	6.58	b
3	T3	6.30	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 6 se presenta la representación gráfica de esta evaluación.

GRAFICO 6. Diámetro ecuatorial en tomate (mm.). Primera evaluación.54 ddt.



4.3.4.2 Diámetro Ecuatorial en tomate. Segunda evaluación. 78 ddt.

En el Anexo 18 puede observarse que el mayor diámetro ecuatorial en frutos de tomate en la Segunda evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 6.82 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 6.62 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 6.45 cm.

En el Cuadro 25, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro ecuatorial en la Segunda evaluación en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Se puede observar que existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 25. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.282	0.141	33.75 *	5.14
Bloques	3	0.180	0.060	14.39 *	4.16
Error	6	0.025	0.004		
Total	11	0.487			

C.V. = 0.97 %

En el Cuadro 26 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial en tomate en la Primera evaluación, donde se observa que significativamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 6.82 cm. en promedio, diferente a los tratamientos T1 (Tyson) y T3 (Galilea), con 6.62 cm. y 6.45 cm., respectivamente.

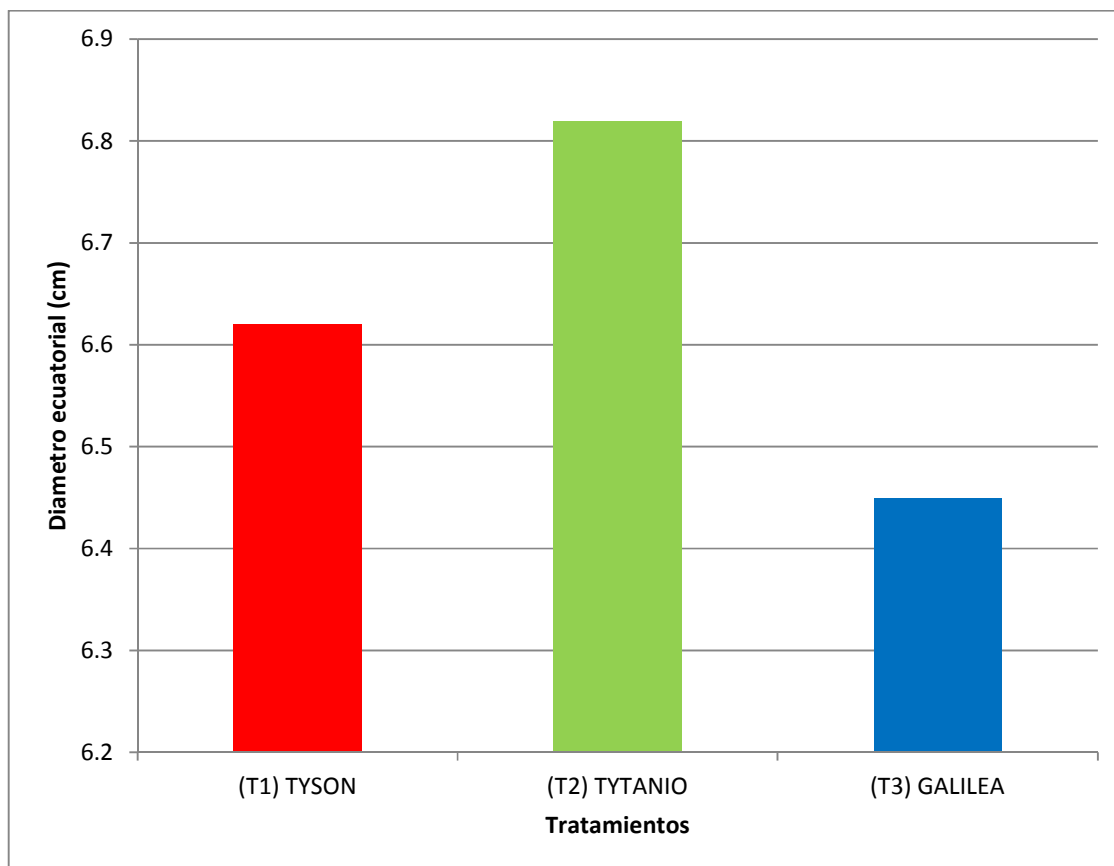
CUADRO 26. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro ecuatorial cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	6.82	a
2	T1	6.62	b
3	T3	6.45	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 7 se presenta la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 7. Diámetro ecuatorial en tomate (cm.). Segunda evaluación. 78 ddt.



4.3.4.3. Diámetro Ecuatorial en tomate. Tercera evaluación. 93 ddt.

En el Anexo 19 puede observarse que el mayor diámetro ecuatorial en frutos de tomate en la Tercera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 6.75 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 6.47 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 6.40 cm.

En el Cuadro 27, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro ecuatorial en la Tercera evaluación en tomate (*Lycopersicum esculentum*

Mill.).Se puede observar que no existen diferencias significativas entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 27. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Tercera Evaluación.93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.272	0.136	5.04 ns.	5.14
Bloques	3	0.256	0.085	3.16 ns.	4.16
Error	6	0.162	0.027		
Total	11	0.689			

C.V. = 2.51 %

4.3.4.4. Diámetro Ecuatorial en tomate (cm.) Cuarta evaluación.110 ddt.

En el Anexo 20 puede observarse que el mayor diámetro ecuatorial en frutos de tomate en la Cuarta evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 6.65 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 6.42 cm. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 6.25 cm.

En el Cuadro 28, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro ecuatorial en la Cuarta evaluación en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).Se puede observar que existe diferencias significativas entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%.

CUADRO 28. Análisis de Varianza (ANVA) para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.322	0.161	9.80 *	5.14
Bloques	3	0.149	0.050	3.03 ns.	4.16
Error	6	0.098	0.016		
Total	11	0.569			

C.V. = 1.99 %

En el Cuadro 29 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para el diámetro ecuatorial en tomate en la Cuarta evaluación, donde se observa que significativamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 6.65 cm. en promedio, diferente a los tratamientos T1 (Tyson) y T3 (Galilea), con 6.42 cm. y 6.25 cm., respectivamente.

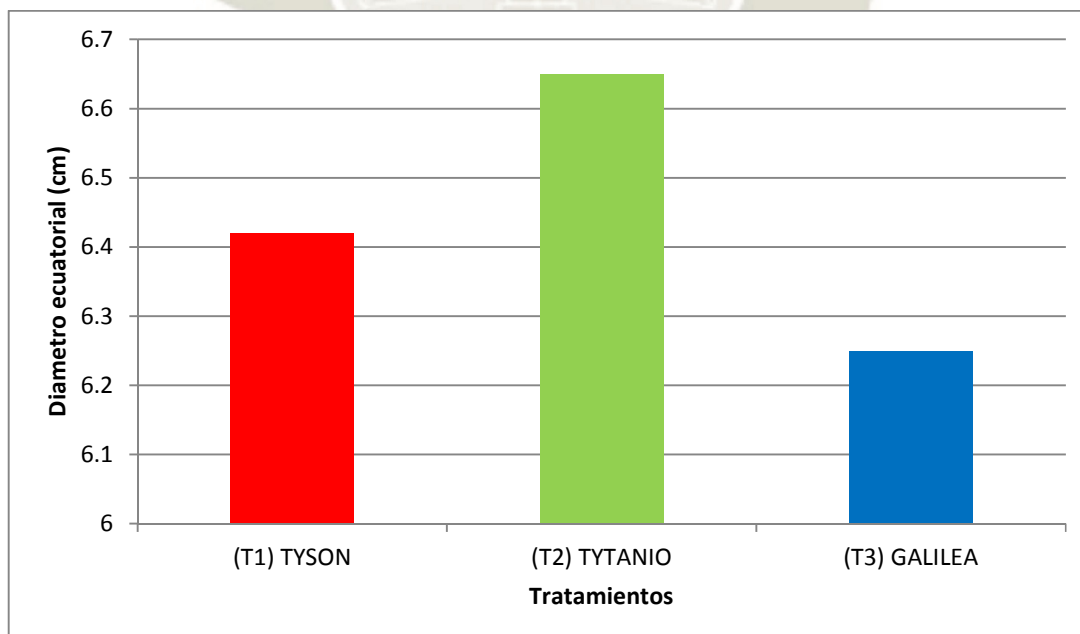
CUADRO 29. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Diámetro Ecuatorial en frutos de tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Diámetro ecuatorial cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	6.65	a
2	T1	6.42	b
3	T3	6.25	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 8, se muestra la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 8.Diámetro ecuatorial en tomate (cm.). Cuarta evaluación. 110 ddt.



