

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Evaluación de la cantidad y calidad de producción de jitomate bola  
(*Lycopersicon esculentum* Mill), a fertilización potásica bajo  
condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera 2008**

**POR:**

**EFRÉN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DEL 2009**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la cantidad y calidad de producción de jitomate bola  
(*Lycopersicon esculentum* Mill), a fertilización potásica bajo  
condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera 2008

POR:

EFRÉN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES,  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:

  
ING. JUAN DE DIOS RUÍZ DE LA ROSA

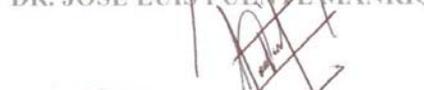
ASESOR:

  
DR. ALEJANDRO MORENO-RESENDEZ

ASESOR:

  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR:

  
DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

  
ME VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la cantidad y calidad de producción de jitomate bola  
(*Lycopersicon esculentum* Mill), a fertilización potásica bajo  
condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera 2008

POR:

EFRÉN HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:

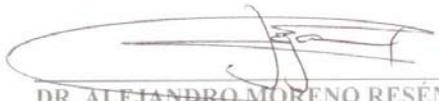
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

JURADO EXAMINADOR

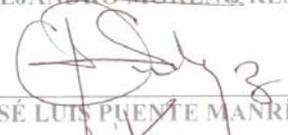
PRESIDENTE:

  
ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

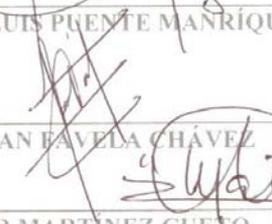
VOCAL:

  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

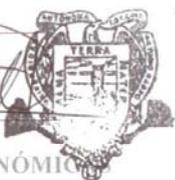
VOCAL:

  
DR. JOSÉ LUIS PRIENTE MANRÍQUEZ

VOCAL SUPLENTE:

  
DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

ME VÍCTOR MARTÍNEZ CUEVO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

  
Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2009

## **DEDICATORIA**

A ti Dios por ser mi compañero en todo momento y acompañarme siempre en mi camino y darme fuerza en los momentos más difíciles de mi vida y por todo el amor que me has brindado aun sin merecerlo.

### **A MIS PADRES**

**JUAN HERNÁNDEZ ALFARO  
AMÉRICA HERNÁNDEZ PÉREZ**

Por brindarme todo su apoyo y eterno amor en mi camino. Además de inculcarme el respeto hacia los demás y ser una persona de bien. Por el esfuerzo que realizaron con el único fin de seguir con mis estudios, les brindo este pequeño pero muy sincero tributo. Gracias por todo el cariño, confianza y comprensión.

### **A MIS HERMANOS**

Juan Carlos y Belén Guadalupe, por su apoyo, cariño, comprensión y ser partícipe de todos los momentos felices de mi vida y motivarme a seguir estudiando y a mis sobrinos Paty y José Eduardo, a todos ellos gracias.

### **A MIS ABUELOS**

**CARALAMPIO HERNÁNDEZ ESPINOZA  
CARMEN HERNÁNDEZ ALFARO  
GUSTAVO HERNÁNDEZ  
SOLEDAD PÉREZ GARCÍA †**

Por brindarme todo su apoyo, amor, cariño, confianza y aconsejarme en el camino de la vida.

### **A MIS TÍOS**

Eduardo, Bricelda, Jorge, Oscar, Lupita, Vicky y Concepción que de una u otra forma siempre me han brindado un consejo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi ALMA TERRA MATER, por cobijarme durante mi carrera y ser motivo de orgullo y poder darme la oportunidad de realizarme como profesionalista.

Con mucha admiración y respeto al Ing. Juan De Dios Ruiz de la Rosa, por su apoyo, comprensión y dedicación en el trabajo de mi tesis, mil gracias.

Para el Dr. Alejandro Moreno Reséndez, por los consejos en la realización de este trabajo, así como ser partícipe de su conocimiento técnico.

Para el Dr. José Luis Puente Manríquez, por su valiosa colaboración y opinión en el trabajo realizado en el invernadero.

Para el Dr. Esteban Favela Chávez, por ser partícipe en la realización de este trabajo y su indudable cooperación en las actividades realizadas en campo.

Para el Ing. Lucio Leos Escobedo, por su gran aportación y consejos en la elaboración de este documento y ser un gran amigo.

Para mis compañeros: Ing. Nayeli Soto, Ing. Blanca Pérez, Ing. Ceci Miguel, Ing. Bani Ortiz, Ing. Moisés Velázquez e Ing. Arturo Díaz, a todos ellos gracias y que Dios los bendiga

A mis amigos, especialmente a Xalpa, Elvia, Mine, Miriam, Zeni, Susi, Arlena, Ivonne, Yadi, Paulina, Karen, a mi prima Mari, a mi primo Juan, Carlos, Daniel, Pedro, Yoni, Yovani, Jesús, Juan Carlos, Julián, Moisés, Delmar, Alejandro, Jorge, Roberto, José G., Walter, Jorge, Héctor, Joel, David D., Melesio, Lázaro, Abel, Dios les bendiga siempre en su camino.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE APÉNDICE.....</b>	<b>xvi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xviii</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Meta.....	3
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Generalidades del tomate.....	4
2.2 Origen.....	4
2.3 Clasificación taxonómica del tomate.....	5
2.4 Características morfológicas del cultivo de tomate.....	6
2.4.1 Semilla.....	6
2.4.2 Raíz.....	7
2.4.3 Tallo.....	7
2.4.4 Hojas.....	8
2.4.5 Flor.....	8
2.4.6 Fruto.....	9

2.4.7 Contenido nutricional .....	10
2.5 Generalidades de invernaderos.....	10
2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos.....	11
2.5.2 Desventajas de cultivar en invernadero .....	12
2.6 Exigencias de clima.....	12
2.6.1 Temperatura.....	13
2.6.2 Humedad relativa.....	14
2.6.3 Luminosidad.....	14
2.6.4 Radiación en invernadero.....	15
2.6.5 Concentración de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) en invernadero.....	16
2.7 Elección del genotipo.....	16
2.8 Requerimientos nutricionales.....	17
2.8.1 Nitrógeno.....	17
2.8.2 Fósforo.....	18
2.8.3 Potasio.....	19
2.8.4 Calcio.....	20
2.8.5 Magnesio.....	21
2.8.6 Azufre.....	21
2.9 Labores Culturales.....	21
2.9.1 Producción de plántulas.....	21
2.9.2 Arreglo topológico.....	22
2.9.3 Densidad de población.....	22
2.9.4 Sustrato.....	23

2.9.5 Trasplante.....	24
2.9.6 Poda de formación.....	24
2.9.7 Despuntado.....	26
2.9.8 Tutorado.....	27
2.9.9 Polinización.....	27
2.9.10 Fertirrigación.....	28
2.10 Recolección y calidad de fruto.....	33
2.11 Plagas más comunes.....	34
2.11.1 Mosca blanca de los invernaderos ( <i>Trialeurodes vaporarium</i> ) West.....	34
2.11.2 Pulgón ( <i>Aphis gossypii</i> ).....	35
2.11.3 Trips ( <i>Frankliniella occidentalis</i> ) Pergande.....	37
2.11.4 Minadores de la hoja. ( <i>Lyriomyza</i> spp).....	38
2.12 Antecedentes de investigación.....	39
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
3.1 Localización y tipo de invernadero.....	45
3.2 Clima.....	45
3.3 Tratamientos.....	46
3.4 Siembra.....	47
3.5 Sustrato.....	47
3.6 Trasplante.....	47
3.7 Diseño experimental.....	48
3.8 Manejo del cultivo.....	48

3.9 Fertilización y riegos.....	51
3.10 Control de plagas y enfermedades.....	53
3.11 Cosecha.....	54
3.12 Variables evaluadas.....	54
3.13 Análisis estadístico.....	55
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>57</b>
4.1 Valores de crecimiento.....	57
4.1.1 Altura de planta.....	57
4.1.2 Grosor de tallo.....	57
4.1.3 Número de hojas.....	60
4.2 Peso seco de hojas.....	60
4.3 Peso seco de tallos.....	61
4.4 Rendimiento comercial.....	62
4.4.1 Número de frutos.....	62
4.4.2 Peso de fruto por planta.....	63
4.4.3 Rendimiento en toneladas.....	64
4.4.4 Clasificación de producción comercial.....	66
4.4.5 Forma del fruto, hombros, tejido placentario y color.....	66
4.5 Variables de calidad.....	69
4.5.1 Peso de fruto.....	69
4.5.2 Número de lóculos.....	70
4.5.3 Grados brix.....	70
4.5.4 Espesor de pulpa.....	71

4.5.5 Diámetro polar.....	72
4.5.6 Diámetro ecuatorial.....	73
4.6 Rendimiento desecho.....	73
4.6.1 Número de desechos.....	73
4.6.2 Peso de desechos.....	74
4.6.3 Producción de desecho en t.ha <sup>-1</sup> .....	75
4.6.4 Tipo de desecho.....	76
<b>V.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>VI.- LITERATURA CITADA.....</b>	<b>79</b>
<b>VII.- APÉNDICE.....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 2.1</b>	Composición nutricional del tomate.....	10
<b>Cuadro 2.2</b>	Concentración óptima de elementos nutritivos en el agua de riego (gotero) (ppm) en el cultivo de tomate.....	17
<b>Cuadro 3.1</b>	Tratamientos evaluados en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	47
<b>Cuadro. 3.2</b>	Fertilizantes y dosis de aplicación base, para cada etapa en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	53
<b>Cuadro.3.3</b>	Niveles de fertilización de potasio en los diferentes tratamientos, correspondiente a cada etapa en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el periodo Primavera-Verano 2008. UAAAN-URL.....	53
<b>Cuadro. 3.4</b>	Productos y dosis aplicadas para el control de plagas y enfermedades en tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	56
<b>Cuadro 4.1</b>	Altura de planta del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	58
<b>Cuadro 4.2</b>	Grosor de tallo del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	59
<b>Cuadro 4.3</b>	Número de hojas del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	60

<b>Cuadro 4.4</b>	Peso seco de hojas del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	61
<b>Cuadro 4.5</b>	Peso seco de tallos del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	62
<b>Cuadro 4.6</b>	Producción comercial en número de frutos por planta del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	62
<b>Cuadro 4.7</b>	Producción comercial en peso de frutos por planta del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	63
<b>Cuadro 4.8</b>	Producción comercial en rendimiento de t.ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	65
<b>Cuadro 4.9</b>	Clasificación del tamaño de frutos en número y porcentaje del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	67
<b>Cuadro 4.10</b>	Clasificación de frutos con relación a la forma del fruto, hombros, tejido placentario y color, del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	68

<b>Cuadro 4.11</b>	Peso de fruto del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	69
<b>Cuadro 4.12</b>	Número de lóculos del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	70
<b>Cuadro 4.13</b>	Grados brix del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	71
<b>Cuadro 4.14</b>	Espesor de pulpa del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	72
<b>Cuadro 4.15</b>	Diámetro polar del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	72
<b>Cuadro 4.16</b>	Diámetro ecuatorial del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	73
<b>Cuadro 4.17</b>	Producción de desecho en número de frutos por planta del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	74
<b>Cuadro 4.18</b>	Producción de desecho en peso de frutos por planta, del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	75

<b>Cuadro 4.19</b>	Producción de desecho en rendimiento de t.ha <sup>-1</sup> del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	75
<b>Cuadro 4.20</b>	Número y porcentaje de frutos dañados en la producción total de desecho, del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b>	Croquis del invernadero.....	49
<b>Figura 3.2</b>	Croquis de los tratamientos en el área experimental.....	50
<b>Figura 4.1</b>	Distribución de rendimiento en kilogramos por tratamiento, durante cada corte realizado del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	64
<b>Figura 4.2</b>	Distribución de rendimiento en t.ha <sup>-1</sup> , durante cada corte realizado del cultivo de tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.....	65

## ÍNDICE DE APENDICE

<b>Cuadro 1A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 14 ddt.....	86
<b>Cuadro 2A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 21 ddt.....	86
<b>Cuadro 3A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 28 ddt.....	86
<b>Cuadro 4A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 35 ddt.....	86
<b>Cuadro 5A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 42 ddt.....	86
<b>Cuadro 6A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 49 ddt.....	87
<b>Cuadro 7A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 56 ddt.....	87
<b>Cuadro 8A</b>	Análisis de varianza para altura de planta a los 63 ddt.....	87
<b>Cuadro 9A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 14 ddt.....	87
<b>Cuadro 10A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 21 ddt.....	87
<b>Cuadro 11A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 28 ddt.....	88
<b>Cuadro 12A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 35 ddt.....	88
<b>Cuadro 13A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 42 ddt.....	88
<b>Cuadro 14A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 49 ddt.....	88
<b>Cuadro 15A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 56 ddt.....	88
<b>Cuadro 16A</b>	Análisis de varianza para grosor de tallo a los 63 ddt.....	89
<b>Cuadro 17A</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 14 ddt.....	89
<b>Cuadro 18A</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 21 ddt.....	89
<b>Cuadro 19A</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 28 ddt.....	89
<b>Cuadro 20A</b>	Análisis de varianza para número de hojas a los 35 ddt.....	89

<b>Cuadro 21A</b>	Análisis de varianza para peso seco de hojas.....	90
<b>Cuadro 22A</b>	Análisis de varianza para peso seco de tallos.....	90
<b>Cuadro 23A</b>	Análisis de varianza para producción comercial en número de frutos por planta.....	90
<b>Cuadro 24A</b>	Análisis de varianza para producción comercial en peso de frutos por planta.....	90
<b>Cuadro 25A</b>	Análisis de varianza para producción comercial en t.ha <sup>-1</sup> ...	90
<b>Cuadro 26A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad peso de fruto.....	91
<b>Cuadro 27A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad número de lóculos.....	91
<b>Cuadro 28A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad grados brix.....	91
<b>Cuadro 29A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad espesor de pulpa.....	91
<b>Cuadro 30A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad diámetro polar.....	91
<b>Cuadro 31A</b>	Análisis de varianza para variable de calidad diámetro ecuatorial.....	92
<b>Cuadro 32A</b>	Análisis de varianza para producción de desecho en número de frutos por planta.....	92
<b>Cuadro 33A</b>	Análisis de varianza para producción de desecho en peso de frutos por planta.....	92
<b>Cuadro 34A</b>	Análisis de varianza para producción de desecho en t.ha <sup>-1</sup> .....	92

## RESUMEN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es en la actualidad, después de la papa (*Solanum tuberosum* L.), la hortaliza más cultivada en el mundo, con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas. La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2001 alcanzó las 905 hectáreas bajo cielo abierto, representando el 0.12% de total nacional, con un rendimiento promedio regional de 18 t.ha<sup>-1</sup> con un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción. El contenido de potasio en el tomate, suele asociarse con la calidad de sus frutos en términos cualitativos, sin embargo la cantidad de potasio que demanda este cultivo aún no está definida claramente.

Por tal motivo, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta en cantidad y calidad de producción de jitomate bola, bajo diferentes niveles de fertilización potásica en invernadero durante el ciclo Primavera-Verano 2008. El experimento se llevó a cabo en el invernadero No. 1, del departamento de Horticultura de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD REGIONAL LAGUNA (UAAAN-URL).

Se evaluaron 5 tratamientos con diferentes niveles de fertilización potásica, en el tomate variedad Saint Pierre de polinización abierta, tipo bola de crecimiento indeterminado, la fórmula base de nutrición que se utilizó en este experimento fue de; N=71.69, P=24 y K=70 (testigo), ésta se obtuvo a partir de la pureza de los fertilizantes; Nitrato de amonio= 33.5, Superfosfato simple de calcio= 20 y Sulfato de Potasio= 50. Teniendo una recomendación que en 200 L

de agua, se utilizan, 214 g de Nitrato de amonio, 120 g de Superfosfato simple de Calcio y 140 g de Sulfato de potasio, según Romero, (1999) ajustada por Ruiz, (2008). Obteniéndose así los diferentes tratamientos a evaluar que fueron los siguientes: Tratamiento 1, Testigo (71.69-24-70), Tratamiento 2 con 15% más potasio que el testigo (71.69-24-80.5), Tratamiento 3, con 30% más potasio que el testigo (71.69-24-91), Tratamiento 4, con 45% más potasio que el testigo (71.69-24-101.5) y el Tratamiento 5, con 60% más potasio que el testigo (71.69-24-112).