En el Cuadro 30, se indica un Resumen de las evaluaciones realizadas sobre Diámetro ecuatorial en frutos de tomate, con sus respectivas Pruebas de

Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 30. Resumen de las evaluaciones realizadas en Diámetro ecuatorial (cm.) en frutos de tomate en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Cultivares	1ra. Evaluación 54 ddt (cm.)	2da. Evaluación 78ddt(cm.)	3ra. Evaluación 93 ddt(cm.)	4ta. Evaluación 110ddt(cm.)
T1 Tyson	6.58 b	6.62 b	6.47 a	6.42 b
T2 Tytanio	6.75 a	6.82 a	6.75 a	6.65 a
T3 Galilea	6.30 c	6.45 c	6.40 a	6.25 c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

4.3.5 Longitud del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill)

4.3.5.1. Longitud del fruto de tomate. Primera evaluación. 54 ddt.

En el Anexo 22 puede observarse que la mayor longitud de fruto en tomate en la Primera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 8.16 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 7.61 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 7.58 cm.

En el Cuadro 31, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud fruto de tomate en la Primera evaluación donde puede observarse que existe diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 31. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Primera Evaluación. 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.845	0.423	8.05 *	5.14
Bloques	3	0.476	0.159	3.02 ns.	4.16
Error	6	0.315	0.052		
Total	11	1.636			

C.V. = 2.94 %

En el Cuadro 32 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto de Tomate en su Primera evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 8.16 cm., diferente a los demás tratamientos.

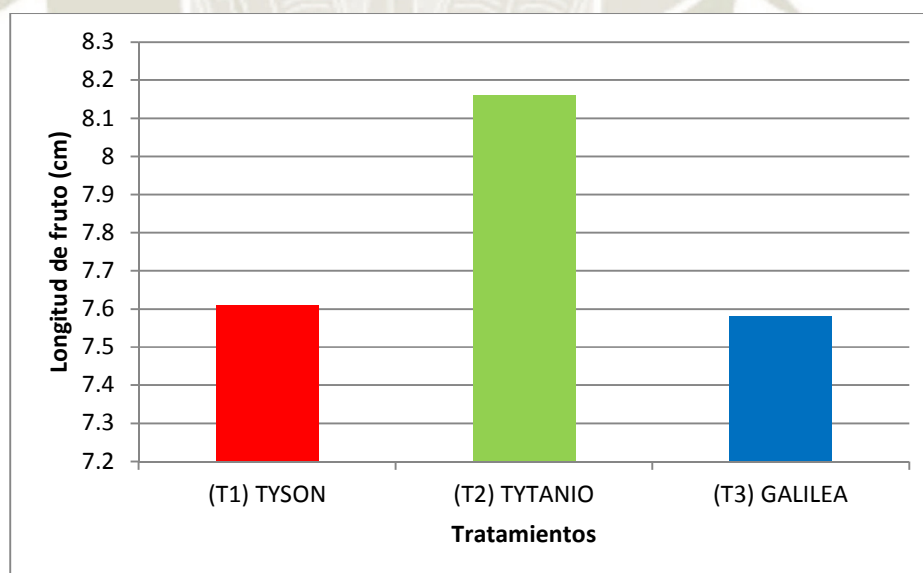
CUADRO 32. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud del fruto cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	8.16	a
2	T1	7.61	b
3	T3	7.58	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 9, se presenta la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 9. Longitud de fruto de tomate (cm.). Primera evaluación. 54 ddt.



4.3.5.2. Longitud del fruto de tomate. Segunda evaluación. 78 ddt.

En el Anexo 23 puede observarse que la mayor longitud de fruto en tomate en la Segunda evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con

8.13 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 7.58 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 7.55 cm.

En el Cuadro 33, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud fruto de tomate en la Segunda evaluación donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 33. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Segunda Evaluación. 78 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.925	0.463	8.73 *	5.14
Bloques	3	0.509	0.170	3.20 ns.	4.16
Error	6	0.318	0.053		
Total	11	1.753			

C.V. = 2.97 %

En el Cuadro 34 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto de Tomate en su Segunda evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 8.13 cm., diferente a los demás tratamientos.

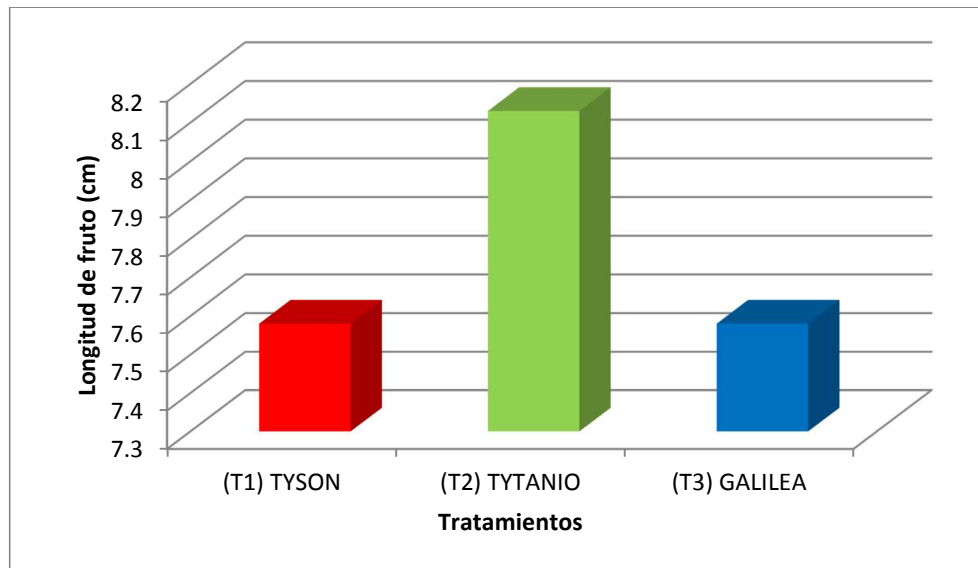
CUADRO 34. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud del fruto cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	8.13	a
2	T1	7.58	b
3	T3	7.55	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Grafico 10, se muestra la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 10. Longitud de fruto de tomate (cm.). Segunda evaluación. 78 ddt.



4.3.5.3. Longitud del fruto de tomate. Tercera evaluación. 93 ddt.

En el Anexo 24 puede observarse que la mayor longitud de fruto en tomate en la Tercera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 8.08 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 7.53 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 7.50 cm.

En el Cuadro 35, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud fruto de tomate en la Tercera evaluación donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 35. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Tercera Evaluación.93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.805	0.433	7.85 *	5.14
Bloques	3	0.499	0.166	3.01 ns.	4.16
Error	6	0.331	0.055		
Total	11	1.695			

C.V. = 3.05 %

En el Cuadro 36 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto de Tomate en su Tercera evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 8.08 cm., diferente a los demás tratamientos.

CUADRO 36. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Tercera Evaluación. 93 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de fruto cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	8.08	a
2	T1	7.53	b
3	T3	7.50	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 11 se presenta la representación gráfica de esta evaluación.

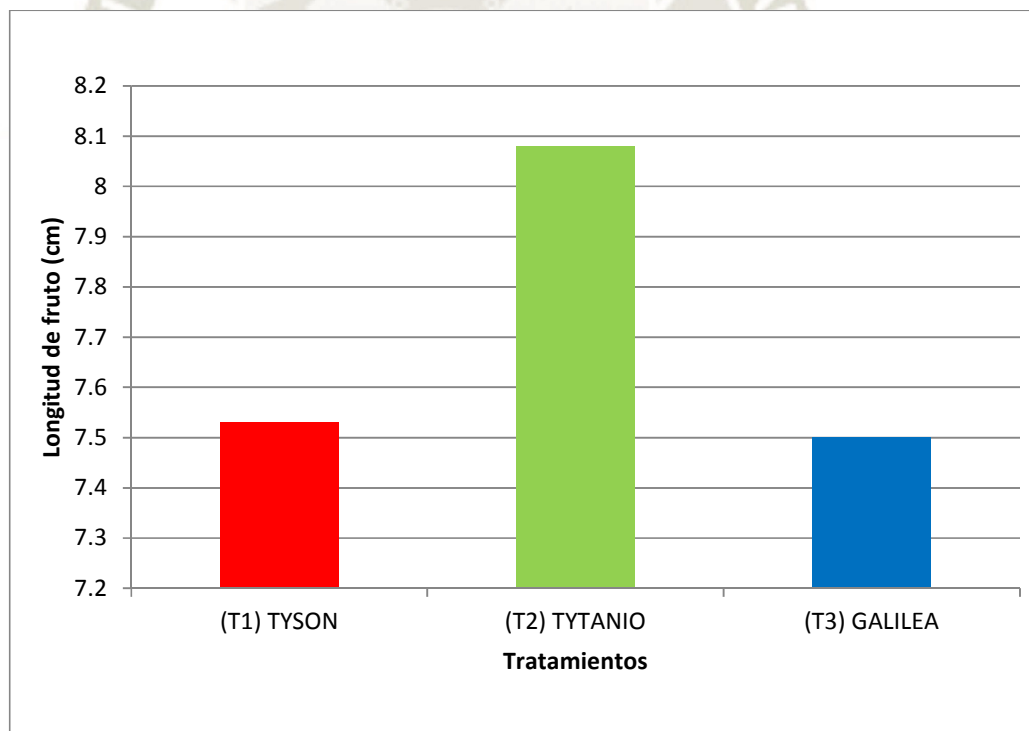


GRAFICO 11. Longitud de fruto de tomate (cm.). Tercera evaluación. 93 ddt.