La siembra de semillas del genotipo Saint Pierre se realizó el 8 de febrero del 2008, en charolas germinadoras de nieve seca, con cavidad de 200 celdas, las cuales fueron llenadas con musgo de Peat-Moss. El trasplante se llevó a cabo el 21 de marzo de 2008. Se utilizaron macetas con capacidad para 20 kg, con sustrato de arena de río, a éstas se les proporcionó un riego pesado para lavar el exceso de sales, antes de trasplantar. Se colocaron en dos líneas principales a doble hilera, con sus respectivas protecciones en cada orilla de la línea principal, la superficie utilizada fue de 16.64 m<sup>2</sup>.

El diseño experimental utilizado para el presente estudio fue el diseño de completamente al azar, con cinco tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, la unidad experimental fue una planta.

Para rendimiento comercial, a pesar de que no existieron diferencias significativas, se determinó, que el rendimiento más alto lo obtuvo el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo), con 112.95 t.ha<sup>-1</sup>. Donde éste obtuvo un

valor más alto, en relación al testigo con  $96.30 \text{ t.ha}^{-1}$ , además de que estos valores fueron más altos al rendimiento promedio comercial de la región que es de  $18 \text{ t.ha}^{-1}$ .

Se concluye que aún sin existir diferencias significativas entre tratamientos, el aumentar el potasio mejora la calidad del fruto, así como el rendimiento, tal es el caso del tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo), que sobresale en tres variables de calidad (peso de fruto, grados brix y diámetro polar) y para rendimiento el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo). Como sugerencia en trabajos posteriores, se deberá tener atención con las medidas disponibles que eviten la manifestación de pudrición apical.

**Palabras clave:** Saint Pierre, niveles, nutrición, rendimiento, mejora y sobresale.

## I.- INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es en la actualidad, después de la papa (*Solanum tuberosum* L.), la hortaliza más cultivada en el mundo, con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas. Su fruto fresco se puede encontrar hoy en los grandes mercados consumidores en todas las épocas del año (Cano *et al.* 2002).

Artes *et al.* (2004), mencionan que de acuerdo a las estadísticas de la FAO (2001 y 2002), Asia es el continente que produce el mayor número de toneladas de tomate anualmente. Esto se debe, básicamente, a la actividad productiva de China. Alcanzando en 2002 los 27 millones de toneladas, China se adjudica ella sola el 24% de la producción mundial de tomate. Estados Unidos con una producción de 12 millones de toneladas, Turquía (9.5 millones), India (7.5 millones), Egipto (6.5 millones de toneladas), Italia (6 millones de toneladas), Irán (4.11 millones), España (4 millones de toneladas), Brasil (3.6 millones de toneladas) y México con 2 millones de toneladas. Del 2001 al 2002 la producción mundial fue de 112 995 000 millones de toneladas cultivadas en 4 122 000 hectáreas.

En el año 2007 se cultivaron en México 64 779 ha que produjeron un volumen de 2 425 402 toneladas (Carrasco *et al.* 2009).

En México, el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. Los estados de: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores. De hecho, es una de las

principales hortalizas de exportación. Por lo que respecta a superficie establecida en invernadero, en México la producción de hortalizas ha mostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 ha de las que 830 ha eran de tomate (principalmente bola y cherry) y estaban en construcción 365 ha más. Entre los estados con mayor superficie con invernaderos destacan: Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California Norte con: 262, 249, 206 Y 125 ha respectivamente (Espinoza, 2004).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2001 alcanzó las 905 hectáreas bajo cielo abierto representando el 0.12% de total nacional, con un rendimiento promedio regional de 18 t.ha<sup>-1</sup> con un poco más de 34.3 millones de pesos en valor de la producción (El siglo de torreón, 2009).

El potasio es absorbido por las plantas en forma de iones potasio (K<sup>+</sup>). En las células y tejidos vegetales, este elemento no se halla combinado en forma de compuestos, como ocurre con el nitrógeno y el fósforo, si no que tienden a permanecer en forma iónica. Es esencial en la translocación de azúcares y la formación de almidón. Las células oclusivas de los estomas lo requieren para que estos se abran y cierren, proceso que es importante para el uso eficaz del agua. El potasio estimula el crecimiento de la raíz y mejora la resistencia de los cultivos a las enfermedades. Favorece la formación de vasos xilemáticos más grandes y distribuidos de manera más uniforme en todo el sistema radical (Etchevers, 2004).

Maroto (2002), menciona que el potasio es un macroelemento al que tradicionalmente se le adjudica la principal incidencia sobre la firmeza de la piel del tomate y su calidad.

En los tomates el potasio se necesita para tener un buen crecimiento, vigor y resistencia a las enfermedades. Además es el encargado de mantener el nivel del agua en la planta y, junto con el magnesio, determinan la calidad de los frutos, especialmente su coloración y el equilibrio en su madurez (Hernández *et al.* 2006).

### **1.1 Objetivo**

Evaluar la respuesta en cantidad y calidad de producción de jitomate bola, bajo diferentes niveles de fertilización potásica en invernadero.

### **1.2 Hipótesis**

Los niveles de "K" probados, son determinantes en la cantidad y calidad de producción de jitomate bola.

### **1.3 Meta**

En 2 años contar con información sobre el mejor nivel de fertilización potásica, para la productividad de jitomate bola en la Comarca Lagunera.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del tomate

En la actualidad el cultivo del tomate es una actividad mundial creciente destinada a dos mercados diferentes; el del tomate que se vende en fresco al consumidor final y el del que se destina a un proceso industrial, para ya elaborado, llegar a los consumidores. El atractivo nutricional más grande del tomate es la licopina, el colorante rojo que lo caracteriza, el cual resulta ser uno de los antioxidantes más poderosos que se conocen. También contiene cantidades sustanciales de vitaminas a y c, potasio y sólidos solubles como la glucosa y la fructosa principalmente. Otro componente encontrado en el tomate es un salicilato, una sustancia que reduce el riesgo de enfermedades del corazón (Hernández *et al.* 2006).

Turchi (1999), refiere que los usos en que se han destinado hoy en día se dispone de una buena cantidad de variedades, que se distinguen por su forma, por las dimensiones de sus frutos, por el color de estos, desarrollo de la planta, resistencia a enfermedades y por la duración del ciclo vegetativo.

### 2.2 Origen

El tomate es originario de la región andina (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) existiendo en esta zona la mayor variabilidad genética y abundante de tipos silvestres (Artes *et al.* 2004).

Las semillas más antiguas de tomate silvestre se ha encontrado en la región andina, sin embargo, no fueron los habitantes de esa región quienes lo cultivaron, si no los antiguos mexicanos, agricultores sofisticados, que desarrollaron gran cantidad de variedades de diferente color y forma a las que pusieron el nombre náhuatl de *xitomatl* o gran *tomatl*. De ahí que en México se le conozca mas como jitomate y no tanto como tomate, con el que designa en resto del mundo de habla española y de manera parecida en buen parte de otras lenguas. Después de la conquista de México, en 1521, los españoles llevaron el tomate primero al Caribe, luego a las Filipinas y Europa y, finalmente, lo reintrodujeron como cultivo en Perú (Hernández *et al.* 2006).

### **2.3 Clasificación taxonómica del tomate**

La clasificación para los tomates es la siguiente, según Artes *et al.* (2004).

Clase.....Dicotiledóneas.

Orden.....Solanales

Familia..... Solanaceae

Subfamilia.....Solanoideae

Tribu.....Solaneae

Género.....Lycopersicon

Especie.....esculentum

Nombre científico.....*Lycopersicon esculentum* Mill

## **2.4 Características morfológicas del cultivo de tomate**

De acuerdo a estudios realizados por Maroto (2002), menciona que pueden distinguirse, dos tipos de hábito de crecimiento del tomate que son las siguientes:

**Determinadas.** 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 1 ó 2 hojas, de tiene su crecimiento como consecuencia de la formación de una inflorescencia terminal.

**Indeterminadas.** Cultivares con 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 la inflorescencia solamente en posición lateral, normalmente cada tres hojas.

### **2.4.1 Semilla**

La forma de la semilla es lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm, y esta constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable (Berenguer, 2003).

### **2.4.2 Raíz**

El sistema radicular del tomate consta de una raíz principal típica y numerosas raíces secundarias y terciarias. Cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo, y en condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias. Las raíces en cultivos de sustratos, prácticamente carecen de pelos absorbentes y tienden a ser mas bien gruesas y gran parte de éstas se concentran en torno a la salida del emisor y en la parte baja de los contenedores (Balan, 2008).

### **2.4.3 Tallo**

Es de tipo herbáceo, inicialmente es cilíndrico en las plantas jóvenes, pero luego se torna angular; en las ramas jóvenes es triangular. La epidermis se forma de una capa de células, las que a menudo tienen pelos largos. En cada axila, donde se insertan los pecíolos de las hojas en el tallo principal suelen brotar tallos secundarios y a su vez en las axilas brotan tallos terciarios y así sucesivamente hasta que se detiene el crecimiento vegetativo. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta (Balan, 2008).

El diámetro típico de un tallo puede variar de 2 a 4 cm en la base. Debajo de la epidermis se encuentra el cortéx, cuyas células mas externas presentan

clorofila y son fotosintéticas, mientras que las más internas son de tipo colenquimático y dan soporte al tallo. En la parte superior del tallo principal está ubicado el meristemo apical, una zona donde se presenta una gran actividad celular y donde se inician los primordios foliares y flores. Tiene forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas (Chamorro, 2001).

#### **2.4.4 Hojas**

Las hojas se disponen sobre los tallos alternadamente y son compuestas e imparipinnadas, constituidas generalmente por 7-9 foliolos lobulados o dentados, pudiendo aparecer en el raquis de la hoja pequeños foliolillos. De la misma manera que el tallo, están recubiertas de pelos glandulares que confieren el olor característico del tomate (Maroto, 2002).

#### **2.4.5 Flor**

El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta o ramificado en la parte superior. Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbosaxilares: el cáliz tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres y el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomate de grueso calibre el ramillete tiene 4-6 flores, en el de calibre mediano aumenta de 10 a 12 flores por ramillete y en tomate tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003).

#### **2.4.6 Fruto**

El fruto es una baya globosa o piriforme, de color generalmente rojo en la maduración, aunque algunas variedades pueden presentar otras coloraciones, como amarillo, violeta, etc. La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada y en su interior se delimitan claramente los lóculos carpelares, que pueden variar entre 2 y 30. La placentación puede o no ser regular. El diámetro de los frutos varía entre 3 y 16 cm (Maroto, 2002).

Vázquez y Calo (2004), mencionan que el desarrollo del fruto del tomate se asocia a un crecimiento vegetativo moderado y a un adecuado balance entre el nivel de nitrógeno y carbohidratos en la planta. Cuando el suministro de nitrógeno es abundante, el crecimiento vegetativo es rápido con una reducción en la concentración de carbohidratos, y las plantas no fructifican incluso cuando la floración es abundante.

#### 2.4.7 Contenido nutricional

En el cuadro 2.1 se puede apreciar la composición nutricional del fruto de tomate.

**Cuadro 2.1** Composición nutricional del tomate (Linares, 2004).

<b>En 100 gr de parte comestible</b>	<b>Contenido</b>
Residuos	6.00 %
Energía	20.0 Kcal
Proteínas	10.20 mg
Fibra	7.00 mg
Calcio	7.00 mg
Hierro	0.60 mg
Caroteno	0.50 mg
Tiamina	0.06 mg
Riboflavina	0.04 mg
Niacina	0.60 mg
Vitamina c	23.00 mg

#### 2.5 Generalidades de invernaderos

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender las plantas de la acción de los meteoros exteriores. Esta instalación permite el control de determinados parámetros productivos, como la temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, concentración de anhídrido carbónico en el aire, luz, etc., en lo más cercano posible al óptimo para el desarrollo de los cultivos que se establezcan. El volumen interior del recinto permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo. Estas instalaciones están formadas por una estructura o armazón ligero (metálico, hormigón, madera, etc.), sobre la que se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, copolimero EVA, policarbonato, policloruro

de vinilo, poliéster, cristal, etc.), con ventanas frontales y cenitales y puertas para el servicio del invernadero (Serrano, 2005).

### **2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos**

Serrano (2005), menciona que muchas son las ventajas de que los invernaderos proporcionan a los cultivos hortícolas entre las cuales se destacan las siguientes:

- .Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.

- .Realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlos al aire libre.

- .Disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosechas por año.

- .Poder cultivar hortalizas en excelentes condiciones.

- .Aumento de la producción bastante significativo del orden de 2 a 3 veces más, que los mismos cultivos hechos al aire libre.

- .Obtención de mejor calidad.

- .Mejor control de plagas y enfermedades

- .Ahorro de agua de riego. Es considerable, ya que el suelo y las plantas no están sometidas a la deshidratación que el viento hace en los suelos y cultivos al aire libre, además del riego localizado que es recomendable para invernaderos.

.Reduce el riesgo de sufrir daños catastróficos (viento, helada, granizo, sequía, etc.), se eliminan totalmente cuando los invernaderos están bien diseñados.

.Las actividades de trabajo se realizan con mayor comodidad y seguridad.

### **2.5.2 Desventajas de cultivar en invernadero**

Serrano (2005) citado por Fonseca (2006), señala que las desventajas de producir bajo condiciones de invernaderos son:

.Alta especialización, empresarial y técnica, de las personas que se dedican a esta actividad productiva.

.Además de elevados gastos de producción (semillas, abonos, jornales, tratamientos, conservación, etc.) que aumentan bastante respecto a los mismos cultivos realizados al aire libre.

.Si ocurren riesgos catastróficos, estos son mayores; en las cubiertas de polietileno, cuando no tienen calefacción, se puede producir la inversión térmica con peligro de helada dentro del invernadero.

## **2.6 Exigencias de clima**

El tomate es un cultivo de climas cálidos, por lo que no presenta ninguna dificultad su establecimiento en los periodos de primavera, no obstante en algunas regiones su cultivo dura casi todo el año, lo cual puede presentar

pequeños inconvenientes si la zona presenta bajas temperaturas y días cortos (invierno) y de igual forma, altas temperaturas y humedad relativa muy baja (verano) (Artés *et al.* 2004).

### **2.6.1 Temperatura**

El cultivo de tomate se produce bien en climas con temperaturas entre 18°C a 26 °C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22°C y de 16°C respectivamente. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20°C a 25°C (Van, 1990).

En cuanto a los requerimientos de temperatura se tiene que entre los 20°C y 30°C la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada (Borrego *et al.* 1998).

Gutiérrez *et al.* (2009), señalan que tanto las altas temperaturas como las bajas temperaturas afectan la viabilidad del polen así como la formación del tubo polínico, esto reduce considerablemente el número de semillas por fruta o en el caso extremo ocasiona la absorción de la flor por falta de polinización, además de que tiene influencia sobre el amarre de frutos. Llegando a temperaturas de 38 grados C y superiores se pierde un gran porcentaje del polen y es muy probable que se genere la absorción al no haber fecundación alguna.

### **2.6.2 Humedad relativa**

Alcorta *et al.* (2006), mencionan que la humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%; valores más altos favorecen el desarrollo de enfermedades, deficiencias en calcio de frutos y en el follaje, agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación debido a que el polen se compacta y aborta parte de las flores. El agrietamiento del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad en el sustrato o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico.

Al igual una baja humedad relativa menor del 50% dificulta la fijación del polen al estigma de la flor y por ende no hay una buena retención estigmática de los granos de polen y las flores se desprenden de la planta (Balan, 2008).

### **2.6.3 Luminosidad**

Una intensidad luminosa reducida hace descender el porcentaje de polen germinado, disminuyendo el crecimiento del tubo polínico, habiéndose constatado que en tiempo nuboso la viabilidad polínica es menor y dehiscencia de las ameras defectuosa (Maroto, 2002).

Alcorta *et al.* (2006) y Balan (2008), afirman que los valores reducidos de luz pueden incidir de manera negativa sobre los procesos de floración, fecundación así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad.