4.3.5.4. Longitud del fruto de tomate. Cuarta evaluación. 110 ddt.

En el Anexo 25 puede observarse que la mayor longitud de fruto en tomate en la Cuarta evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 8.03 cm. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 7.47 cm. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 7.45 cm.

En el Cuadro 37, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud fruto de tomate en la Cuarta evaluación donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 37. Análisis de Varianza (ANVA) para Longitud de fruto en tomate Cuarta Evaluación. 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	0.886	0.443	8.11 *	5.14
Bloques	3	0.452	0.151	2.76 ns.	4.16
Error	6	0.328	0.055		
Total	11	1.666			

C.V. = 3.05 %

En el Cuadro 38 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto de Tomate en su Cuarta evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 8.03 cm., diferente a los demás tratamientos.

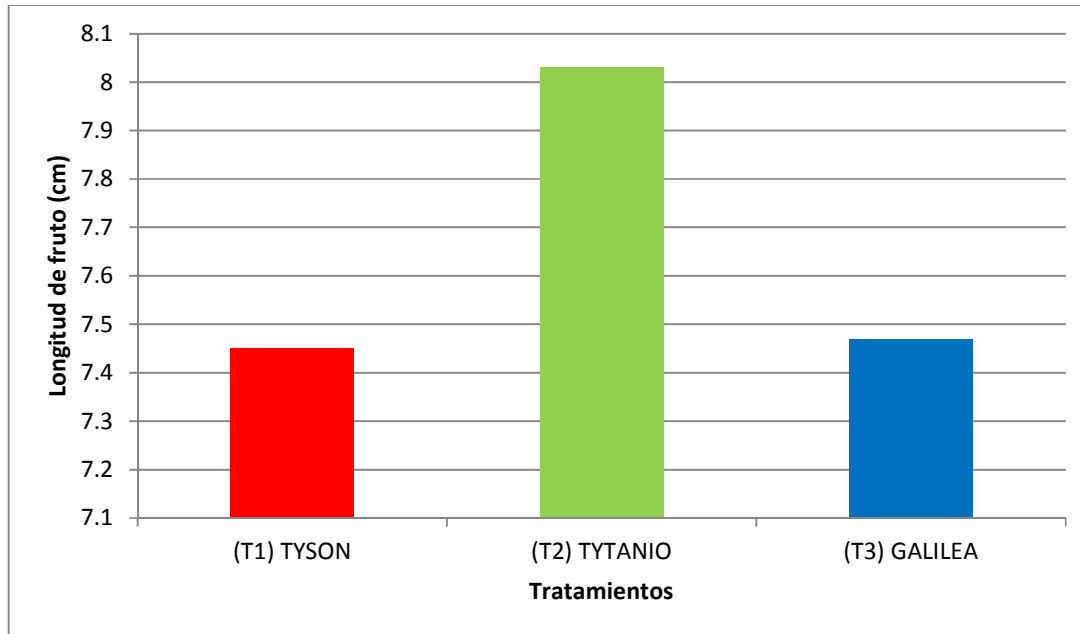
CUADRO 38. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Longitud de fruto en tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Longitud de fruto cm.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	8.03	a
2	T3	7.47	b
3	T1	7.45	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 12 se indica la representación gráfica de esta evaluación.

GRAFICO 12. Longitud de fruto de tomate (cm.). Cuarta evaluación. 110 ddt.



En el Cuadro 39, se indica un Resumen de las evaluaciones realizadas sobre Longitud en frutos de tomate, con sus respectivas Pruebas de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 39. Resumen de las evaluaciones realizadas en Longitud (cm.) de frutos de tomate en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Cultivares	1 ^a . Evaluación 54 ddt.(cm)	2 ^a . Evaluación 78 ddt.(cm)	3 ^a . Evaluación 93 ddt.(cm)	4 ^a . Evaluación 110 ddt.(cm)
T1 Tyson	7.58 b	7.55 b	7.50 b	7.45 b
T2 Tytanio	8.16 a	8.13 a	8.08 a	8.03 a
T3 Galilea	7.61 b	7.58 b	7.53 b	7.47 b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

4.3.6. Peso de frutos de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

4.3.6.1. Peso de frutos de tomate. Primera evaluación. 54 ddt.

En el Anexo 26 puede observarse que el mayor Peso de fruto en tomate en la Primera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 209.05 g. en promedio, le sigue el Tratamiento T1 (Cv. Tyson), con 182.12 g. y el Tratamiento T3 (Galilea), con 180.87 g.

En el Cuadro 40, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de de tomate en la Primera evaluación donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 40. Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	2027.063	1013.531	7.66 *	5.14
Bloques	3	1969.125	656.375	4.96 *	4.16
Error	6	794.313	132.385		
Total	11	4790.500			

C.V. = 6.03 %

En el Cuadro 41 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto de Tomate en su Primera evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 209.05 g., diferente a los demás tratamientos.

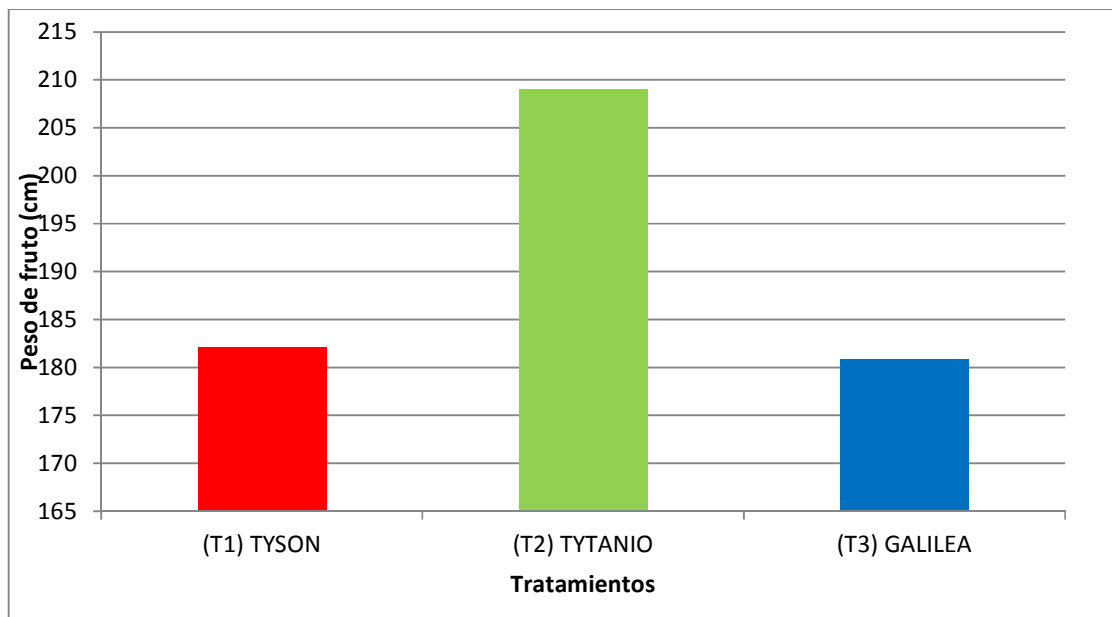
CUADRO 41. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Primera Evaluación. 54 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Peso de fruto gr.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	209.05	a
2	T1	182.12	b
3	T3	180.87	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 13 se indica la representación gráfica de esta evaluación.

GRAFICO 13. Peso de fruto de tomate. Primera Evaluación. 54 ddt.



4.3.6.2. Peso de frutos de tomate. Segunda evaluación. 78 ddt.

En el Anexo 27 puede observarse que el mayor Peso de fruto en tomate en la Primera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 209.30 g. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 181.75 g. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 180.87 g.

En el Cuadro 42, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de de tomate en la Segunda evaluación donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 42. Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	2090.281	1045.141	8.90 *	5.14
Bloques	3	1932.563	644.188	5.49 *	4.16
Error	6	704.500	117.417		
Total	11	4727.344			

C.V. = 5.68 %

En el Cuadro 43 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto de Tomate en su Segunda evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 209.30 g., diferente a los demás tratamientos.

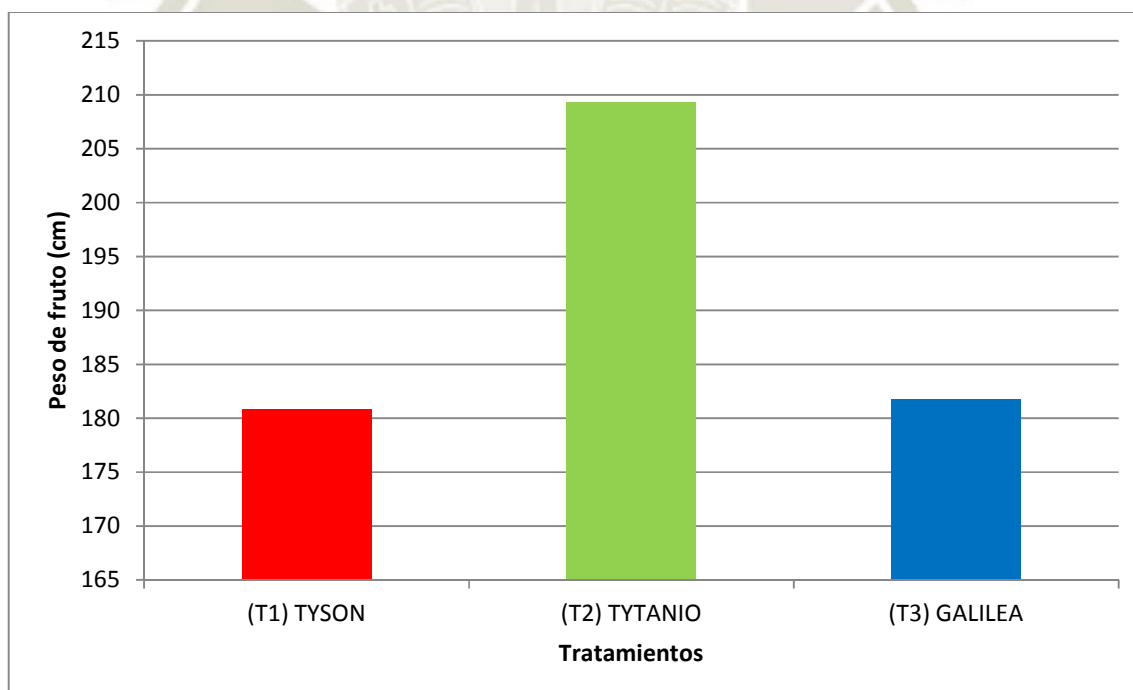
CUADRO 43. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Segunda evaluación. 78 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Peso de fruto gr.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	209.30	a
2	T3	181.75	b
3	T1	180.87	b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 14 se presenta la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 14. Peso de fruto de tomate. Segunda Evaluación. 78 ddt.



4.3.6.3. Peso de frutos de tomate. Tercera evaluación. 93 ddt.

En el Anexo 28 puede observarse que el mayor Peso de fruto en tomate en la Tercera evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 208.09 g. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 160.01 g. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 139.05 g.

En el Cuadro 44, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de de tomate en la Tercera evaluación, donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 44. Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Tercera Evaluación. 93 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha= 0.05\%$
Tratamientos	2	10023.188	5011.594	412.79 *	5.14
Bloques	3	58.250	19.417	1.59 ns.	4.16
Error	6	72.844	12.141		
Total	11	10154.281			

C.V. = 2.06 %

En el Cuadro 45 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto de Tomate en su Tercera evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 208.09 g., diferente a los demás tratamientos.

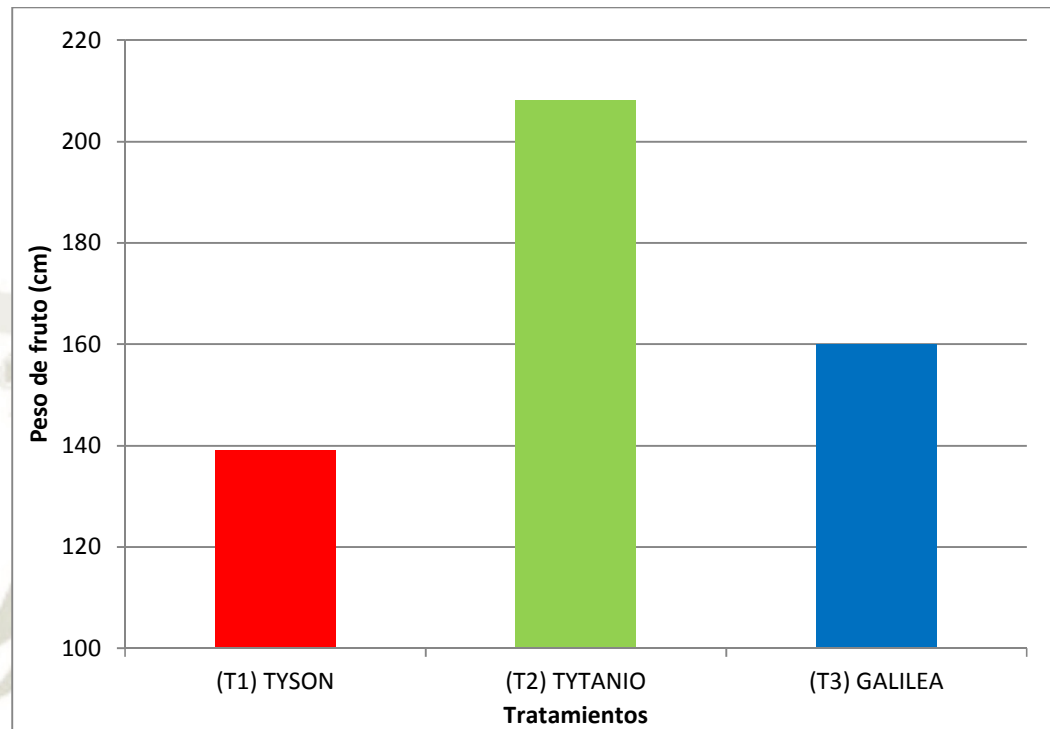
CUADRO 45. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Tercera evaluación. 93 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Peso de fruto gr.	Significación $\alpha= 0.05\%$
1	T2	208.09	a
2	T3	160.01	b
3	T1	139.05	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 15, se muestra la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 15. Peso de fruto de tomate. Tercera evaluación.93 ddt.



4.3.6.4. Peso de frutos de tomate. Cuarta evaluación. 110 ddt.

En el Anexo 29 puede observarse que el mayor Peso de fruto en tomate en la Cuarta evaluación, se presenta en el Tratamiento T2 (Cv. Tytanio), con 203.49 g. en promedio, le sigue el Tratamiento T3 (Cv. Galilea), con 154.22 g. y el Tratamiento T1 (Tyson), con 135.38

En el Cuadro 46, se muestra el Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de de tomate en la Cuarta evaluación, donde puede observarse que existen diferencias entre Tratamientos y no en Bloques, para un nivel de significación del 5%

CUADRO 46. Análisis de Varianza (ANVA) para Peso de frutos en tomate. Cuarta Evaluación. 110 ddt. en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft $\alpha = 0.05\%$
Tratamientos	2	9896.844	4948.422	273.33 *	5.14
Bloques	3	72.469	24.156	1.33 ns.	4.16
Error	6	108.625	18.104		
Total	11	10077.938			

C.V. = 2.59 %

En el Cuadro 47 se presenta la Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto de Tomate en su Cuarta evaluación, donde se observa que estadísticamente sobresale el Tratamiento T2 (Tytanio) con 203.49 g., diferente a los demás tratamientos.