La luz entre todos los factores ambientales, los niveles lumínicos desempeñan la función más importante en la concentración de azúcar. Un tomate producido en invernadero durante el invierno tendrá menos azúcar que un tomate producido en campo en verano (Reho, 2009).

#### **2.6.4 Radiación en invernadero**

Las condiciones de radiación solar en invernadero son muy importantes desde el punto de vista productivo, no solo cuantitativamente si no también cualitativamente. La primera alteración que genera el invernadero sobre los parámetros microclimáticos, es una reducción de radiación solar. Las características radiométricas de la cubierta del invernadero pueden, además, modificar significativamente la calidad de la radiación (espectro de distribución o proporción de radiación difusa) afectando a los cultivos, principalmente en cuanto a la eficiencia de uso de la radiación y a sus efectos fotomorfogénicos e influyendo sobre los insectos y microorganismos del invernadero (Castilla, 2005).

De acuerdo a Serrano (2005), la radiación que penetra dentro del invernadero, con longitud de onda corta, es tomada por el suelo, los vegetales y cuerpos que hay dentro de la instalación, convirtiéndose en energía térmica, que a su vez, es irradiada en forma de radiaciones térmicas de longitud de onda larga.

### **2.6.5 Concentración de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en invernadero**

Castilla (2005), cita que en el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO<sub>2</sub> son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos, dan incrementos del 15-25%, en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático, etc. Con invernadero cerrado, en día soleado, puede bajar de 200 ppm, siendo limitante para la producción. El objetivo de la ventilación es evitar reducciones de CO<sub>2</sub>, superiores a 30 ppm, respecto al contenido normal de aire (350 ppm). La ventilación para reducir la temperatura que suele tener, al menos, tasas de 20 a 30 renovaciones por hora suele ser suficiente para mantener niveles de CO<sub>2</sub> adecuados. En invierno, a mediodía, el consumo normal es de 1.5 a 2 g CO<sub>2</sub> .m<sup>2</sup>.h<sup>-1</sup> subiendo en la primavera a valores medios de 3 en la costa mediterránea.

Alpini y Togoni (1991), señalan que el CO<sub>2</sub> es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. La ventilación, la fotosíntesis, la respiración de las plantas y la generación de CO<sub>2</sub> en el suelo (por respiración radicular y descomposición de materia orgánica) influyen en el contenido de CO<sub>2</sub>, del aire en el invernadero. De noche, por acumulación de CO<sub>2</sub> de la respiración de las plantas, la tasa es superior a la del aire exterior. De día, debido a la fotosíntesis, el CO<sub>2</sub>, baja respecto al valor normal exterior.

### **2.7 Elección del genotipo**

De acuerdo a Nuño (2007) y Balan (2008), se afirma que la elección del tipo de cultivar para invernadero debe realizarse minuciosamente, donde el tipo

de cultivar mas recomendable son de crecimiento indeterminado, además de que implica la elección de acuerdo a la región donde se quiere producir, que éstas tengan un buen porcentaje de germinación, vigor, resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos.

## 2.8 Requerimientos nutricionales

Las extracciones pueden variar bastante según la variedad cultivada, el rendimiento obtenido e incluso dentro de una misma variedad, en función de las técnicas de cultivo empleadas (Maroto, 2002).

**Cuadro 2.2** Concentración óptima de elementos nutritivos en el agua de riego (gotero) (ppm) en el cultivo de tomate (Zaidan y Avidan, 1997).

<b>Estado de la planta</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
<b>Plantación y establecimiento</b>	100-120	40-50	150-160	100-120	40-50
<b>Floración y cuajado</b>	150-180	40-50	200-220	100-120	40-50
<b>Inicio de maduración y cosecha</b>	80-200	40-50	230-250	100-120	40-50
<b>Época calurosa (Verano)</b>	130-150	35-40	200-220	100-120	40-50

### 2.8.1 Nitrógeno

El nitrógeno agiliza el crecimiento y permite que las hojas en abundancia protejan los frutos de la exposición directa al sol. Esto evita quemaduras fisiológicas. El nitrógeno aumenta también el tamaño, lo que influye en el número de los frutos. La mayor demanda de nitrógeno ocurre durante el periodo de fructificación (Van, 1990).

Según Etchevers (2004), el nitrógeno es utilizado por las plantas para sintetizar aminoácidos, que a su vez forman proteínas, además de que las plantas lo requieren para sintetizar otros compuestos vitales como la clorofila, los ácidos nucleicos y las enzimas. Su deficiencia da menor altura de planta por entre nudos cortos, hojas cloróticas, tallos y ramas quebradizos. El exceso de nitrógeno, provoca plantas muy frondosas, elongación de tallo, disminución de la floración y poca resistencia a heladas.

### **2.8.2 Fósforo**

Etchevers (2004), menciona que el fósforo interviene para sintetizar ácidos nucleicos (ADN Y ARN). Se utilizan también para almacenar y transferir energía a partir de enlaces ricos en energía (ATP Y ADP). El fósforo es esencial para el crecimiento de unas raíces fuertes, desarrollo de flores y frutos y formación de semillas. Un buen nivel de fósforo también ayuda a las plantas a resistir a las enfermedades provocadas por hongos y bacterias.

De acuerdo a Bueno *et al.* (2005) y Hernández *et al.* (2006), señalan que la deficiencia de fósforo se manifiesta en el estancamiento del desarrollo de la planta, en tallos raquíuticos y en la aparición de manchas púrpura en el envés de las hojas, primero en las más viejas, y cuando la deficiencia es severa, en todas ellas. El follaje se ve muy oscuro. Cuando hay exceso de fósforo el crecimiento de la planta se vuelve muy lento y muestra largas secciones de sus hojas café claro, dando la impresión de hojas quemadas.

### 2.8.3 Potasio

De acuerdo a Etchevers (2004), afirma que el potasio es absorbido por las plantas en forma de iones potasio ( $K^+$ ). No se sintetiza en compuestos, como ocurre con el nitrógeno y el fósforo, sino que tiende a permanecer en forma iónica en las células y tejidos. Es esencial en la translocación de azúcares y la formación de almidón. Las células guardianes la requieren para llevar a cabo la apertura y cierre de los estomas, procesos que son importantes para el uso adecuado del agua, además que es un activador de las enzimas responsables de la síntesis de almidón, reducción de nitratos y degradación de los azúcares, también incrementa la resistencia del cultivo a enfermedades y aumenta el número de frutos.

El contenido de potasio en el tomate, suele asociarse con la calidad de sus frutos en términos cualitativos, sin embargo la cantidad de potasio que demanda este cultivo aun no esta definida claramente (Lara, 1999).

Bugarin *et al.* (2002), mencionan que el potasio es considerado un fabricante de calidad, se ha encontrado que cuando las hojas contienen más del 6% de K y mayor de 5% de nitrógeno, la incidencia de desórdenes en la maduración es minimizado en un 10% y la acidez del fruto alcanza niveles satisfactorios. Los mismos autores señalan que en un estudio realizado en el jugo de frutos, variables como la conductividad eléctrica, el contenido de potasio y acidez titulable aumentan con el nivel del potasio. De igual manera los frutos

bien suplidos de potasio registraron los valores más altos en sólidos solubles totales, azúcares, ácido, caroteno y licopeno.

#### **2.8.4 Calcio**

El calcio se necesita para que haya un buen desarrollo de las células de la planta, al mismo tiempo que estimula la producción de polen, la calidad de los frutos y salud de los tejidos (Hernández *et al.* 2006).

El calcio desempeña un papel preponderante en la prevención de la pudrición apical de los frutos, un desorden causado por la deficiencia local de este elemento en la parte distal del fruto. Además el calcio imparte firmeza a la pared celular de los frutos a través de los puentes de  $Ca^{+2}$  entre moléculas de pectina. Los frutos son más susceptibles a la deficiencia de calcio durante la fase de rápido alargamiento del fruto, dado que la demanda no es suficientemente cubierta (Carrasco *et al.* 2009).

Las carencias de calcio se manifiestan en una capacidad menor de síntesis de proteínas en la planta y desarrollo radical; se forman raíces oscuras, cortas y fraccionadas, influyendo directamente en la absorción de otros elementos; correlativamente, se nota en las hojas una clorosis marcada, principalmente en las jóvenes, poco crecimiento de los tallos y las hojas, produciéndose, además, muerte en el meristemo (Cárdenas *et al.* 2005).

### **2.8.5 Magnesio**

Según Etchevers (2004), la molécula de clorofila contiene este elemento. Por tanto, es esencial para el proceso de fotosíntesis. El magnesio funciona como activador (catalizador) de muchas enzimas que se requieren para los procesos de crecimiento de las plantas. Los síntomas de deficiencias de magnesio en las plantas consisten, en clorosis intervenal (amarillamiento) de las hojas maduras, enrollamiento foliar ascendente a lo largo de los bordes de las hojas y amarillamiento marginal de las hojas, observándose un área verde a lo largo de la nervadura central de la hoja.

### **2.8.6 Azufre**

El azufre forma parte de tres aminoácidos (cistina, metionina y cisteína) y es, por tanto, esencial para la síntesis de proteínas. Los síntomas de deficiencia de azufre en las plantas consisten en que las hojas jóvenes muestran una coloración que va de verde claro a amarillenta. En algunas plantas los tejidos maduros pueden ser afectados, plantas pequeñas y fusiformes, crecimiento y maduración retardados (Etchevers, 2004).

## **2.9 Labores Culturales**

### **2.9.1 Producción de plántulas**

Balan (2008), menciona que la tecnología de producción en charolas, consiste en utilizar sustratos o medios de crecimiento que favorezcan, los procesos de germinación, emergencia y desarrollo de plántulas. Las charolas se

ubican dentro de un invernadero donde se les proporciona las condiciones ambientales óptimas. Lo anterior se justifica debido a que la germinación de la semilla exige al sustrato, que le proporcione las condiciones físicas y químicas adecuadas. Entre las ventajas de este tipo de propagación se pueden mencionar las siguientes:

.Mejor calidad de plántulas.

.El crecimiento es más rápido.

.Ciclo más corto, debido al adelanto en la producción.

.Mejor calidad en el trasplante en relación a plántulas provenientes de almácigos.

### **2.9.2 Arreglo topológico**

Los marcos de plantación son influenciados por el sistema de cultivo, mejora las labores culturales, busca un equilibrio entre desarrollo de follaje y captación de radiación solar del follaje. Las técnicas más utilizadas son el establecimiento de líneas de cultivo con separaciones de 1.8 a 2.5 m una de otra, con pasillos de 0.8 a 1.6 m, lo que permite agilizar los trabajos propios del cultivo (Nuño, 2007).

### **2.9.3 Densidad de población**

Nuño (2007) y Ávalos y Jiménez (2009), mencionan que la densidad de población va de 22,000 a 25,000 plantas por hectárea o de 2.2 a 2.5 plantas por metro cuadrado en condiciones de invernadero. Es de gran importancia recalcar

que el rendimiento de esta "Solanácea" bajo condiciones de Invernadero es de promedio de 200-300 toneladas por hectárea, estos rendimientos por "Nave o por Hectárea" se pueden obtener dependiendo de el "Manejo y Nutrición que se le proporcione a la planta". El sistema de producción basado en altas densidades de población por unidad de superficie (de 10 a 16 plantas/m<sup>2</sup>) concentra la producción en breves intervalos de tiempo en que los precios de venta son elevados, la desventaja es el riesgo fitosanitario.

#### **2.9.4 Sustrato**

Magan (2002), cita que el término sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o mezclada, permite el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo. Los sustratos se usan en los sistemas de cultivo sin suelo, donde los cultivos se pueden clasificar en cultivos hidropónicos puros (en solución nutritiva con un sistema de oxigenación). Los sustratos que comúnmente se usan en la horticultura protegida en los sistemas de cultivo sin suelo son: perlita, lana de roca, tezontle, arena, turba, corteza de pino y fibra de coco. En los casos de suelos, la caracterización química viene a ser de primordial importancia y en general se le asigna una importancia limitada de sus propiedades físicas. Por el contrario en el caso de los sustratos, la caracterización física viene a ser de fundamental importancia y la caracterización química viene a ser menos relevante, dado que los nutrientes se suministran en solución nutritiva.

### **2.9.5 Trasplante**

Castilla (1999), menciona que el trasplante bajo invernadero debe realizarse con cepellón. Debiendo tener los siguientes cuidados cuando la plántula esta preparada para el trasplante:

- .Proteger la plántula de la radiación solar.
- .Sumergir o mojar el cepellón en algún fungicida antes de plantarse.
- .Desechar las plántulas que no sean óptimas.

El trasplante debe realizarse cuando las plántulas alcancen una altura de 10 a 15 cm y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Evitando que al momento del trasplante quede el cuello demasiado enterrado. El terreno debe estar previamente preparado, así como marcado el lugar en que va ocupar la planta, debiéndose abrir un hoyo del tamaño adecuado para que quepa el cepellón. Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón.

### **2.9.6 Poda de formación**

Es una práctica imprescindible para variedades de tomate crecimiento indeterminado y necesariamente hay que hacer cuando se cultiva en invernadero. Se realiza a los 15-20 días después del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que se eliminaran, al igual que las hojas más viejas (las que se encuentran más cerca de la base del tallo), así mejora la

aireación del cuello. Así mismo se determinara el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates tipo cherry suelen dejarse de 3 hasta 4 tallos (Valadez, 1994).

### **Poda a un tallo**

Consiste en eliminar brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno), es la mas común a lo largo de todo el ciclo para obtener frutos de máximo calibre y se inicia cuando la planta tiene de 3 a 4 hojas, contadas desde el primer racimo de flores, para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y facilitar la cicatrización de las heridas. (Alcorta *et al.* 2006).

### **Poda de hojas**

Es una labor que se realiza para obtener la fruta con mayor rapidez, y a la vez con una uniformidad en el color de la misma, además se consigue un buen control contra plagas y enfermedades realizando adecuadamente esta labor. Es recomendable "Deshojar" escalonadamente y nunca en gran cantidad, siendo las hojas bajas las que tocan el suelo suelen ser las primeras en ser eliminadas, y las debajo del primer racimo. Cuando ya el 7º y 8º racimo tengan el fruto ya cuajado se deshoja hasta el 2º racimo y así sucesivamente. Conforme se va cosechando los siguientes racimos (Avalos y Jiménez, 2009).

### **2.9.7 Despuntado**

Maroto (2002), menciona que el despuntado consiste en eliminar los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías por encima del piso productivo que se considere económicamente interesante. Con el despuntado se regula y se acorta el ciclo vegetativo, delimitando la longitud de la planta. Indirectamente, la realización de un despuntado puede repercutir en un incremento de tamaño de los frutos formados.

### **Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos**

De acuerdo a Linares (2004), el cual señala que ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años con la introducción del tomate en ramillete, se realizan con el fin de homogeneizar, aumentar el tamaño y calidad de los frutos restantes. Normalmente se lleva a cabo una vez que han cuajado el número de frutos deseado. De forma general se pueden distinguir dos tipos de aclareo:

.El aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo y eliminando los frutos inmaduros mal posicionados.

.El aclareo selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser los frutos dañados por insectos, deformes y aquéllos que tienen un reducido calibre.

## **Efectos fisiológicos de la poda**

Hernández *et al.* (2006), mencionan que sin la poda, la planta se desarrollará como un arbusto con muchos tallos secundarios y terciarios, formados a partir de las yemas axilares de las hojas o chupones. La poda hace que se obtengan frutos de mayor calidad y evitando que el desarrollo de follaje excesivo sea una pérdida de nutrientes a los frutos.

### **2.9.8 Tutorado**

De acuerdo a Nuez (2001), las plantas, que deben guiarse verticalmente deberán estar entutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 2.5 a 3 m, que irán sobre las plantas, dejándose unos 2 m más de la longitud a la altura del cable, por si se opta utilizar las plantas por un periodo mayor al normal, para poder bajarse una vez que hubiesen alcanzado la altura del cable. El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces. Cuando las plantas desarrollan una altura de 10 a 20 cm se atan a la rafia. Es fundamental hacerlo con oportunidad, antes de que las plantas se cuelguen. La rafia se sujeta al tallo, ya sea mediante un nudo o un clip utilizado para este fin.