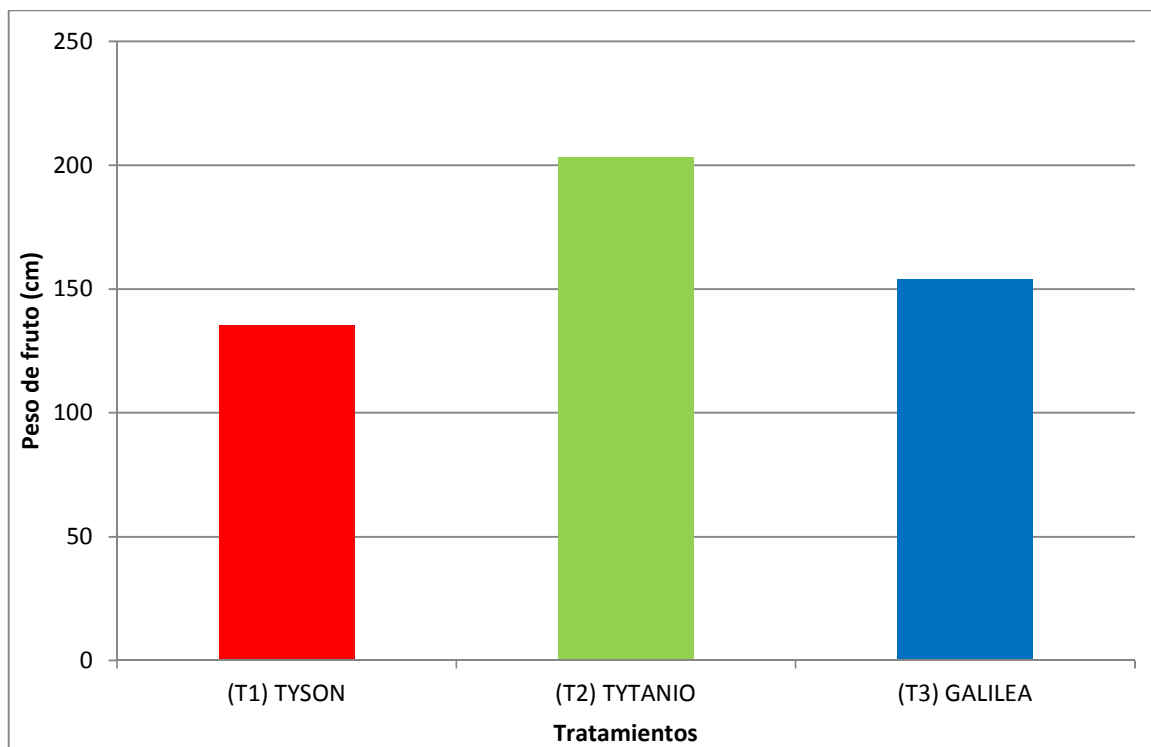
CUADRO 47. Prueba de Rango Múltiple de Duncan para Peso de fruto en tomate. Cuarta evaluación. 110 ddt. “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Orden	Tratamientos	Peso de fruto gr.	Significación $\alpha = 0.05$
1	T2	203.49	a
2	T3	154.22	b
3	T1	135.38	c

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

En el Gráfico 16 se presenta la representación gráfica para esta evaluación.

GRAFICO 16. Peso de fruto de tomate. Cuarta evaluación. 110 ddt.



En el Cuadro 48, se indica un Resumen de las evaluaciones realizadas sobre Peso en frutos de tomate, con sus respectivas Pruebas de Rango Múltiple de Duncan.

CUADRO 48. Resumen de las evaluaciones realizadas en Peso de frutos (gr.) de tomate en “Comparativo de tres variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) por el método aeropónico, bajo las condiciones del Fundo “La Banda” Huasacache, Hunter, Arequipa. 2013.

Cultivares	1 ^a . Evaluación 54 ddt.(gr)	2 ^a . Evaluación 78 ddt.(gr)	3 ^a . Evaluación 93 ddt.(gr)	4 ^a . Evaluación 110 ddt.(gr)
T1 Tyson	182.12 b	189.87 b	139.05 c	135.38 c
T2 Tytanio	209.05 a	209.30 a	208.09 a	203.49 a
T3 Galilea	180.87 b	181.75 c	160.01 b	154.22 b

Nota: Letras iguales indican que no hay significación estadística

V DISCUSION

5.1. OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AEROPÓNICO

Para el diseño, construcción y operación del módulo aeropónico para tomate, se tuvo que rehabilitar el Módulo que fue construido para investigaciones realizadas anteriormente en la producción de tuberculillos de papa. Esta rehabilitación consistió en cambiar totalmente la cobertura de malla rachell con malla antiáfida y los sistemas de electricidad y agua de riego, como lo recomienda, (Otazú, 2010).

Los cajones o contenedores hechos con madera e impermeabilizados con plástico, tienen un cierre hermético, pues contiene las sustancias nutritivas en el agua de riego y tiene que ser recicladas. El tecnopor que sirve como soporte a las plántulas de tomate, tienen perforaciones para una densidad de 20 x 20 cm, (Vásquez, 2012).

Los contenedores fueron instalados en el interior del Invernadero, de tal manera que los operadores del sistema aeropónico, tuvieron las facilidades y comodidades para su operación y funcionamiento, (Vásquez, 2012)

La altura de los contenedores desde el suelo fue de 0.80 m, de los cuales 0.30 m. corresponde a la altura de los cajones, teniendo éstos un ancho de 0.66 m. y un largo de 1.16 m., que es lo que recomienda, (Mateus, 2010)

Se tuvo cuidado con el abastecimiento de la energía eléctrica, pues un corte en el sistema, pudo afectar el funcionamiento de la electro bomba y del Programador de tiempo. El sistema de riego a presión, empleando nebulizadores, operó sin problema alguno, funcionaron correctamente ya que en el centro de control, además del Tanque o reservorio y accesorios de PVC (uniones, niples, etc.) tuvieron presión necesaria para el funcionamiento de los nebulizadores (Vásquez, 2012)

Se utilizó cable de luz # 12, para transportar la energía eléctrica, desde la fuente de abastecimiento hasta el sistema aeropónico. La energía eléctrica fue para activar la electro bomba de y el Programador de riego.

El Programador de riegos o Timer tiene cuatro salidas. Fue calibrado para regar con un intervalo de 15 minutos, con un tiempo de riego de 30 segundos, que fue el adecuado

para la estación del año en la que se desarrolló el trabajo. Los nebulizadores fueron colocados en la tubería de Polietileno cada 1.00 m. Tienen una descarga de 4 l/hr. y se colocaron 6 por cada contenedor, (Vásquez, 2012)

5.2. DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS

5.2.1. LONGITUD DE RAÍCES EN PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

La aeroponía es el proceso de las plantas, en la que las raíces crecen en un ambiente de aire o vapor, que contiene sustancias nutritivas que permitió en este caso, tengan un desarrollo extremo, comparando con un sistema hidropónico convencional o con cultivos de campo.

En este estudio, la longitud de raíces se evaluaron en cinco oportunidades, en la Primera (54 ddt.), significativamente destacó la variedad T2 (Tytanio) con 110.75 cm. de longitud; en la Segunda evaluación (78 ddt.), estadísticamente no hubo diferencias significativas entre las tres variedades en estudio con 123.16 cm. 120.74 cm. y 129.16 cm. para Tyson, Tytanio y Galilea, respectivamente. En la Tercera evaluación (93 ddt.), no hubo significación estadísticamente en las variedades con 124.57 cm., 132.83 cm. y 130.66 cm., para Tyson, Tytanio y Galilea, respectivamente. En la Cuarta (110 ddt.), tampoco hubo significación, con valores de 134.49 cm., 133.08 cm., 132.33 cm., para Tyson, Tytanio y Galilea. Finalmente, en la Quinta evaluación (125 ddt.), significativamente sobresalió Tytanio con 130.99 cm., Tyson tuvo 123.57 cm. y Galilea 127.41 cm.

La longitud extrema de las raíces de tomate en las tres variedades de tomate, es debido probablemente al sistema aeropónico donde se desarrolló el cultivo, teniendo a su disposición la humedad necesaria y la solución nutritiva hidropónica empleada. No se reportan datos de longitud de raíces de tomate, bajo este sistema.

5.2.2. ALTURA DE PLANTAS DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

En condiciones de campo Tyson tiene un crecimiento de tipo arbustivo (Semiagro, 2010), mientras que Tytanio tiende a echarse al momento de la fructificación (Semiagro, 2010), que en el sistema aeropónico, han tenido un manejo diferente, por la misma naturaleza del sistema.

En este parámetro, también se efectuaron cinco evaluaciones, no habiendo diferencias significativas en la Primera evaluación (54 ddt.), con 53.92 cm. para Tyson; en la Segunda (78 ddt), hubo significación estadística entre las variedades en estudio, destacando las variedades Tyson y Tytanio con 67.74 cm. y 67.45 cm. de altura, respectivamente; en la Tercera (93 ddt.), hubo significación, alcanzando la mayor altura cv. Tyson con 74.24 cm y Tytanio con 71.91 cm., no habiendo significación entre ellas; en la Cuarta (110 ddt.) no hubo significación en alturas, alcanzando el mayor valor de 75. 83 cm. en el tratamiento T1 (Tyson), finalmente en la Quinta evaluación (125 ddt.), hubo significación en altura de plantas, sobresaliendo el tratamiento T1 con 72.70 cm.

Puede observarse que la altura de plantas de tomate en general, tuvo una altura más baja que los obtenidos en los sistemas tradicionales de riego por gravedad y esto es debido al manejo del cultivo dentro del invernadero y con el sistema aeropónico.

En condiciones de trasplante en melgas y con riego gravitacional, Lazo (2004) reporta una altura de planta 101.70 cm. para el híbrido Ha-3323 con el más alto valor y de 85.46 para Ha-3323, con el valor más bajo. Valeriano (2007) en condiciones de cobertura tipo túnel, reporta 98.84 cm. para Dominique y 104.72 cm. para HA-3108. Por otro lado, Vera (2013) reporta para la variedad Galilea, el tratamiento con cuatro brazos y 2 7 778 plantas/ha., la mayor altura fue de 113.87 cm. y la más baja fue el tratamiento testigo (Sin poda – sin tutorado), y 13 889 plantas/ha. con 41. 07 cm.

5.3. COMPONENTES DE RENDIMIENTO

5.3.1. NÚMERO DE FLORES POR INFLORESCENCIA EN TOMATE

(*Lycopersicum esculentum* Mill.).

Para este parámetro, significativamente sobresalió el Tratamiento T1 (Tytanio) con 6.99 unidades, estadísticamente diferente a T2 (Tyson) y T3 (Galilea), siendo estas variedades estadísticamente iguales con 6.33 y 6.24 unidades, respectivamente.

Al respecto, Lazo (2006) reporta que el mayor número de flores por inflorescencia es para el híbrido Ha-3329 con 5.57 flores por racimo, ligeramente por debajo al

obtenido en nuestro estudio y esto es debido posiblemente al manejo del cultivo en sistema aeropónico. Valeriano (2007), que el número de flores al término de la floración es para Dominique de 53.79 unidades y para HA-31.08 de 55.48 unidades.

5.3.2. NÚMERO DE INFLORESCENCIA EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

En la primera evaluación realizada (54 ddt.), para el número de inflorescencia por planta, estadísticamente sobresalió el Tratamiento T2 (Tyson) con 7.41 inflorescencia por planta, diferente a T1 (Tytanio) y T3 (Galilea) con 7.07 y 7.25 unidades, respectivamente. Lazo (2006) indica que el mayor número de inflorescencia por planta en todo el ciclo vegetativo, lo obtuvo el híbrido Ha-3323 con 60.20 racimos por planta. Esta diferencia del número de inflorescencias se debe a que en este estudio solamente se realizó una sola evaluación (54 ddt.)

5.3.3. DÍAS DE INICIO DE COSECHA EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

No hubo significación estadística en cuanto al inicio de cosecha para las tres variedades en estudio. Las variedades Tyson (T1), Tytanio (T2) y Galilea (T3), tuvieron 58.46, 58.80 y 58.41 días después del trasplante, respectivamente. Al respecto SEMIAGRO (2012) indica que la cosecha en Galilea se inicia a los 100 – 110 días después del trasplante, mientras que para Tytanio es a los 80 – 90 ddt. Se observa que el período vegetativo desde el trasplante a la cosecha es relativamente bastante corto y se debe posiblemente al ambiente donde se desarrollaron las variedades en estudio. En sistemas convencionales con riego por gravedad, Vera (2013), señala que la Variedad Galilea, la cosecha se inició a los 95 ddt y que concuerda con lo indicado por SEMIAGRO (2012). Por otro lado, Lazo (2006) indica que para el híbrido Ha-3059 la cosecha se inició a los 75 ddt. y para Ha-3302, se inició a los 77 ddt.

5.3.4. DIÁMETRO ECUATORIAL EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Existe diferencias significativas entre las tres las variedades en estudio y esto se justifica por tratarse de cultivares con características genéticas diferentes, tal como lo señala SEMIAGRO (2012)

El diámetro ecuatorial en Tyson varía de 6.42 cm. a 6.62 cm., en Tytanio de 6.65 cm. a 6.82 cm. y en Galilea de 6.25 cm. a 6.45 cm., tal como lo reporta SEMIAGRO (2012).

5.3.5. LONGITUD DEL FRUTO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

También existen diferencias significativas entre las tres las variedades en estudio, que se justifica por tratarse de cultivares con características genéticas diferentes, tal como lo indica SEMIAGRO (2012).

El diámetro longitudinal en Tyson varía de 74.5 mm. a 75.8 mm., en Tytanio de 80.3 mm. a 81.6 mm. y en Galilea de 75.3 mm. a 76.1 mm., tal como lo señala SEMIAGRO (2012). Vera (2013) señala que para cv. Galilea, los valores del diámetro longitudinal del fruto no hubo diferencias significativas entre tratamientos, teniendo valores que van desde 75.05 mm. a 71.03 mm. en promedio durante todas las cosechas.

5.3.6. PESO DE FRUTO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill.)

Se observa que hubo diferencias significativas para el peso de frutos de tomate en las cuatro evaluaciones realizadas, destacando Tyson (T2) con 209.05 gr., 209.30 gr., 208.09 gr. y 203.49 gr. respectivamente, diferente a las demás que estadísticamente fueron iguales. SEMIAGRO reporta para Galilea 160 – 220 gr. y para Tyson 120 – 150 gr. por fruto, muy por debajo a lo obtenido en este estudio, que se debe el haberse cultivado en aeroponía, por las ventajas que ofrece este sistema, en cuanto humedad y nutrientes disponibles. Lazo (2006), señala que por las características del fruto, el mayor peso promedio de fruto fue de 250.00 gr. para el híbrido Ha-3073 y el menor peso promedio de fruto fue de 180.20 gr. para el híbrido Ha-3323.

VI CONCLUSIONES

- a. La rehabilitación, operación y funcionamiento del sistema aeropónico, funcionó bien para la producción de las tres variedades de tomate.
- b. En cuanto a la determinación de las características morfológicas, la longitud de raíces se evaluaron en cinco oportunidades, en la Primera (54 ddt.), significativamente destacó la variedad T2 (Tytanio) con 110.75 cm. de longitud; en la Segunda evaluación (78 ddt.), estadísticamente no hubo diferencias significativas entre las tres variedades en estudio con 123.16 cm. 120.74 cm. y 129.16 cm. para Tyson, Tytanio y Galilea, respectivamente. En la Tercera evaluación (93 ddt.), no hubo significación estadísticamente en las variedades con 124.57 cm., 132.83 cm. y 130.66 cm., para Tyson, Tytanio y Galilea, respectivamente. En la Cuarta (110 ddt.), tampoco hubo significación, con valores de 134.49 cm., 133.08 cm., 132.33 cm., para Tyson, Tytanio y Galilea. Finalmente, en la Quinta evaluación (125 ddt.), significativamente sobresalió Tytanio con 130.99 cm., Tyson tuvo 123.57 cm. y Galilea 127.41 cm.

En altura de plantas, también se efectuaron cinco evaluaciones, no habiendo diferencias significativas en la Primera evaluación (54 ddt.), con 53.92 cm. para Tyson; en la Segunda (75 ddt.) hubo significación estadística entre las variedades en estudio, destacando las variedades Tyson y Tytanio con 67.74 cm. y 67.45 cm. de altura, respectivamente; en la Tercera (93 ddt.) hubo significación, alcanzando la mayor altura cv. Tyson con 74.24 cm y Tytanio con 71.91 cm., no habiendo significación entre ellas; en la Cuarta (110 ddt.) no hubo significación en alturas, alcanzando el mayor valor de 75. 83 cm. en el tratamiento T1 (Tyson), finalmente en la Quinta evaluación (125 ddt.), hubo significación en altura de plantas, sobresaliendo el tratamiento T1 (Tyson).

En componentes de rendimiento, para el número de flores por inflorescencia, significativamente sobresalió el Tratamiento T1 (Tytanio) con 6.99 unidades, estadísticamente diferente a T2 (Tyson) y T3 (Galilea), siendo estas variedades estadísticamente iguales con 6.33 y 6.24 unidades, respectivamente.

En cuanto al número de inflorescencias por planta en tomate, en la primera

evaluación realizada el 20/Diciembre/2012, estadísticamente sobresalió el Tratamiento T2 (Tyson) con 7.41 inflorescencia por planta, diferente a T1 (Tytanio) y T3 (Galilea) con 7.07 y 7.25 racimos por planta, respectivamente.