### **2.9.9 Polinización**

Para una polinización óptima, el polen necesita caer desde el pistilo hasta el estigma. La óptima temperatura para la polinización es de 21°C a 27°C

durante el día, en relación a la humedad relativa la óptima es de 70%, cuando la humedad relativa está por encima del 80%, los granos de polen se aglomeran y no se dispersan bien. Con humedad relativa inferior a 60% por periodos extendidos, el estigma se puede secar de tal forma que los granos de polen no se pegaran en el mismo. En condiciones ideales la fertilización ocurre 48 horas después de la fertilización. Los resultados de una polinización pobre pueden ser: fruto deforme si las semillas no se desarrollan uniformemente con el fruto, fruto más chico, frutos con lomos en la parte superior (Truck, 2006).

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante en los invernaderos, el viento de aire no es suficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para optimizar la polinización. Esto se logra mecánicamente moviendo las plantas u mediante el uso de vibradores eléctricos parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se la hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves instantes sobre cada racimo floral, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo (Resh, 1997).

#### **2.9.10 Fertirrigación**

La fertirrigación es una técnica que permite mezclar los fertilizantes en el agua de riego y aplicarlos generalmente, a través de riego por goteo. Con la fertirrigación el agua de riego y los fertilizantes son aplicados directamente en la

zona de raíces de los cultivos. Consecuentemente no hay desperdicio como cuando se aplica el fertilizante al suelo y se riega por gravedad. La fertirrigación permite aplicar el fertilizante durante todo el ciclo de los cultivos y de acuerdo a sus necesidades de nutrición (Martínez, 2002).

De acuerdo a Cadahia (2005), en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en su utilización como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes. Es decir, que ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y un agua de riego determinados y para unas condiciones ambientales definidas. Entre las ventajas y desventajas de la fertirrigación se mencionan las siguientes:

### **Ventajas**

- .Dosificación racional de los fertilizantes.
- .Ahorro de agua.
- .Utilización de aguas de riego de baja calidad.
- .Nutrición optimizada del cultivo y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- .Control de la contaminación.
- .Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.

.Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples, complejos, cristalinos y disoluciones concentradas.

.Fabricación “a la carta” de fertilizantes concentrados adaptados a un cultivo, suelo o sustrato, agua de riego y condiciones climáticas durante todos y cada uno de los días del ciclo de cultivo.

.Automatización de la fertilización.

### **Desventajas**

.Costo inicial de la infraestructura.

.Obtención de goteros.

.Manejo por personal especializado.

### **Solución nutritiva**

Una solución nutritiva consta de agua y oxígeno y todos los elementos nutritivos esenciales en forma iónica, eventualmente algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro, y algún otro elemento nutritivo que puede estar presente. Es esencial que la solución nutritiva tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los elementos nutritivos. En caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los elementos nutritivos, lo que dará lugar a excesos o déficits en el medio de cultivo y afectará la producción (Lara, 1999).

De acuerdo a Cano *et al.* (2006), los aspectos más importantes de la solución nutritiva son: la relación mutua entre los aniones y entre los cationes, la concentración de nutrimentos expresada con la conductividad eléctrica (CE), el pH, la relación  $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$  y la temperatura. La relación mutua entre los aniones y entre los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas, estas relaciones deben ser modificadas en las etapas fenológicas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

La CE influye en la nutrición de las plantas, a CE mayores que  $6 \text{ ds m}^{-1}$  se induce diferente absorción entre los nutrimentos y, por lo tanto, desbalance entre éstos; pero una CE menor que  $2 \text{ dS m}^{-1}$ , es deficiente, sobre todo en los lugares o temporadas frías. La CE de la solución nutritiva influye en la composición química de las plantas, al aumentar la CE aumenta la concentración de  $\text{K}^+$  en las plantas a expensas principalmente de  $\text{Ca}^{2+}$ . También se incrementa la concentración de P y en menor medida la de  $\text{NO}_3^-$ , ambos a costa de  $\text{SO}_4^{2-}$ . El pH de la solución nutritiva determina la solubilidad de algunos elementos nutritivos, principalmente de P y  $\text{Ca}^{2+}$ , para evitar su precipitación, el pH debe ser mantenido entre 5.5 y 6.0. La relación  $\text{NO}_3^- : \text{NH}_4^+$  afecta la calidad y la producción de frutos, la asimilación del  $\text{NH}_4^+$  depende de la luminosidad; el  $\text{N-NH}_4^+$  debe ser menor que 20 % respecto al N total. La temperatura de la solución nutritiva influye en la absorción de elementos nutritivos y en el contenido de oxígeno disuelto, donde la temperatura óptima es de  $22 \text{ }^\circ\text{C}$  (Lara, 1999).

Cadahia (2005), menciona de manera general la importancia de los fertilizantes utilizados en fertirrigación, los cuales son: la característica lógica y esencial es que sean solubles en agua, con el fin de obtener en disolución los elementos contenidos por los mismos, además de la compatibilidad con otros fertilizantes y con la propia agua de riego, se debe también tener en cuenta que los fertilizantes son sales que elevan la concentración salina inicial del agua de riego (modificando su conductividad eléctrica CE), por lo que no se deben utilizar cantidades excesivas que superen los valores críticos de salinidad del cultivo ya que los fertilizantes al mezclarse con el agua de riego, modifican el pH de la disolución resultante, con las consecuencias que ello representa.

Según Linares (2004), en cuanto a la nutrición se refiere, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que puede ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta  $\frac{1}{2}$  e incluso  $\frac{1}{3}$  durante el periodo de recolección. El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. El calcio es otro macro elemento fundamental en la nutrición del tomate para evitar la necrosis apical o Blossom End Rot. Entre los micro elementos de mayor importancia en nutrición del tomate encontramos al hierro, que juega un papel primordial en la coloración de los frutos, y en menor medida en cuanto a su empleo, se sitúan manganeso, zinc, boro y molibdeno.

## **2.10 Recolección y calidad de fruto**

Rodríguez (2001), señala que la recolección es una operación cultural de mucha importancia, ya que por un lado su costo es muy elevado (en algunos casos alcanza hasta el 50-60% del costo total del cultivo) y por otro tiene una influencia considerable sobre la calidad del producto que se presenta a la industria y al consumidor. Entre las normas para cosechar tomates, se indica la mínima madurez para cosecha (verde maduro 2, Mature Green 2) se define en términos de la estructura interna del fruto: las semillas están completamente desarrolladas y no se cortan al rebanar el fruto; el material gelatinoso está presente en al menos un lóculo y se está formando en otros.

### **Índices de calidad**

Trevor y Cantwell (2002), mencionan que el contenido de sólidos totales y sólidos solubles. Ambos índices están correlacionados con la calidad, se utiliza normalmente el contenido de sólidos solubles (°Brix) por ser más fácil de determinar. La calidad del fruto está principalmente relacionada con su color, forma, tamaño, ausencia de defectos, firmeza y sabor, unidos a su capacidad de almacenamiento y resistencia al transporte.

### **Grados brix**

Según Castilla (1999), en el manejo de cultivo intensivo en suelo, hace referencia a lo siguiente: El contenido de azúcares, ácidos y sus interacciones determinan el sabor del tomate. Valores de pH inferiores a 4.4 y contenido de azúcares al 4-4.5% son necesarios para un buen sabor. En condiciones de baja

radiación y temperatura, como ocurre en el cultivo protegido en invernadero, donde las condiciones en materia seca del fruto pueden ser inferiores al 3.5%, resulta difícil alcanzar esos mínimos de azúcares requeridos para un buen sabor.

## **2.11 Plagas más comunes**

### **2.11.1 Mosca blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) West**

A la mosquita blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Wets), la reportan nativa de Centroamérica. En la actualidad se encuentra distribuida en todos los continentes y en varios países, se localiza en las regiones: Paleártica, Etiopía, Oriental, Austro-Oriental, Australiana, Pacífico, Neártica y Neotropical. Se ha aclimatado en los invernaderos y al aire libre. En México la han reportado en los estados de Guanajuato, Veracruz, Baja California Sur, Sonora, Michoacán, Oaxaca, Chiapas, Tamaulipas, Durango, Coahuila, Guerrero y Morelos, en el último es común encontrar el complejo *T. vaporariorum* y *Bemisia tabaco* (Ramírez y Salazar, 2001).

De acuerdo a García (1993), la *Trialeurodes vaporariorum* (West), ha recibido el nombre de la mosca de los invernaderos, por ser una importante plaga de la mayoría de los cultivos que se establecen bajo cubierta. El carácter de plaga lo adquiere en los años setenta, donde empezó a expandirse en cultivos de invernaderos. Tanto machos como hembras tienen cuatro alas que van recubiertos de un polvo ceroso que les hace tomar el color blanco lechoso. Tiene aparato bucal chupador. Este insecto pertenece al orden homóptera,

tiene gran capacidad para sobrevivir en la especie vegetal, en este caso tomate. Su peligrosidad no es tanto directa, al disminuir su vigor y producción, sino indirecta ya que es vector de enfermedades virosas.

Sus síntomas se observan en el envés de las hojas de las plantas parasitadas, por estos insectos, aparece salpicado por unas “mosquillas” blancas, de algo más de 1 mm de longitud, mientras que el haz presenta una clorosis más o menos pronunciada según la población del insecto. Al poco tiempo de su aparición aparece en el vegetal una maleza que va barnizando la planta, y sobre la que se instalan diversas especies fúngicas que al tapizarla de negro (negrilla) dificultan o impiden la función clorofílica. En lo que respecta a los cultivos protegidos la sucesión de generaciones –generalmente 7- se puede producir a lo largo de todo el año, produciendo los máximos en primavera y otoño (Moral, 2006).

### **Control químico**

Entre los productos recomendados para el control de *Trialeurodes vaporarum* (West), se encuentran: azadiractina, diazinon, diclorvos, dimetoato, endosulfan, fenpropatrin, fosfamidon, imidacloprid, lambda cyalotrina, metomilo, mevinfos, monocrotofos, naled y sal potásica de ácidos grasos (Ramírez y Salazar, 2001).

#### **2.11.2 Pulgón (*Aphis gossypii*)**

Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de

reproducción vivípara. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde amarillento, mientras que las de *Myzus* son totalmente verdes (en ocasiones pardas o rosadas. Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas. Esta especie soporta muy bien las altas temperaturas, reemplazando a *M. persicae* en los cultivos en invernadero cuando la temperatura supera los 30°C. Como en otras especies de áfidos, el grado de incremento de la población está influido por factores ambientales de temperatura y de las plantas hospedadoras (Alcorta *et al.* 2006).

Según Artes *et al.* (2004), los daños causados por los pulgones en los cultivos de tomate pueden ser directos e indirectos.

**Daños directos.** Son los derivados por la pérdida de savia producidos por los insectos al alimentarse, que provoca disminución en el vigor de la planta afectada cuando hay numerosas colonias sobre las mismas, manifestándose en deformaciones, abollonaduras e incluso amarillamiento de los tejidos vegetales.

**Daños indirectos.** Están relacionados con la proliferación de hongos (“negrilla”) en la maleza segregada por los pulgones y, sobre todo, con los causados por los virus que transmiten, tales como el virus Y de la patata (*Potato Virus Y*, PVY.) y el virus mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*, CMV).

### **Control químico**

Entre los insecticidas recomendados para su control se encuentran los siguientes: Mevinfos, imidacloprid, pymetrozine (Garza y Rivas, 2003).

### **2.11.3 Trips (*Frankliniella occidentalis*) Pergande**

De acuerdo a Moral (2006), este insecto pertenece al orden *Thysanoptera* que parasita a especies vegetales como la del tomate, en cuyo cultivo además de provocar un daño directo, provoca un daño indirecto al ser trasmisor de virus, como el TSWV (Tomato spotted wilt virus). Las plantas parasitadas por este insecto tienen hojas con manchas blancas plateadas, de contorno irregular, tanto por el haz como el envés. Estas manchas van cambiando a medida que pasa el tiempo, toman un color pardo y se necrosan, pudiendo producirse una defoliación prematura de la planta.

Los síntomas comienzan por la parte baja de la planta, y en la parcela suele hacerse por los bordes, sobretodo en invernadero, aun cuando la colonización de todo el cultivo suele ser muy rápida. Los frutos de las plantas parasitadas por *Frankliniella occidentalis* pueden tener unos anillos de color amarillo si ya están rojos, y blancos si aun están verdes. La hembra, con su ovíscapo, incrusta el huevo en el parénquima de flores, hojas y frutos y tarda en avivar de 4 a 13 días según temperaturas a las que este insecto, en todos sus estados, es extremadamente sensible; la sequía afecta mucho a los huevos, que parecen en gran número. El número de hembras es muy superior a la de machos. Los daños principalmente son producidos por las picaduras de los insectos: para su alimentación clavan en el parénquima de hojas y flores el estilete bucal, absorben los jugos e inyectan saliva que corroe las células provocando lesiones, adquiriendo la planta un deplorable aspecto especialmente en las flores (García, 1993).

## **Control químico**

Entre los insecticidas con acción contra este parásito se encuentran los siguientes: Acrinatrin, azadiractin, azufre+cipermetrin, cipertrin + metilclorpirifos, deltametrin, fenamifos, formentanato, metiocarb, oxamilo, tau fluvalinato (Moral, 2006).

### **2.11.4 Minadores de la hoja (*Liriomyza* spp)**

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae*. El adulto tiene dos mm de longitud, color negro o grisáceo con manchas amarillas en el tórax, ocasionalmente con brillo metálico. Antena corta de tres segmentos. Partes bucales en forma de probóscide. Ojos cafés con puntos rojos. Las hembras poseen ovipositor que utilizan para perforar las hojas. El huevo tiene 0.1 a 0.2 mm de largo, color pálido y es insertado uno a uno en el interior del tejido de la hoja. La larva es ápoda, la cápsula cefálica no está diferenciada. Al final y en la parte frontal tiene un par de ganchos negros parecidos al aparato bucal con el que mina el tejido. La larva desarrollada mide 3 mm de largo. Pupa en el suelo y a veces en la superficie de las hojas (Garza y Rivas, 2003).

De acuerdo a Anaya (1999), los daños ocasionados por minadores se observan que las larvas minan las hojas en forma de espiral, el ataque severo provoca que las hojas se sequen y se caigan, ocasionando la defoliación del plantío pues la distribución del insecto es muy homogénea. El mayor daño lo

ocasiona la larva, al alimentarse hace galerías sinuosas que originan desecación de las hojas y exposición de los frutos al sol. El macho la acompaña y se alimenta en las perforaciones generadas al alimentarse u ovipositar. El primer signo de daño son los puntos blanquecinos que rodean la perforación de la alimentación o de la ovipostura.

### **Control químico**

Entre los productos recomendados para el minador de la hoja (*Lyriomyza* spp), son los siguientes: Abamectina, azadiractina, clorpirifos, cyromazina, deltametrina, diazinon, diclorvos, dimetoato, esfenvalerato, etion, fenvalerato, metamidofos, mevinfos, naled, oxamil, permetrina, trilclorfon y dimetoato + dicofol (Ramírez y Salazar, 2001).

### **2.12 Antecedentes de investigación**

Borrego *et al.* (1998), llevaron a cabo un estudio en el invernadero de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero controlado, con el empleo de acolchado y el uso de riego por goteo, evaluaron criterios fenológicos y fisiológicos en 12 genotipos de hábito determinado e indeterminado tipo bola. Utilizando una fuente de nutrición inorgánica basada en la fórmula (55.2-184-20). Determinaron diferencias altamente significativas para peso de fruto y °Brix, donde para el peso de fruto el genotipo Burpees Supersteak, híbrido de hábito determinado, fue el que presentó el valor más alto con 149.4 g. Para °Brix los genotipos Surnmer Favor 5000 y Bingo, presentaron los valores más altos con 5.0 °Brix, respectivamente.

Motis *et al.* (1998), reportan que el peso promedio de tomate rojo de hábito indeterminado es de 82.50 a 139.38 gramos por fruto.

Guller y Guzel (1999), en una evaluación realizada en dos muestreos del 4° al 6° racimo floral, encontraron que al incrementar los niveles de potasio, disminuye la concentración de magnesio en las hojas.

Aguilar (2002), evaluando el rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (André y Gabriela) de crecimiento indeterminado tipo bola, en la Comarca Lagunera, bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura y con una fertilización inorgánica basada en Zaidan y Avidan, reporta rendimientos de 173.7 t.ha<sup>-1</sup>. En la variable altura reporta para el genotipo Gabriela una altura de 249.3 cm mientras que para el híbrido André encontró una altura de 216.6 cm a los 85 ddt respectivamente. Para el diámetro polar y ecuatorial encontró diferencias altamente significativas con valores de 6.08 y 7.13 cm respectivamente, donde el híbrido André fue superior al híbrido Gabriela en ambos casos. En tanto para sólidos solubles no encontró diferencias significativas donde para el genotipo André fue de 5.5 °Brix y para el genotipo Gabriela fue de 5.6 ° Brix, respectivamente.

Santos (2002), realizó un estudio en la Comarca Lagunera para conocer el rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero y fertirrigación basada en la citada por Zaidan y Avidan, encontró valores altamente significativos en relación al peso de fruto con el genotipo Belladonna BS1254417 con 219.11 g, en relación al

rendimiento no mostraron diferencias significativas obteniendo 139.6, 114.0 y 107.5 t.ha<sup>-1</sup>, para los genotipos Belladona, Brillante y BS1254417, respectivamente.

Álvaro (2004), al evaluar la relación nitrógeno-fósforo en el cultivo de tomate bajo invernadero, en la Comarca Lagunera, estudiaron cuatro tratamientos de fertilizantes, en solución nutritiva, siendo para el T1( 15:2), T2(15:3), T3(15:4) y el T4(15:5), con 15 meq L<sup>-1</sup> de nitrógeno en los 4 tratamientos y para el caso del fósforo de 2 hasta 5 meq L<sup>-1</sup>, con el híbrido F1 Max tipo bola de crecimiento indeterminado, obtuvo un rendimiento de hasta 204.7 t.ha<sup>-1</sup>, con una media de 169. 7 g, en el peso del fruto.

Armenta (2004), en un estudio realizado en la Comarca Lagunera para determinar el efecto del potasio en producción y calidad en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero e hidroponía evaluó 4 tratamientos de fertilizantes con la relación N:K; donde: Testigo(1:0.5), con 3.5 meq L<sup>-1</sup> K, T2(1:1.0), con 7.0 meq L<sup>-1</sup> K, T3(1:1.5), con 10.5 meq L<sup>-1</sup> K y T4(1:2.0), con 14 meq L<sup>-1</sup> K , en tomate Cv Max de crecimiento indeterminado, se determinó que las variables de calidad de diámetro polar y diámetro ecuatorial encontró diferencias altamente significativas, siendo el testigo 1 (1:0:5), el mejor tratamiento con 5.65 cm y de forma igual con un valor de 6.54 cm respectivamente. En relación al peso seco del tallo, no encontró diferencia significativa entre tratamientos, donde reporta una media de 73.23 g y un coeficiente de variación de 44.63 %. En relación al peso seco de hojas no encontró diferencias significativas en las fuentes de variación teniendo una

media de 119.05 gramos por planta y un coeficiente de variación de 53.30%. En el caso de rendimiento no encontró diferencias significativas, teniendo una media de 147.7 t.ha<sup>-1</sup>.

Bravo (2005), en un estudio realizado en la Comarca Lagunera para determinar el efecto de la fertilización inorgánica, en dos sustratos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo invernadero de acuerdo a la fertilización inorgánica en Zaidan y Avidan, ésta la divide en 4 etapas la aplicación. Reporta valores no significativos en relación al espesor de pulpa para todas las fuentes de variación, con un coeficiente de variación de 46.19% y una media de 0.76 cm, al igual para número de lóculos, no mostró diferencias estadísticas entre tratamientos, en tanto en los genotipos sobresalió BS con 5.35 lóculos.

Esquivel (2006), realizó una evaluación para conocer el rendimiento y calidad del tomate hidropónico en invernadero, realizada con dos genotipos, TSAN 10001 Y TSAN 10004 (tipo bola indeterminado), con 4 tratamientos inorgánicos variando la relación de NPK; T0 (1:1:1) con 10:2:7 meq L<sup>-1</sup>, T1 (2:1:1) con 20:2:7 meq L<sup>-1</sup>, T2 (1:2:1) con 10:4:7 meq L<sup>-1</sup>, T3 (1:1:2) con 10:2:14 meq L<sup>-1</sup>. La evaluación se llevó a cabo en la Comarca Lagunera, donde determinó que fueron semejantes en sus características de calidad, ya que no mostraron diferencias significativas. Para diámetro ecuatorial se obtuvo un coeficiente de variación de 4.18 y una media de 7.4 cm, para diámetro polar con un coeficiente de variación de 6.10 y una media de 6.7, para el espesor de pulpa encontró un coeficiente de variación de 20.65 y una media de 6.77 mm. En tanto para sólidos solubles, presentó una media de 3.5, donde no mostró

diferencia significativa, el mayor valor lo presentó el tratamiento 2 con el genotipo 10004 con 4.3 °Brix, por lo que en este caso, al aumentar potasio para incrementar rendimiento y calidad no fue relevante.

Montes (2006), en un estudio llevado a cabo en la Comarca Lagunera con el genotipo híbrido Big beef (tipo bola), evaluando 4 tratamientos de fertilización de la relación fósforo-calcio en solución nutritiva, el T1 (1:1), donde 2 meq L<sup>-1</sup> de fósforo y 8 meq L<sup>-1</sup> de Ca, T2 (1:1.5), es decir 2 meq L<sup>-1</sup> de fósforo y 10 meq L<sup>-1</sup> de Ca, T3(1:2), es decir 2 meq L<sup>-1</sup> de fósforo y 12 meq L<sup>-1</sup> de Ca y T4 (1:2.5), donde 2 meq L<sup>-1</sup> de fósforo y 14 meq L<sup>-1</sup> de Ca, se determinó que el tratamiento 4 es la mejor para el cultivo de tomate, ya que da un excelente rendimiento y calidad del fruto con un rendimiento de 320.90 t.ha<sup>-1</sup>. Además se concluyó que no se presentaron diferencias en las variables evaluadas.

Hernández (2007), evaluó el análisis de crecimiento en tomate bajo condiciones de invernadero con fertilización inorgánica contra fertilización con lixiviado de vermicompost, en la Comarca Lagunera. Donde la fertilización inorgánica esta la dividió en dos etapas una antes de la floración y la otra después de la floración teniendo como base de nutrición la fórmula (39-30-64), concluye que existió diferencias estadísticas entre los dos tipos de fertilización inorgánica y orgánica en relación de área foliar (RAF), área foliar específica (AFE), relación de peso foliar (RPF), índice de área foliar (IAF), tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y tasa de asimilación neta (TAN) en plantas de tomate, teniendo mayor efecto la nutrición inorgánica.

Ávila *et al.* (2007), evaluando la producción orgánica de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones rústicas, en el estado de Durango, en donde evaluaron 18 tratamientos, de los cuáles 17 tratamientos estaban conformados con diferentes niveles de Vermicompost y un tratamiento inorgánico con arena, con la fertilización química (100-60-00), el genotipo utilizado fue el híbrido imperial tipo bola. Donde encontraron diferencias altamente significativas para el diámetro de tallo, con un valor de 1.6 cm, igualmente para el diámetro ecuatorial existió diferencias altamente significativas, siendo el tratamiento inorgánico el que obtuvo el valor más alto con 7.25 cm en ambos casos. Con respecto al rendimiento no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Cano *et al.* (2008), realizaron una evaluación en La Comarca Lagunera llevada a cabo con genotipos de tomate en mezclas de Vermicompost: Arena, en invernadero. Se evaluaron dos genotipos tipo bola André y Adela de crecimiento indeterminado, con cuatro mezclas de Vermicompost: Arena con diferentes relaciones en el sustrato y como testigo ambos genotipos con arena y solución nutritiva basada en Hoagland, dando un total de 10 tratamientos. Determinando que para peso de fruto fueron estadísticamente iguales y obteniendo los valores más altos para el genotipo André, en relación a la fertilización inorgánica con un peso de fruto de 218.26 g y la de sustrato Vermicompost: Arena, con la relación (12:50), teniendo un peso de 224.71 g respectivamente.

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización y tipo de invernadero**

El experimento se realizó durante el ciclo Primavera-Verano 2008, bajo condiciones de invernadero, ubicándose éste en el invernadero No. 1, del Departamento de Horticultura de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA (UAAAN). Localizada en carretera y periférico a Santa Fe, Km. 1.5. Torreón, Coahuila México. La UAAAN-URL se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 103° 25' 57" de latitud oeste al meridiano de Greenwich 25° 31' 11" de latitud norte con una altura de 1123 msnm (CNA, 2005).

En un invernadero semicircular con cubierta de plástico térmico transparente y malla sombra, con una estructura metálica, piso de grava, con dos extractores para regular el ambiente del mismo, pared húmeda, sistema de riego por goteo automatizado, con bomba de riego (Venturi) para fertilizar. Las dimensiones del invernadero son las siguientes 23 metros de largo, 10.5 metros de ancho y 4.5 metros de alto. (Figura 3.2).

#### **3.2 Clima**

El clima de la Comarca Lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual promedio de 2,600 mm. Una

temperatura anual de 20° C. este último aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el primero comprende siete meses, desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media mensual excede los 20° C; el segundo abarca de noviembre a marzo en que la temperatura media mensual varía entre los 13.6 y 19.4°C. Los meses más fríos son diciembre y enero registrándose en este último el promedio de temperatura más bajo es de 5.8°C aproximadamente (CNA, 2005).

### **3.3 Tratamientos**

En el período Primavera-Verano 2008 se evaluaron 5 tratamientos con diferentes niveles de fertilización potásica, en el tomate variedad Saint Pierre de polinización abierta, tipo bola de crecimiento indeterminado, la fórmula base de nutrición que se utilizó en este experimento fue de; N=71.69; P=24 y K=70 (testigo), ésta se obtuvo a partir de la pureza de los fertilizantes; Nitrato de amonio= 33.5, Superfosfato simple de calcio= 20 y Sulfato de Potasio= 50. Teniendo una recomendación que para 200 L de agua, se utilizan, 214 g de Nitrato de amonio, 120 g de Superfosfato simple de Calcio y 140 g de Sulfato de potasio, según Romero, (1999) ajustada por Ruiz, (2008). Posteriormente se realizaron los cálculos mediante reglas de tres y por ende la obtención de cada tratamiento según cuadro, 3.1.

**Cuadro 3.1** Tratamientos evaluados en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Fórmula general</b>		
	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
T1.- Testigo.	71.69	24.00	70.00
T2.-15% más potasio que el testigo.	71.69	24.00	80.50
T3.-30% más potasio que el testigo.	71.69	24.00	91.00
T4.-45% más potasio que el testigo.	71.69	24.00	101.50
T5.-60% más potasio que el testigo.	71.69	24.00	112.00

### 3.4 Siembra

Para la siembra se utilizó el genotipo Saint Pierre, ésta se llevo acabo el 8 de febrero del 2008, se realizó en charolas germinadoras de nieve seca, con cavidad de 200 celdas, las cuales fueron llenadas con musgo de Peat-Moss.

### 3.5 Sustrato

Se utilizaron macetas con capacidad para 20 kg, con sustrato de arena de rio, esto se realizó el 20 de marzo de 2008, además se les proporcionó un riego pesado para lavar el exceso de sales.

### 3.6 Trasplante

Se llevó a cabo el 21 de marzo de 2008 por la tarde, a fin de evitar un estrés en las plántulas. Antes del trasplante se realizó un riego a las macetas a fin de que el sustrato se encontrase húmedo, además se utilizó un artefacto para trasplante para que el cepellón de la plántula quedara bien sujeto al sustrato, cuidando que el mismo mantuviera todo su desarrollo radicular.

### **3.7 Diseño experimental**

El diseño experimental empleado fue un modelo completamente al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones por tratamiento, la unidad experimental fue una maceta, formando dos líneas principales a doble hilera, con sus respectivas protecciones en cada orilla de la línea principal, la superficie utilizada fue de 16.64 m<sup>2</sup> (Figura 3.1).

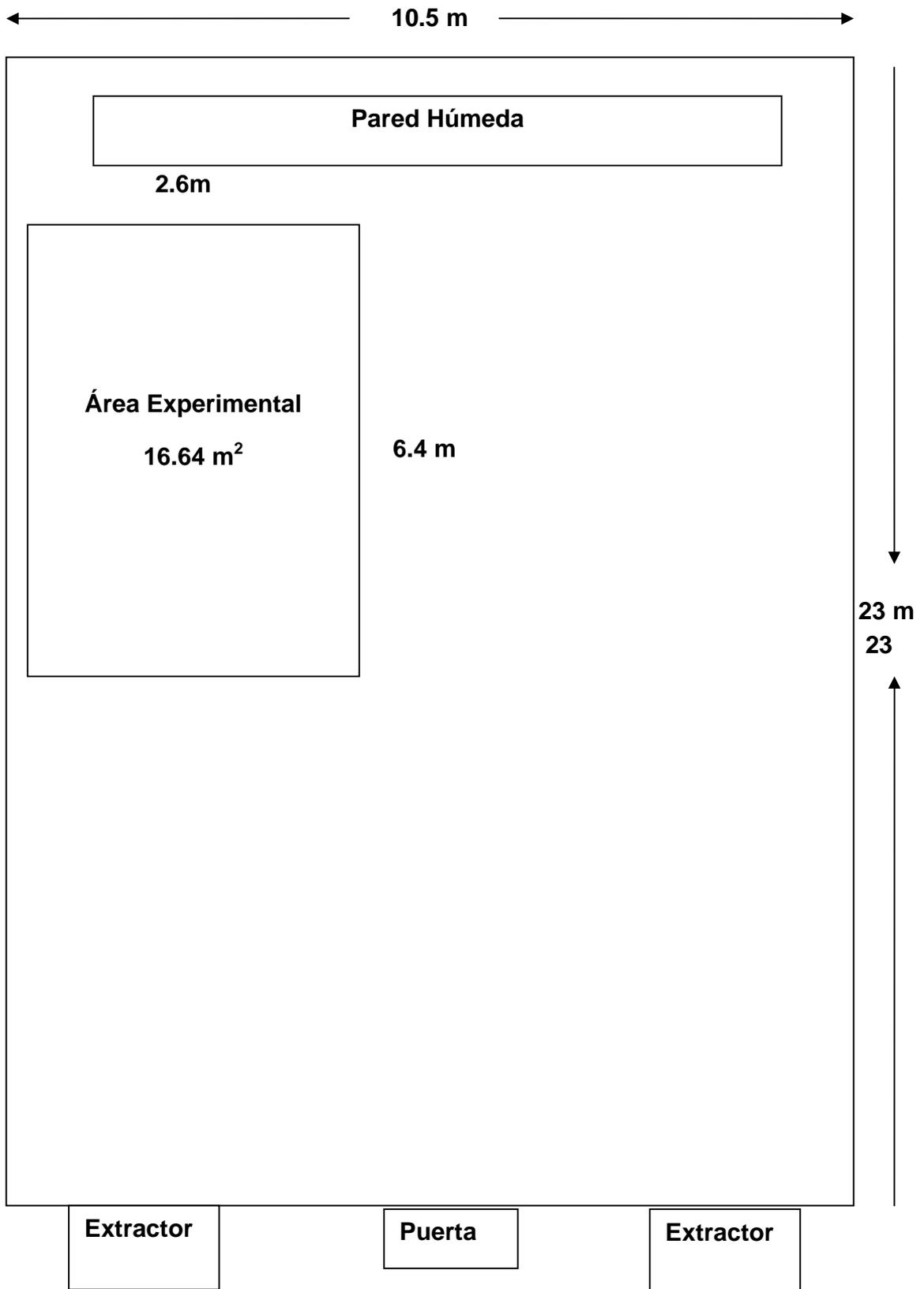
### **3.8 Manejo del cultivo**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminado los brotes axilares, esto se realizó detalladamente de abajo hacia arriba a fin de no perder el tallo principal, en relación al entutorado se utilizó rafia sosteniendo la planta cuando ésta tenía una altura aproximada de 30 cm, a fin de tener un buen desarrollo de la misma y ésta no se desviara hacia el suelo, evitando que las hojas y los frutos tuviesen contacto con el suelo.