En lo referente a días de inicio de cosecha, no hubo significación estadística para las tres variedades en estudio. Las variedades Tyson (T1), Tytanio (T2) y Galilea (T3), tuvieron 58.46, 58.80 y 58.41 días después del trasplante, respectivamente.

- c. Para el diámetro ecuatorial, existe diferencias significativas entre las tres las variedades en estudio y esto se justifica por tratarse de cultivares con características genéticas diferentes.

El diámetro ecuatorial en Tyson varía de 6.42 cm. a 6.62 cm., en Tytanio de 6.65 cm. a 6.82 cm. y en Galilea de 6.25 mm. a 6.45 cm.

Con referencia a la longitud del fruto, también existen diferencias significativas entre las tres las variedades en estudio, que se justifica por tratarse de cultivares con características genéticas diferentes. El diámetro longitudinal en Tyson varía de 7.45 cm. a 7.58 cm., en Tytanio de 8.03 cm. a 8.16 cm. y en Galilea de 7.53 cm. a 76.1 cm.

Finalmente en lo que se refiere al peso de fruto de tomate, se observa que hubo diferencias significativas para el peso de frutos en las cuatro evaluaciones realizadas, destacando Tyson (T2) con 209.05 gr/fruto, 209.30 gr/fruto, 208.09 gr/fruto y 203.49 gr/fruto, respectivamente,

VII RECOMENDACIONES

- a) Difundir los resultados de este estudio, por ser de suma importancia para ser aplicados en zonas, donde el recurso hídrico es escaso, así como las tierras de cultivo.
- b) Seguir investigando este sistema aeropónico, con cultivos hortícolas altamente rentables, como los berrys.



VIII BIBLIOGRAFÍA

1. **ANSOREMA, J.** 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid. España. 172 pp.
2. **AVILA, H. y VALDIVIA, E.** 2002. “Construcción y Comprobación de tres sistemas de Hidroponía con dos variedades de Lechuga (*Lactuca sativa* L.) en tinglado Huasacache, Hunter- Arequipa” Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María 2004.
3. **BURES, S.** 1997 Sustratos. Ediciones Agrotécnicas. S. L. Madrid.
4. **CANOVAS, F., DÍAZ, J, R.** 1993. Cultivos Sin suelo. Curso Superior de Especialización. Ed. Instituto de Estudios Almerienses. Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería. Almería.
5. **CANOVAS, F.; MAGNA, J.J.; BOUKHALFA, A.** 1993 Cultivos sin suelo. Hidroponía. En Técnicas de producción de frutas y hortalizas en los cultivos protegidos del Sureste español. Ed. Instituto de la Caja Rural de Almería. Almería.
6. **GUEVARA, M.** 1997 “Sistema de Hidroponía y Aeroponía popular como una alternativa de alivio ante la Pobreza” Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Facultad de Ciencias Económicas Escuela de Economía Agrícola.
7. **GUTIÉRREZ, I.** 2000. Cultivos Hidropónicos. Aprenda fácil. Ediciones Culturales VER Ltda. Bogotá.
8. **INIA.** 2000. Guía del Cultivo Hidropónico. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Lima.
9. **LAZO, H.** 2004. Comportamiento de seis híbridos de Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) de crecimiento determinado en Costa Sur. Tesis de Grado. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa.
10. **MAROTO J.** 1995. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.
11. **MARTINEZ, E.** 1 993. Cultivos sin suelo: Hortalizas en clima mediterráneo. Ediciones

- de Horticultura, S.L. Barcelona.
12. **MATEUS, J.** 2010. Efecto del ambiente sobre la producción de minitubérculos de 10 genotipos de papa cultivadas bajo un sistema aeropónico. Tesis Maestría Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima.
 13. **MINISTERIO DE AGRICULTURA.** 2011. Dinámica agropecuaria. Perú.
 14. **OTAZU, V.** 2009 Manual de producción de semilla de papa de calidad usando aeroponía. Huancayo
 15. **PAZ, M.** 1 997. Biblioteca de la Agricultura. Editorial LEXUS. México.
 16. **POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE** 1997. Manual Internacional de Fertilidad de suelos. INPOFOS. Quito.
 17. **RESH, H.** 2001. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Ediciones Mundi – Prensa. Barcelona.
 18. **RICHARDS, L.** 1985. Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial LIMUSA. México.
 19. **RODRÍGUEZ, D.** 2001. Soluciones nutritivas en Hidroponía. Formulación y preparación. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición mineral. Lima.
 20. **SALAZAR G.** 1992. Guía Práctica de Cultivos hidropónicos Populares. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Santo Domingo.
 21. **SERVERN, DANEEL,** 2008. Desarrollo de un sistema aeropónico para el estudio de la respuesta de las raíces de banano a la infección con *Fusarium oxysporum f. cubense* y *R. similis*. Institute for tropical and sub tropical crops. Info Musa. Vol. 12 – No. 1.
 22. **SOLTÓ, J.** 1 994. Hidroponía. Cómo cultivar sin tierra. Librería “El Ateneo” Editorial. Buenos Aires.
 23. **UNALM.** 1995. Sumillas Primer Curso Taller Internacional de Hidroponía. Dpto. de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima.

24. **UNALM.** 1996. Sumillas Segundo Curso Taller Internacional de Hidroponía. Dpto. de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria “La Molina”. Lima.
25. **VALERIANO, E.** 2007. Comparativo de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* L.). Tesis de Grado Universidad Católica de “Santa María”. Arequipa.
26. **VASQUEZ, J.** 2012. Diseño de un sistema de riego aeropónico automatizado. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
27. **VERA, L.** 2013. Densidad de siembra, poda y tutorado en el rendimiento de Tomate (*Solanum Lycopersicum* L.) var. “Galilea” en la zona árida – Arequipa. 2013. Tesis de Grado. Universidad san Agustín. Arequipa.
28. **ZAPP, J.** 1991. Cultivos sin tierra. La Hidroponía Popular. Proyecto Regional para la superación de la pobreza. Bogotá.
29. <http://www.emeraldseed.com/index.php?option=comcontent/article/Abutterhead-lettuce-em-mariposa/Aemerald-star-varieties> Página Web visitada el 20 de setiembre 2012.
30. <http://www.rocalba.es/es/hortícolas.php?p=9&i=3503> Página Web visitada el 20 de setiembre 2012.
31. http://quasch.com.ar/GuaschSemillas%C2%AE/Hortalizas/LechugasHojasAbiertas/Lec_huga/WaldmannsGreen/Caracteristicas/149/Especies/182/1/ Página Web visitada el 20 de setiembre 2012.
32. http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/Boletin52/Formula_Tomate.pdf
33. <http://www.Infoagro.com>
34. **SEMIAGRO** 2012. Boletines Técnicos. www.semiagro.com.pe. Arequipa.

ANEXOS

ANEXO 01. Registros meteorológicos de la Estación Huasacache. SENAMHI.

Parámetros	2012			2013	
	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
Temperatura máxima mensual °C	16.1	16.7	17.6	16.8	16.8
Temperatura mínima mensual °C	8.5	10.5	11.6	11.3	10.6
Humedad Relativa mensual %	40.88	56.19	63.26	72.81	66.11
Evaporación mm/mes	218.6	172.6	161.7	124.6	143.3
Precipitación mm/mes	0.0	0.0	18.4	43.3	16.6

Fuente: SENAMHI. Oficina General de Estadísticas e informática

ANEXO 02. Análisis de agua. Fundo "La Banda". Huasacache. 2010

VARIABLES	UNIDAD	VALOR	GRADO DE RESTRICCIÓN	CALIDAD DE AGUA
Ca	meq/l	2.000	Ninguno	-----
Mg	meq/l	0.333	Ninguno	-----
pH	-----	7.0	Neutro	Buena
CE	mS/cm	0.52	Bajo	Buena
RAS	-----	1.91	Ninguno	Buena
Dureza	-----	10	-----	Blanda
Indice Scott	mg/l	Mayor 18	-----	Buena
Clasificación Willcox	-----	-----	-----	Buena

Fuente: Tesis de Grado Chevarria, Mary. 2007

ANEXO 03. Longitud de raíces (cm.) Primera evaluación 20/12/2012

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	90.66	99.00	93.00	288.66
II	109.33	112.66	115.66	337.65
III	96.00	112.66	108.66	317.32
IV	102.33	118.66	112.66	333.65
TOTAL	404.32	442.98	429.98	1277.28
PROMEDIO	101.08	110.745	107.495	319.32