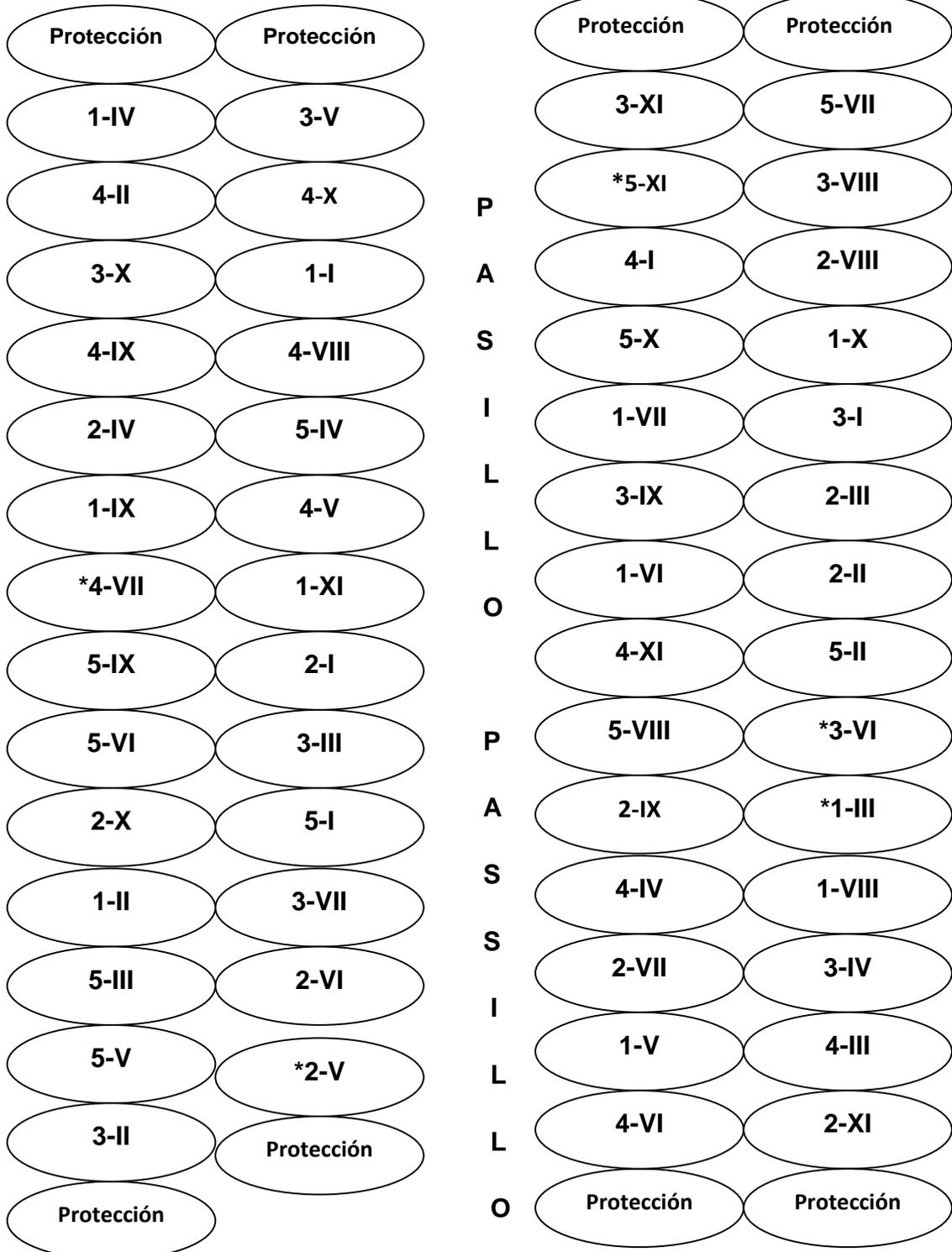
En la etapa de floración de la planta se realizó la polinización de las mismas con un vibrador (cepillo dental eléctrico) aproximadamente de 11:00 am a 1:00 pm durante todos los días, pasando por el pedúnculo por un lapso de 3 segundos a fin de maximizar la misma.

Se realizó también raleo de flores cuando estas presentaban un número excesivo de inflorescencias.

Figura 3.1 Croquis del invernadero



**Figura 3.2 Croquis de los tratamientos en el área experimental**



\* Estas unidades experimentales se omitieron durante el transcurso del experimento quedando con 10 repeticiones por tratamiento

En relación a la etapa de fructificación de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan por de bajo del racimo, así como hojas viejas y daños por plagas y así sucesivamente con los demás racimos, mejorando consigo la aireación de la parte baja de la planta, evitando así la aparición de enfermedades y facilitando el aporque de macetas.

En el caso de la fructificación también se realizó raleo de frutos dejando un promedio de 5 frutos por racimo, asegurándose del amarre de los mismos. Por último se efectuó el capado al octavo racimo vegetativo.

### **3.9 Fertilización y riegos**

Primeramente se realizaron adecuaciones al sistema de riego por goteo, renovando goteros en mal estado, válvulas y cintillas. Posteriormente se procedió al calibrado de goteros, obteniendo el gasto por minuto de cada gotero. Al tener el gasto de todos los goteros estos se calibraron mediante presión del gotero tipo espagueti a la cintilla, hasta tener un gasto uniforme de los mismos.

Los requerimientos hídricos se hicieron en base a la etapa fenológica del cultivo, en donde se determinó la necesidad hídrica en tres etapas. La primera etapa de trasplante hasta primera flor (390 mL por planta), la segunda etapa comprendía de primera flor hasta primer fruto (780 mL por planta) y la tercera etapa comprendía del primer fruto hasta finalización del último corte (1180 mL), respectivamente.

En este sentido, se determinó la aplicación de riegos durante el día, uno por la mañana con el sistema de riego por goteo (solamente agua) y el segundo riego aplicado por la tarde, con la solución nutrimental en forma manual.

Para el riego por la mañana, se determinó el tiempo por regar según el gasto por minuto de los goteros. Para la fertilización nutrimental se utilizaron 5 botes de plástico con capacidad para 4 litros, uno para cada tratamiento. Los fertilizantes utilizados en la nutrición fueron: para la fuente N, Nitrato de amonio (33.5-00-00), para la fuente P, Ácido fosfórico (2-54-00), y para la fuente K, Nitrato de potasio (12-00-45). Teniendo los fertilizantes y los gramos calculados a utilizar para los 200 litros de agua, éstos se vaciaron en cada bote, con las respectivas variantes para potasio.

Para el caso de la fuente P, (Ácido fosfórico (2-54-00) se realizó la aplicación por separado. En primera instancia la aplicación de este elemento y posteriormente los demás elementos nutricionales. En relación a cuanto se tomaría de la solución madre de cada tratamiento, se hicieron los cálculos correspondientes en base a 200 litros.

En tanto se medía la cantidad a tomar y se mezclaba con agua, y de esta forma se regaba cada tratamiento por separado. Para el caso de calcio y magnesio estos se empezaron aplicar a partir del inicio de fructificación, se utilizaron las fuentes de Nitrato de Calcio (15.5-00-00+19) y Sulfato de Magnesio (00-00-00+9.8+12.9), para dichos elementos. Por último se hicieron

aplicaciones foliares para NPK (20-30-10) y para microelementos también se incluyeron en la solución madre a base de maxiquel (Fe, Zn, Mn y B).

**Cuadro 3.2** Fertilizantes y dosis de aplicación base, para cada etapa en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Fertilizantes	Primera etapa (33%)	Segunda etapa (66%)	Tercera etapa (100%)
Nitrato de Amonio(N)	51.37 gr	102.74 gr	106.98 gr
Acido Fosfórico(P)	8.83ml	17.66ml	26.77ml
Nitrato de Potasio(K)	51.33 gr	102.66 gr	155.55gr
Nitrato de Calcio(Ca)	*	*	105.26gr
Sulfato de Magnesio (Mg).	*	*	44.89gr
Maxiquel	9.07gr	18.15gr	27.5gr

\*La aplicación de calcio y magnesio se realizó a partir del inicio de fructificación del cultivo.

**Cuadro 3.3** Niveles de fertilización de potasio en los diferentes tratamientos, correspondiente a cada etapa en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero, durante el periodo Primavera-Verano 2008.UAAAN-URL.

Tratamiento	Primera etapa (33%)	Segunda etapa (66%)	Tercera etapa (100%)
T1.-Testigo	51.33 gr	102.66 gr	155.55 gr
T2.-15% más potasio que el testigo	59.02 gr	118.05 gr	178.88 gr
T3.-30% más potasio que el testigo	66.72 gr	133.45 gr	202.21 gr
T4.-45% más potasio que el testigo	74.42 gr	148.85 gr	225.54 gr
T5.-60% más potasio que el testigo	82.12 gr	164.25 gr	248.88 gr

### 3.10 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo fenológico del cultivo, se presentaron las siguientes plagas: mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*), pulgón (*Aphiss gossypii*), minador de la hoja (*Lyriomyza spp*) y trips (*Frankliniella occidentalis*). Para el control de éstas plagas se utilizaron los productos y dosis que se describen en el cuadro

3.4. Las aplicaciones se realizaron con una mochila de aspersión con capacidad para 20 litros de agua.

La primera aplicación se realizó a los 14 dds (en charola), de manera preventiva a fin de evitar la presencia de estas plagas. Posteriormente se hicieron aplicaciones en promedio cada semana, a partir de los 7 ddt (en maceta), con dosis bajas preventivas.

En relación a las enfermedades se determinaban la presencia en forma visual, donde no se registro la incidencia de éstas, pero se realizaron aplicaciones preventivas.

### **3.11 Cosecha**

La cosecha se realizó en promedio 2 veces por semana, cuando el fruto presentó un tono de color naranja rayado, visitando cada unidad experimental y etiquetando cada fruto correspondiente.

Es importante mencionar que en los frutos ya rojos dentro de la planta, se consume cantidad de fotoasimilables, donde éstos son de vital importancia para otros frutos en crecimiento o para otras funciones mismas de la planta.

### **3.12 Variables evaluadas**

En este experimento las variables evaluadas fueron altura de planta, para esto se utilizó una cinta métrica. Grosor de tallo, en este caso se utilizó un vernier, y número de hojas.

Estas variables se evaluaron semanalmente a partir de los 14 ddt. La calidad fue obtenida al evaluar peso promedio de fruto (se utilizó una báscula electrónica), rendimiento comercial y desecho (número de frutos por planta, kilogramos por planta, y  $t.ha^{-1}$ ), número de lóculos, grados brix (para este caso se utilizó un refractómetro), espesor de pulpa, diámetro polar, diámetro ecuatorial (para éstas últimas tres variables se utilizó un vernier), color interno y externo de fruto,(se utilizó la tabla de colores según la The Royal Horticultural Society), tejido placentario, forma de fruto, hombros y peso verde y seco de hojas y tallos (para el secado de las mismas se utilizó una secadora electrónica).

### **3.13 Análisis estadístico**

Para el presente estudio se realizaron análisis de varianza completamente al azar, comprendiendo cada una de las variables evaluadas. Los análisis de varianza se realizaron mediante el paquete estadístico de diseños experimentales versión 2.4. Facultad de Agronomía UANL (Olivares, 1993).

**Cuadro 3.4** Productos y dosis aplicadas para el control de plagas y enfermedades en tomate bajo condiciones de invernadero durante el periodo primavera-verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Producto</b>	<b>I.A</b>	<b>O.C</b>	<b>No. a.</b>	<b>Dosis aplicada</b>	<b>Dosis/ha</b>
Diazinon	Diazinon	Mosquita blanca, Pulgón, minador de la hoja y trips (curativo).	9	30mL/20 L	1 a 1.5 L
Sevin	Carbaril	Gusano del cuerno, diabrotica, chicharrita, pulga saltona (preventivo).	3	35g/20 L	1 a 2.5 kg
Amitraz	N-2-4 dimetilfenil	Araña roja (preventivo).	6	25mL/20 L	2.0 a 2.5 L
Captan 500	Captan	Tizón tardío, mancha gris y antracnosis (preventivo).	9	50g/20 L	2.5 kg
Fionex	Mancozeb	Tizón temprano, tizón tardío, moho de la hoja, mancha gris y antracnosis (preventivo).	6	50mL/20 L	3 a 5 L
Mancoceb	Mancozeb	Tizón temprano, tizón tardío, moho de la hoja, mancha gris y antracnosis (preventivo).	3	50mL/20 L	3 a 5 L

\*I.A= Ingrediente activo

\*O.C= Organismo a controlar

\*No. a.= Número de aplicaciones

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Valores de crecimiento

#### 4.1.1 Altura de planta

Para esta variable los datos arrojados no mostraron significancia estadística entre los tratamientos, en relación a los muestreos que comprenden de los 14 ddt hasta los 63 ddt. Al final del muestreo el tratamiento que obtuvo el mayor valor fue el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo) con una altura de 105 cm y el menor valor lo obtuvo el tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo) con una altura de 93 cm. (Cuadro 4.1).

#### 4.1.2 Grosor de tallo

Para el análisis de este valor no se encontró diferencia significativa en los muestreos realizados que van de los 14 a los 63 ddt. Donde el valor más alto fue para el testigo con 1.97 cm, al final del muestreo (63 ddt). (Según Cuadro 4.2).

Estos resultados son más altos a los obtenidos por Ávila *et al.* (2007) quien evaluando la producción orgánica de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones rústicas, en su tratamiento testigo (inorgánico) obtuvo el valor más alto con 1.6 cm.

**Cuadro 4.1** Altura de planta del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Altura de planta (cm)							
	muestreos							
	14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt	63 ddt
1.-Testigo	9.90	13.65	21.55	36.05	48.50	62.75	80.50	100.25
2.-15% más potasio que el testigo	10.70	13.25	21.20	34.20	45.10	62.00	80.25	98.50
3.-30% más potasio que el testigo	10.80	14.85	24.50	40.05	49.50	62.75	78.50	93.00
4.-45% más potasio que el testigo	10.30	13.70	24.40	36.85	48.40	64.50	83.25	105.00
5.-60% más potasio que el testigo	10.65	14.40	24.05	39.55	49.25	63.50	80.75	98.00
<b>CV%</b>	<b>6.40</b>	<b>9.07</b>	<b>12.70</b>	<b>8.76</b>	<b>6.39</b>	<b>6.41</b>	<b>6.03</b>	<b>7.54</b>

**Cuadro 4.2** Grosor de tallo del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Grosor de tallo (cm)							
	Muestreos							
	14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt	42 ddt	49 ddt	56 ddt	63 ddt
1.-Testigo	0.41	0.58	0.96	1.44	1.71	1.89	1.94	1.97
2.-15% más potasio que el testigo	0.44	0.67	0.97	1.17	1.40	1.54	1.61	1.72
3.-30% más potasio que el testigo	0.41	0.71	1.11	1.27	1.44	1.59	1.65	1.73
4.-45% más potasio que el testigo	0.39	0.64	0.95	1.43	1.46	1.57	1.71	1.78
5.-60% más potasio que el testigo	0.42	0.65	1.01	1.32	1.40	1.54	1.71	1.81
<b>CV%</b>	<b>10.59</b>	<b>6.76</b>	<b>8.16</b>	<b>9.88</b>	<b>7.13</b>	<b>12.21</b>	<b>9.67</b>	<b>10.41</b>

#### 4.1.3 Número de hojas

En esta variable tampoco mostró el análisis de varianza diferencia significativa. Donde los valores fluctuaron de 8 a 13.5 hojas, respectivamente, teniendo un coeficiente de variación de 6.49% a los 35 ddt, donde el testigo fue el que presentó el mayor número de hojas con 13.5.