ANEXO 04. Longitud de raíces (cm.) Segunda evaluación.13/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	115.66	94.66	116.33	326.65
II	121.33	126.66	135.33	383.32
III	131.33	128.33	131.66	391.32
IV	124.33	133.3	133.3	390.93
TOTAL	492.65	482.95	516.62	1492.22
PROMEDIO	123.1625	120.7375	129.155	373.05

ANEXO 05. Longitud de raíces (cm.) Tercera evaluación.28/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	120.66	136.33	116.66	373.65
II	133.66	128.33	130.00	391.99
III	125.66	142.33	134.33	402.32
IV	118.33	124.33	141.66	384.32
TOTAL	498.31	531.32	522.65	1552.28
PROMEDIO	124.57	132.83	130.66	388.07

ANEXO 06. Longitud de raíces (cm.) Cuarta evaluación.13/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	116.33	115.00	120.00	351.33
II	140.00	142.00	139.00	421.00
III	146.00	137.66	136.00	419.66
IV	135.66	137.66	134.33	407.65
TOTAL	537.99	532.32	529.33	1599.64
PROMEDIO	134.49	133.08	132.33	399.91

ANEXO 07. Longitud de raíces (cm.) Quinta evaluación.28/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	113.66	122.00	118.33	353.99
II	125.66	130.33	131.33	387.32
III	125.66	138.33	135.00	398.99
IV	129.33	133.33	125.00	387.66
TOTAL	494.31	523.99	509.66	1527.96
PROMEDIO	123.57	130.99	127.41	381.99

ANEXO 08. Altura de plantas (cm.) Primera evaluación 20/12/2012

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	48.80	46.66	42.23	137.69
II	58.06	47.06	52.50	157.62
III	51.66	54.5	43.66	149.82
IV	57.16	40.5	54.66	152.32
TOTAL	215.68	188.72	193.05	597.45
PROMEDIO	53.92	47.18	48.26	149.36

ANEXO 09. Altura de plantas (cm.) Segunda evaluación.13/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	67.16	58.66	48.66	174.48
II	74.96	69.83	63.03	207.82
III	65.66	69.83	57.66	193.15
IV	63.16	71.5	54.33	188.99
TOTAL	270.94	269.82	223.68	764.44
PROMEDIO	67.735	67.45	55.92	191.11

ANEXO 10. Altura de plantas (cm.) Tercera evaluación.28/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	68.33	63.83	52.33	184.49
II	75.66	71.66	71.00	218.32
III	70.33	71.16	66.66	208.15
IV	82.66	81.00	64.00	227.66
TOTAL	296.98	287.65	253.99	838.62
PROMEDIO	74.24	71.91	63.49	209.65

ANEXO 11. Altura de plantas (cm.) Cuarta evaluación. 13/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	69.00	62.00	53.33	184.33
II	78.00	68.33	74.66	220.99
III	71.33	71.66	67.00	206.99
IV	85.00	83.33	64.33	232.66
TOTAL	303.33	285.32	259.32	844.97
PROMEDIO	75.83	71.33	64.83	211.24

ANEXO 12. Altura de plantas (cm.) Quinta evaluación. 28/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	69.33	62.83	49.66	181.82
II	72.50	67.33	67.66	207.49
III	66.66	74.00	66.66	207.32
IV	82.33	80.16	60.33	222.82
TOTAL	290.82	284.32	244.31	819.45
PROMEDIO	72.70	71.08	61.07	204.86

ANEXO 13. Numero de flores por inflorescencia

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	6.33	5.33	4.33	15.99
II	7.33	6.33	7.33	20.99
III	7.00	7.33	7.00	21.33
IV	7.33	6.33	6.33	19.99
Total	27.99	25.32	24.99	78.3
Promedio	6.99	6.33	6.24	

ANEXO 14. Numero de inflorescencias

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	5.66	6.33	6.00	17.99
II	7.66	7.66	8.00	23.32
III	7.66	8.00	8.00	23.66
IV	7.33	7.66	7.00	21.99
Total	28.31	29.65	29.00	86.96
Promedio	7.07	7.41	7.25	

ANEXO 15. Numero de días de inicio de cosecha

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	54.00	55.60	55.00	164.60
II	58.60	58.30	59.66	176.56
III	61.00	60.33	58.66	179.99
IV	60.33	61.00	60.33	181.66
Total	233.93	235.23	233.65	702.81
Promedio	58.48	58.80	58.41	

ANEXO 16. Diámetro de fruto (cm.) Primera evaluación 20/12/2012

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	6.6	6.6	6.1	19.3
II	6.7	6.8	6.5	20.0
III	6.8	6.9	6.4	20.1
IV	6.2	6.7	6.2	19.1
Total	26.3	27	25.2	78.5
Promedio	6.57	6.75	6.30	

ANEXO 17. Diámetro de fruto (cm.) Segunda evaluación. 13/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	6.4	6.7	6.3	19.4
II	6.8	6.9	6.5	20.2
III	6.8	6.9	6.6	20.3
IV	6.5	6.8	6.4	19.7
Total	26.5	27.3	25.8	79.6
Promedio	6.62	6.82	6.45	

ANEXO 18. Diámetro de fruto (cm.) Tercera evaluación. 28/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	6.4	6.6	6.2	19.2
II	6.6	6.7	6.6	19.9
III	6.8	6.9	6.5	20.2
IV	6.1	6.8	6.3	19.2
Total	25.9	27	25.6	78.5
Promedio	6.47	6.75	6.40	

ANEXO 19. Diámetro de fruto (cm.). Cuarta evaluación.13/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	6.1	6.6	6.1	18.8
II	6.5	6.8	6.2	19.5
III	6.6	6.7	6.4	19.7
IV	6.5	6.5	6.3	19.3
Total	25.7	26.6	25	77.3
Promedio	6.42	6.65	6.25	

ANEXO 20. Longitud de fruto (cm.) Primera evaluación. 20/12/2012

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	7.35	7.60	7.40	22.35
II	7.80	8.00	7.70	23.50
III	7.60	8.60	7.60	23.80
IV	7.60	8.45	7.75	23.80
Total	30.35	32.65	30.45	93.45
Promedio	7.58	8.16	7.61	

ANEXO 21. Longitud de fruto (cm.) Segunda evaluación. 13/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	7.30	7.50	7.37	22.17
II	7.72	8.00	7.69	23.41
III	7.55	8.58	7.57	23.70
IV	7.57	8.46	7.71	23.74
Total	30.14	32.54	30.34	93.02
Promedio	7.55	8.13	7.58	

ANEXO 22. Longitud de fruto (cm.) Tercera evaluación. 28/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	7.28	7.46	7.34	22.08
II	7.68	7.97	7.66	23.31
III	7.51	8.50	7.54	23.31
IV	7.53	8.42	7.61	23.56
Total	30.00	32.35	30.15	92.26
Promedio	7.5	8.08	7.53	

ANEXO 23. Longitud de fruto (cm.) Cuarta evaluación. 13/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	7.23	7.43	7.30	21.96
II	7.65	7.93	7.60	23.18
III	7.43	8.43	7.45	23.31
IV	7.50	8.36	7.53	23.39
Total	29.81	32.15	29.88	91.84
Promedio	7.45	8.03	7.47	

ANEXO 24. Peso de fruto (gr.) Primera evaluación. 20/12/2012

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	141.1	201.7	162.8	505.6
II	197.1	212.6	187.4	597.1
III	196.2	210.4	188.1	594.7
IV	194.1	211.5	185.2	590.8
Total	728.5	836.2	723.5	2288.2
Promedio	182.12	209.05	180.87	

ANEXO 25. Peso de fruto (gr.) Segunda evaluación. 13/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	141.1	201.2	163.8	506.1
II	195.1	212.7	188.4	595.94
III	195.2	211.4	188.6	595.2
IV	192.1	211.9	186.2	590.2
Total	723.5	837.2	727	2287.44
Promedio	180.87	209.3	181.75	

ANEXO 26. Peso de fruto (gr.) Tercera evaluación. 28/01/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	132.33	206.30	157.99	496.62
II	135.86	210.66	160.75	507.27
III	141.92	208.41	159.88	510.21
IV	146.10	206.99	161.45	514.54
Total	556.21	832.36	640.07	2028.64
Promedio	139.05	208.09	160.01	

ANEXO 27. Peso de fruto (gr.) Cuarta evaluación. 13/02/2013

BLOQUES	TRATAMIENTO			TOTAL
	T1	T2	T3	
I	128.33	199.01	152.99	480.33
II	132.66	208.37	156.15	497.18
III	137.35	205.47	154.34	497.16
IV	143.18	201.13	153.40	497.71
Total	541.52	813.98	616.88	1972.38
Promedio	135.38	203.49	154.22	