**Cuadro 4.3** Número de hojas del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Número de hojas muestras			
	14 ddt	21 ddt	28 ddt	35 ddt
1.-Testigo	8.5	9.5	10.5	13.5
2.-15 % más potasio que el testigo	8.5	9.0	10.0	13.0
3.-30 % más potasio que el testigo	8.0	9.5	10.5	13.0
4.-45 % más potasio que el testigo	8.0	9.0	10.0	12.5
5.-60 % más potasio que el testigo	8.5	9.5	11.0	12.5
<b>CV%</b>	<b>6.60</b>	<b>5.89</b>	<b>7.45</b>	<b>6.49</b>

#### 4.2 Peso seco de hojas

No se encontró diferencia significativa. Los valores fluctuaron de 53.50 g.planta<sup>-1</sup> a 82.50 g.planta<sup>-1</sup>. El tratamiento que presentó el mayor peso seco de hojas fue el testigo, con 82.50 g.planta<sup>-1</sup> y un coeficiente de variación de 16.66 %.

Estos resultados no coinciden con los citados por Armenta (2004), quien evaluando el efecto del potasio en producción y calidad en el cultivo de tomate

bajo condiciones de invernadero e hidroponia, cita una media de 119.05 gramos por planta.

**Cuadro 4.4** Peso seco de hojas del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso seco hoja (g)</b>
1.-Testigo	82.50
2.-15% más potasio que el testigo	67.00
3.-30% más potasio que el testigo	70.16
4.-45% más potasio que el testigo	79.10
5.-60% más potasio que el testigo	53.50
<b>CV%</b>	<b>16.66</b>

#### 4.3 Peso seco de tallos

No se mostró diferencia significativa. Los valores oscilaron de 36.03 a 49.6 g.planta<sup>-1</sup>.

Teniendo que el tratamiento 1 (testigo), con 49.6 g.planta<sup>-1</sup> presentó el mayor peso. Mientras que el tratamiento con menor peso fue el 4 (45% más potasio que el testigo), con 36.03 g.planta<sup>-1</sup> y un coeficiente de variación de 30.18 %. (Cuadro 4.5).

Los resultados obtenidos no coinciden por los citados por Armenta (2004), quien evaluando el efecto del potasio en producción y calidad en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero e hidroponia, encontró una media de 73.23 g.planta<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.5** Peso seco de tallos del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso seco tallo (g)</b>
1.-Testigo	49.59
2.-15% más potasio que el testigo	43.60
3.-30% más potasio que el testigo	37.83
4.-45% más potasio que el testigo	36.03
5.-60% más potasio que el testigo	36.13
<b>CV%</b>	<b>30.18</b>

#### 4.4 Rendimiento comercial

##### 4.4.1 Número de frutos

No se observó diferencia significativa, los valores fluctuaron de 15.57 a 19.57 frutos por planta, con coeficiente de variación de 18.20%. Destacó el tratamiento 5 (60% más potasio que el testigo) con 19.57 frutos por planta, y el más bajo lo obtuvo el tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo), con 15.57 frutos por planta.

**Cuadro 4.6** Producción comercial en número de frutos por planta del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamiento</b>	<b>Número de frutos/planta</b>
1.-Testigo	18.00
2.-15% más potasio que el testigo	16.85
3.-30% más potasio que el testigo	15.57
4.-45% más potasio que el testigo	18.28
5.-60% más potasio que el testigo	19.57
<b>CV%</b>	<b>18.20</b>

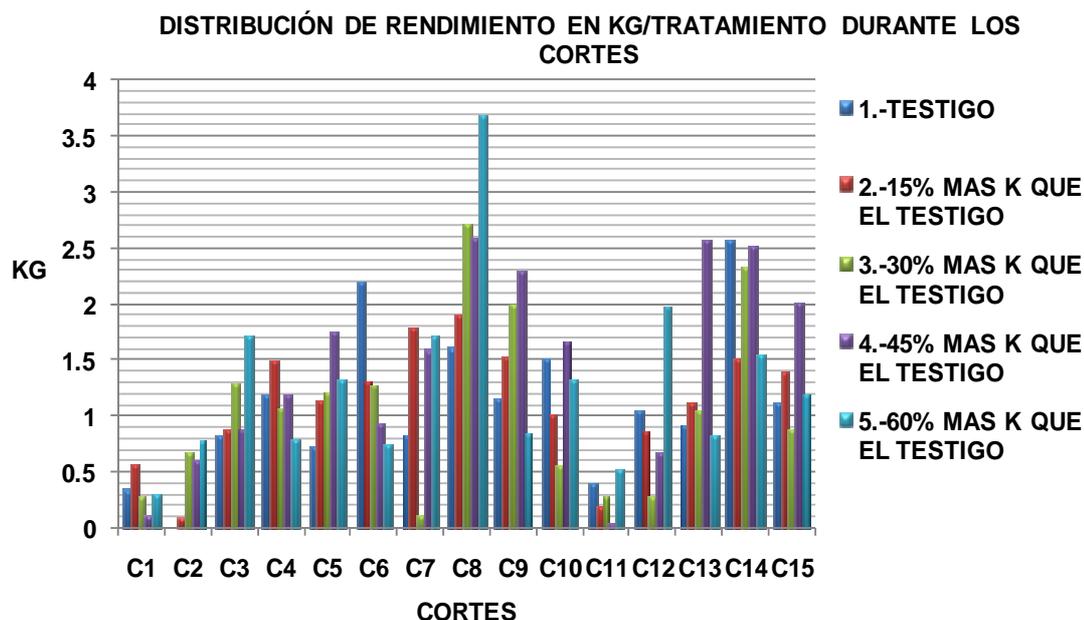
#### 4.4.2 Peso de fruto por planta

Con relación al resultado arrojado por el análisis de varianza se determinó que no existió diferencia significativa en relación al peso de fruto por maceta. Donde los valores fluctuaron de 1.91 kg.planta<sup>-1</sup> a 2.51 kg.planta<sup>-1</sup> respectivamente.

Sobresale el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo), con 2.51 kg.planta<sup>-1</sup>, y el valor más bajo fue para el 2 (15% más potasio que el testigo) con 1.91 kg.planta<sup>-1</sup> y un coeficiente de variación de 23.47%.

**Cuadro 4.7** Producción comercial en peso de frutos por planta del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de fruto/planta(kg)</b>
1.-Testigo	2.14
2.-15% más potasio que el testigo	1.91
3.-30% más potasio que el testigo	1.93
4.-45% más potasio que el testigo	2.51
5.-60% más potasio que el testigo	2.14
<b>CV%</b>	<b>23.47</b>



**Figura 4.1.** Distribución de rendimiento en kilogramos por tratamiento, durante cada corte realizado del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

#### 4.4.3 Rendimiento en toneladas

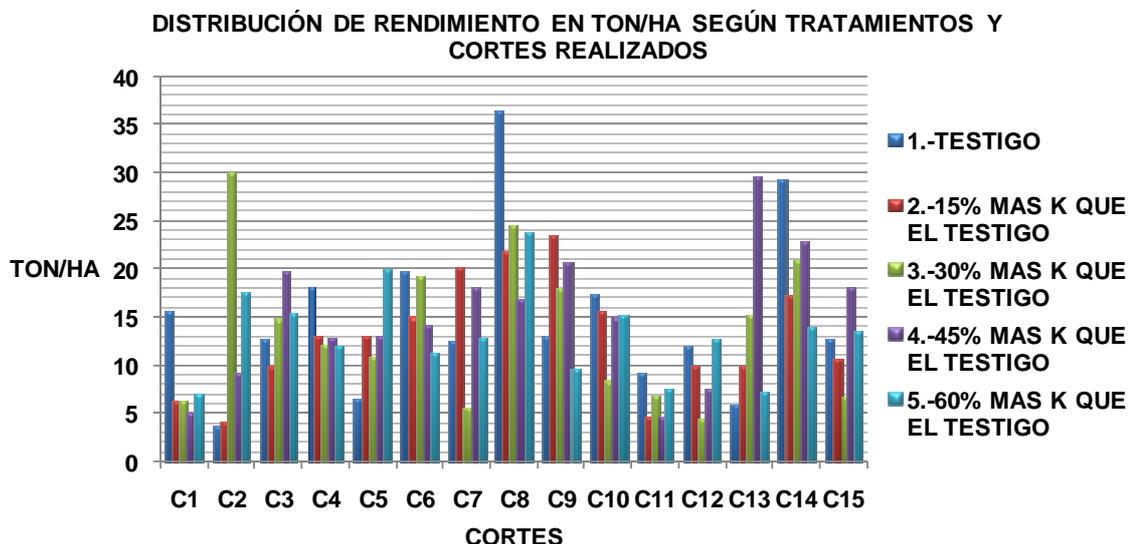
El análisis de varianza muestra que no existió significancia estadística. Los valores oscilaron de 85.95 t.ha<sup>-1</sup> a 112.95 t.ha<sup>-1</sup> con coeficiente de variación de 26.77 %. El más alto rendimiento lo obtuvo el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo), con 112.95 t.ha<sup>-1</sup>. Mientras que para el rendimiento más bajo, fue para el tratamiento 2 (15 % más potasio que el testigo), con 85.95 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente. Estos valores son más altos al rendimiento promedio comercial de la región que es de 18 t.ha<sup>-1</sup>, según (El Siglo de Torreón, 2009).

Álvaro (2004), evaluando la relación nitrógeno-fósforo en el cultivo de tomate bajo invernadero, con el híbrido F1 Max tipo bola, obtuvo un

rendimiento de hasta 204.7 t.ha<sup>-1</sup>. De igual forma los citados por Montes (2006), quien evaluando 4 tratamientos de fertilización de la relación fósforo-calcio en solución nutritiva con el genotipo Big beef (tipo bola), reporta un rendimiento de 320.90 t.ha<sup>-1</sup>. Donde en el presente estudio el rendimiento más alto fue de 112.95 t.ha<sup>-1</sup>, con lo cual no supera, en relación a los obtenidos por dichos autores.

**Cuadro 4.8** Producción comercial en rendimiento de t.ha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	t.ha <sup>-1</sup>
1.-Testigo	96.30
2.-15% más potasio que el testigo	85.95
3.-30% más potasio que el testigo	86.85
4.-45% más potasio que el testigo	112.95
5.-60% más potasio que el testigo	96.30
<b>CV%</b>	<b>26.77</b>



**Figura 4.2** Distribución de rendimiento en t.ha<sup>-1</sup>, durante cada corte realizado del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

#### **4.4.4 Clasificación de producción comercial**

Se determinó que no existe una tendencia correlativa al aumentar el potasio, el número de frutos y el tamaño de estos, en relación a los niveles de potasio aplicados. Pero se observa que cierto nivel de potasio en un 30% más que el testigo (tratamiento 3) se obtienen frutos de mayor tamaño (grande a máximo grande).

Así también el número de frutos por tratamiento, donde el tratamiento 5 (60% más potasio que el testigo), destaca a los demás tratamientos con 173 frutos por tratamiento, según cuadro 4.9.

#### **4.4.5 Forma del fruto, hombros, tejido placentario y color**

En relación a la forma del fruto, se observó una tendencia a aplanado, con referencia a los hombros se comportó hacia hombros cuadrados. El tejido placentario se determinó que existió un alto contenido.

En tanto para el color externo los colores mas frecuentes fueron, del rojo 44 a, rojo 45 b y para el color interno se presentaron coloraciones del rojo 45b, rojo 46 b y rojo 45 c respectivamente según cuadro 4.10.

**Cuadro 4.9** Clasificación del tamaño de frutos en número y porcentaje del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Clase												Total
	Extra chico		Chico		Mediano		Grande		Extra grande		Máximo grande		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
1.-Testigo	5	3.01	86	51.80	39	23.49	18	10.84	18	10.84	0	0	166
2.-15% más potasio que el testigo	14	8.75	64	40.00	43	26.87	20	12.50	19	11.87	0	0	160
3.-30% más potasio que el testigo	8	5.71	47	33.57	38	27.14	20	14.28	18	12.85	9	6.42	140
4.-45% más potasio que el testigo	7	4.32	52	32.09	54	33.33	11	6.79	29	17.90	9	5.55	162
5.-60% más potasio que el testigo	15	8.67	76	43.93	55	31.79	11	6.35	15	8.67	1	0.57	173

**Cuadro 4.10** Clasificación de frutos con relación a la forma del fruto, hombros, tejido placentario y color, del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamiento	Forma del fruto			Hombros			Tejido placentario			Color externo		Color interno		
	A	O	R	Cuadrado	Redondo	Alto	Medio	Bajo	Rojo 44A	Rojo 45B	Rojo 45 B	Rojo 46 B	Rojo 45 C	
	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
1.- Testigo	51	0	20	57	14	56	11	4	49	13	16	14	13	
2.-15% más potasio que el testigo	53	0	18	62	9	48	21	2	50	15	18	14	13	
3.-30% más potasio que el testigo	59	0	10	59	10	45	19	5	47	17	17	18	16	
4.-45% más potasio que el testigo	60	0	13	67	6	48	21	4	56	14	17	23	16	
5.-60% más potasio que el testigo	55	0	20	63	12	42	24	9	50	19	19	28	6	

**A= Aplanado**

**O= Oblongo**

**R= redondo**

**#= Número de frutos**

## 4.5 Variables de calidad

### 4.5.1 Peso de fruto

No existe diferencia significativa. Los valores fluctuaron de 113.54 a 142.78 g.fruto<sup>-1</sup>. Teniendo que el tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo) con 142.78 g.fruto<sup>-1</sup> fue el tratamiento que presentó mayor peso. Mientras que el menor peso lo presentó el tratamiento 2 (15% más potasio que el testigo) con 113.54 g, con un coeficiente de variación de 7.09% respectivamente.

Álvaro (2004), evaluando la relación nitrógeno-fósforo en el cultivo de tomate bajo invernadero, cita un peso para el híbrido F1 Max tipo bola de 169.7 g, donde los resultados obtenidos en este experimento no concuerdan por los obtenidos por dicho autor.

**Cuadro 4.11** Peso de fruto del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>
1.-Testigo	126.13
2.-15% más potasio que el testigo	113.54
3.-30% más potasio que el testigo	142.78
4.-45% más potasio que el testigo	137.59
5.-60% más potasio que el testigo	142.74
<b>CV%</b>	<b>7.09</b>

#### 4.5.2 Número de lóculos

Los datos arrojados por el análisis de varianza muestran que no existe significancia estadística entre los tratamientos evaluados. Los valores oscilaron de 4.7 lóculos a 5.62 lóculos.

Estos resultados superan a los obtenidos por Bravo (2005), donde se evaluó el efecto de la fertilización inorgánica en dos sustratos en tomate, reporta un valor para el genotipo BS con 5.35 lóculos.

**Cuadro 4.12** Número de lóculos del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de lóculos</b>
1.-Testigo	5.20
2.-15% más potasio que el testigo	4.70
3.-30% más potasio que el testigo	5.47
4.-45% más potasio que el testigo	5.62
5.-60% más potasio que el testigo	5.15
<b>CV%</b>	<b>10.87</b>

#### 4.5.3 Grados brix

No se encontraron diferencias significativas. Los valores encontrados fueron de 5.55 a 5.91 grados brix, teniendo un coeficiente de variación de 2.90%.

Estos resultados superan a los obtenidos por Esquivel (2006), quien evaluó 4 tratamientos inorgánicos variando la relación de NPK, en tomate

hidropónico bajo invernadero y reportó un valor promedio de 3.5 grados brix, así también el valor más alto obtenido de 4.3 °Brix.

**Cuadro 4.13** Grados brix del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Grados brix</b>
1.-Testigo	5.82
2.-15% más potasio que el testigo	5.79
3.-30% más potasio que el testigo	5.91
4.-45% más potasio que el testigo	5.55
5.-60% más potasio que el testigo	5.55
<b>CV%</b>	<b>2.90</b>

#### 4.5.4 Espesor de pulpa

Los datos arrojados por el análisis de varianza muestran que no existió diferencia significativa. Los valores fluctuaron de 4.75 mm a 5.30 mm. El valor más alto lo obtuvo el testigo con 5.30 mm y el valor más bajo fue para el 2 (15% más potasio que el testigo) con 4.75 mm, y un coeficiente de variación de 3.38%.

Bravo (2005), evaluando el efecto de la fertilización inorgánica en dos sustratos en tomate, reportó valores no significativos, donde obtiene una media de 7.6 mm. Esquivel (2006), quien evaluó con 4 tratamientos inorgánicos variando la relación de NPK, en tomate hidropónico, reportó de igual forma valores que no muestran significancia, donde obtuvo una media de 6.77 mm, los resultados obtenidos en este experimento no concuerdan con los citados por Bravo y Esquivel.

**Cuadro 4.14** Espesor de pulpa del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Espesor de pulpa (mm)</b>
1.-Testigo	5.30
2.-15% más potasio que el testigo	4.75
3.-30% más potasio que el testigo	5.16
4.-45% más potasio que el testigo	4.88
5.-60% más potasio que el testigo	4.93
<b>CV%</b>	<b>3.38</b>

#### 4.5.5 Diámetro polar

No existió significancia estadística. Los valores encontrados oscilaron de 4.65 a 4.97 cm y un coeficiente de variación de 2.0% respectivamente.

Armenta (2004), cita un valor de 5.65 cm en tomate Cv Max, donde se determina que los valores obtenidos en el presente estudio no coinciden por el reportado por Armenta.

**Cuadro 4.15** Diámetro polar del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Diámetro polar(cm)</b>
1.-Testigo	4.91
2.-15% más potasio que el testigo	4.65
3.-30% más potasio que el testigo	4.97
4.-45% más potasio que el testigo	4.69
5.-60% más potasio que el testigo	4.94
<b>CV%</b>	<b>2.00</b>

#### 4.5.6 Diámetro ecuatorial

No se presenta significancia estadística. Teniendo el coeficiente de variación de 2.98%. Los datos oscilaron entre 6.10 a 6.78 cm.

Esquivel (2006), realizando un estudio para conocer el rendimiento y calidad del tomate hidropónico en invernadero evaluando la relación de NPK; reportó una media de 7.4 cm. Los resultados obtenidos en este experimento no concuerdan con dicho autor.

**Cuadro 4.16** Diámetro ecuatorial del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial(cm)
1.-Testigo	6.35
2.-15% más potasio que el testigo	6.10
3.-30% más potasio que el testigo	6.63
4.-45% más potasio que el testigo	6.64
5.-60% más potasio que el testigo	6.78
<b>CV%</b>	<b>2.98</b>

#### 4.6 Rendimiento desecho

##### 4.6.1 Número de desechos

No se presenta significancia entre los tratamientos. La respuesta fue de 10.85 a 16.57 frutos por maceta con coeficiente de variación de 44.83%. Donde el valor más bajo de frutos por planta lo obtuvo el testigo con 11.28 frutos por planta. Mientras tanto, el que obtuvo mas desecho fue el 30% más potasio que el testigo con 16.57 frutos por planta.

**Cuadro 4.17** Producción de desecho en número de frutos por planta del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de desechos/planta</b>
1.-Testigo	11.28
2.-15% más potasio que el testigo	11.57
3.-30% más potasio que el testigo	16.57
4.-45% más potasio que el testigo	10.85
5.-60% más potasio que el testigo	12.00
<b>CV%</b>	<b>44.83</b>

#### 4.6.2 Peso de desechos

En relación al peso de frutos por maceta de desecho, no se encontró diferencias significativas. Los valores fluctuaron de 0.69 a 1.10 kg.planta<sup>-1</sup>, con coeficiente de variación de 41.47%. Donde el valor más bajo fue para el testigo con 0.69 kg.planta<sup>-1</sup> respectivamente. En tanto el tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo) fue el que presentó el valor mas alto con 1.10 kg.planta<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.18** Producción de desecho en peso de frutos por planta, del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Peso de desechos/planta (kg)
1.-Testigo	0.69
2.-15% más potasio que el testigo	0.82
3.-30% más potasio que el testigo	1.10
4.-45% más potasio que el testigo	0.77
5.-60% más potasio que el testigo	0.87
<b>CV%</b>	<b>41.47</b>

#### 4.6.3 Producción de desecho en t.ha<sup>-1</sup>

Los valores encontrados comprendieron de 31.05 a 49.50 t.ha<sup>-1</sup>, con coeficiente de variación de 41.75% respectivamente.

El valor más bajo lo obtuvo el testigo, con 31.05 t.ha<sup>-1</sup>, mientras tanto el tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo) fue el valor más alto con 49.50 t.ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.19** Producción de desecho en rendimiento de t.ha<sup>-1</sup> del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	t.ha <sup>-1</sup>
1.-Testigo	31.05
2.-15% más potasio que el testigo	36.90
3.-30% más potasio que el testigo	49.50
4.-45% más potasio que el testigo	34.65
5.-60% más potasio que el testigo	39.15
<b>CV%</b>	<b>41.75</b>

#### **4.6.4 Tipo de desecho**

Con relación al tipo de desecho no se encontró tendencia alguna en la respuesta, con referencia a los tratamientos en estudio.

**Cuadro 4.20** Número y porcentaje de frutos dañados en la producción total de desecho, del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo condiciones de invernadero durante el periodo Primavera-Verano 2008, en la Comarca Lagunera. UAAAN-URL. 2008.

Tratamientos	Tipo de daño								Total
	Insectos		Fisiológicos		Rajado por agua		Pudrición apical		
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
1.-Testigo	0	0	3	2.65	18	15.92	92	81.41	113
2.-15% más potasio que el testigo	2	1.60	2	1.60	22	17.60	99	79.20	125
3.-30% más potasio que el testigo	6	3.70	3	1.86	17	10.55	135	83.85	161
4.-45% más potasio que el testigo	0	0	2	1.66	17	14.16	101	84.16	120
5.-60% más potasio que el testigo	5	3.50	5	3.52	36	25.35	96	67.60	142

## V.- CONCLUSIONES

Para los valores de crecimiento posterior al trasplante no existió ningún efecto del potasio, en relación a los niveles de potasio aplicados. Excepto para altura de planta sin ser significativo.

Para rendimiento comercial se determina, que aún no existiendo diferencias importantes entre los tratamientos, el rendimiento más alto lo obtuvo el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo), con  $112.95 \text{ t.ha}^{-1}$ . Donde éste sobresale al testigo donde produjo  $96.30 \text{ t.ha}^{-1}$ , además de que estos valores son más altos al rendimiento promedio comercial de la región que es de  $18 \text{ t.ha}^{-1}$ .

Como conclusión general, se cumplió con el objetivo de evaluar la respuesta en cantidad y calidad de jitomate bola bajo diferentes niveles de fertilización potásica en invernadero. A pesar de que no existieron diferencias importantes, el aumentar el potasio mejora la calidad del fruto, así como el rendimiento, tal es el caso del tratamiento 3 (30% más potasio que el testigo), que sobresale en tres variables de calidad presentando valores de  $142.78 \text{ g.fruto}^{-1}$ , 5.91 grados brix y 4.97 mm para diámetro polar y para rendimiento el tratamiento 4 (45% más potasio que el testigo), donde sobresale y se obtuvo un rendimiento mayor en relación al de la región. Como sugerencia en trabajos posteriores se deberá tener atención, con las medidas disponibles que eviten la manifestación de pudrición apical.

## VI.- LITERATURA CITADA

- Aguilar, C.P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila. México. pp. 31 y 33.
- Alcorta, G.E., S. Muñoz L y H. Rodríguez F. 2006. El tomate rojo "sistema hidropónico". Editorial: trillas. S, A de C.V. México df.pp. 44-45,51-52 y 67.
- Alpini, A. y F. Togoni. 1991. Cultivo en invernadero. Editorial: Mundi-prensa. 3ª Edición. Madrid, España. pp. 76-78.
- Álvaro, A.M. 2004. Evaluación de fósforo en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis de licenciatura, para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila, México. pp. 42.
- Anaya, R. S. 1999.hortalizas plagas y enfermedades. Editorial: trillas. México df.pp.129.
- Armenta, S H.R. 2004. El potasio y su efecto en producción y calidad en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis de licenciatura para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila, México. pp. 52 y 56.
- Artes C.F., J.C Tello., J. García G., M.D Rodríguez. R y A. Namesny V. 2004. Tomates; Producción y Comercio. Editorial: de horticultura, S.L. Reus. Barcelona, España. pp. 11, 23, 30, 35, 40, 52, 67,70-74.
- Avalos, M.J y L. Jiménez B. 2009. Manejo del cultivo de tomate en invernaderos. [En línea].<http://www.agronet.com.mx/cgi/cultives.cgi>. [Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009].
- Ávila, D.JA., R. Figueroa V., J.D López M., I. Orona C., E. Salazar S., C. Vázquez V y R. Zúñiga Tarango. 2007. Producción orgánica de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones rusticas. *In: Memorias en artículos en extenso del XXXIV Congreso nacional de la ciencia del suelo.* 2009. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México. pp. 500.

- Balan, C.F.A. 2008. "Uso de biofertilizante liquido en la producción de plántula de jitomate (*Lycopersicon esculentum*)". Tesis para obtener el título de especialidad en ingeniería de invernaderos. Universidad autónoma de Querétaro "faculta de ingeniería". Querétaro, Qro. pp. 2,8 y 9. [En línea]. <http://www.biblioteca.coqcyt.gob.mx/bvic/captura/> [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2009].
- Berenguer, J.J 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. *In:* Curso internacional de producciones de hortalizas en invernadero. Editores; Castellanos J.Z, Muñoz, R J.J .Guanajuato, México. pp.147.
- Borrego, F., M. Mendoza y J. Santiago.1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *In:* revista Agronomía mesoamericana. Panamá (9) 1. pp. 60.
- Bravo, S.O. 2005. Efecto de la fertilización inorgánica en dos sustratos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero. Tesis de licenciatura para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN UL). Torreón, Coahuila. México. pp. 70-71.
- Bueno, J.J.E., F. Gallardo L., R. Mosqueda V., M. Ojeda R y V. Volke H. 2005. Crecimiento de jitomate y calidad de frutos con diferentes concentraciones de nitrato. *In:* revista Terra latinoamericana. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo A.C. Chapingo, México. 23 (3). pp. 410.
- Bugarin, M.R., A. Galvis S., D. García P y P. Sánchez G. 2002. Demanda de potasio del tomate tipo saladette. [En línea].<http://www.chapingo.mx/terra/contenido>. [Fecha de consulta: 31 de agosto de 2009].
- Cadahia, L.C. 2005. Fertirrigación, cultivos hortícolas frutales y ornamentales. Editorial: Mundi-Prensa. 3ª edición. Madrid, España. pp. 77 y 105.
- Cano, R.P., L. Gómez F., V. Martínez C., A. Moreno R., J.L Puente M., J.L. Reyes C y N. Rodríguez D. 2008.Genotipos de tomate en mezclas de Vermicompost: arena en invernadero. *In:* revista Terra latinoamericana. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo A.C. Chapingo, México. 26 (2). pp. 106-107.
- Cano, R.P., U. Figueroa V., E. Ochoa M y P. Preciado R. 2006. Soluciones nutritivas organicas e inorgánicas para producir melón y tomate en invernadero. *In:* Cuarto simposium internacional de producción de cultivos en invernaderos. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Editorial; Olivares Sáenz. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 2 y 3.

- Cano, R.P., Y.I. Chew. M, F., Jiménez. D., U. Nava. C y N. Rodríguez D. 2002. Producción de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en época de escasez. *In: memoria de la XIV semana internacional de agronomía.* (1, 2002; Universidad Juárez del estado de Durango "Facultad de agricultura y zootecnia, Venecia Durango, México.). pp. 220.
- Cárdenas, S.E., M.N. Rodríguez M., P. Sánchez G., M. Sandoval V y O.G Villegas T. 2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferente concentración de calcio y potencial osmótico. *In: revista Terra latinoamericana.* 23 (1). Enero-marzo. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo A.C. Chapingo, México. pp. 51.
- Carrasco, G.R., M. Lujan F., J. Olivas. G y E. Sánchez. C. 2009. Fertilización foliar con calcio, rendimiento y calidad de tomate fertirriego. *In: Memoria de resúmenes: XXXIV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.* (1, 2009; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México). Memorias Abasolo. pp.157 y 374.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico "tecnología y manejo". Editorial: Mundi-Prensa. Madrid, España. pp.78 y 158.
- Castilla, P.N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo "el cultivo del tomate". Editorial: Mundi-prensa. México. pp. 191.
- Chamorro J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta en el cultivo del tomate. Editorial: Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 43.
- CNA, 2005. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila, México.
- El siglo de torreón. 2009. "Resumen 2008". Suplemento especial Comarca Lagunera, sector agropecuario. Publicación especial. pp.25. El siglo de torreón, periódico regional. Torreón, Coahuila, México.
- Espinoza, Z.C. 2004. Producción de tomate en invernadero. [En línea]. <http://www.uaaan.mx/académico/Horticultura/producción/tomate/invernadero/pdf>. [Fecha de consulta: 1 de septiembre de 2009].
- Esquivel, R.M.C. 2006. Efecto de N, P, K en el rendimiento y calidad del tomate hidropónico en invernadero. Tesis de maestría para obtener el título de maestro en ciencias en producción agrícola. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila. México. Pp. 6 y 31.
- Etchevers B.J.D.2004. Manual de fertilizantes para cultivo de alto rendimiento. Editorial: Limusa s.a de c.v. México. df. pp. 94-96

- Fonseca, A.E. 2006. Producción de tomates en invernadero. *In*: Cuarto simposium internacional de producción de cultivos en invernaderos. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Editorial; Olivares Sáenz. Monterrey, Nuevo León, México. pp. 5.
- García, T.F.D. 1993. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Editorial: Mundi-prensa. 9ª edición. Madrid, España. pp. 205.
- Garza, U.E y A. Rivas, M. 2003. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en la zona de media de San Luis Potosí. INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones, Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE), Campo Experimental Ebano. *In*: folleto técnico para productores Núm. 5. San Luis potosí, México. pp. 12-14 y 19-22.
- Guller S. and Guzel. (1999) Effect of varying level of nitrogen solution and potassium concentration in the nutrient solution on the yield and leaf composition to drip fertigated tomatoes. *Acta of horticulturae*. No. 506; pp.81-85.
- Gutiérrez, V.A.M., B. López M., V. Robledo T. y D.M Fuentes S. 2009. Producción de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *In*: Memoria de resúmenes del XIII congreso nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas A.C. (1, 2009; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México). Saltillo, Coahuila, México. pp. 41.
- Hernández G., L. Lesur., O. Ortega.2006.Manual del cultivo del tomate “una guía paso a paso”. Editorial: trillas, s.a de c.v. México, df. pp. 10-12, 15, 16, 45,57.
- Hernández, M.L. 2007. Análisis de crecimiento de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero con fertilización inorgánica contra la fertilización con lixiviado de vermicomposta. Tesis de licenciatura: para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (U.A.A.A.N U.L).Torreón, Coahuila, México.pp.65.
- Lara, H.A.1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. En: revista Terra latinoamericana. Sociedad mexicana de la ciencia del suelo A.C. Chapingo, México. 17 (3).Febrero-Junio. pp. 223-227.
- Linares, O.H. 2004. Manual del participante el cultivo de tomata en invernadero. [En línea] [http://www.sra.gob.mx/internet/informacion\\_general/cultivo/tomate/pdf](http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/cultivo/tomate/pdf). [Fecha de consulta: 30 de agosto de 2009.]

- Magan, C. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin suelo II. Curso superior de especialización. Estación experimental de palmerillas-Caja Rural de Armería, España. pp.173.
- Maroto, B.J.V. 2002. Horticultura “herbácea especial”. Editorial: Mundi-prensa. 5ª edición. Madrid, España. pp. 406, 409, 421,444.
- Martínez, G. M.A. 2002. Producción de jitomate con fertirrigación en la zona media de San Luis Potosí. INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones, Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional del Noreste (CIRNE), Campo Experimental Palma de la Cruz. *In*: Folleto Técnico Núm. 34. San Luis Potosí, México. pp. 3.
- Montes, Z.O. 2006. Relación de fósforo-calcio en producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero e hidroponía. Tesis de licenciatura para obtener el título de ingeniero agrónomo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila, México. pp. 40.
- Moral, V.J. 2006. Guía para la identificación de plagas y enfermedades y su control mediante fitosanitarios “la sanidad de los vegetales cultivados”. Editorial: Indugrafic, artes graficas, S.L. Badajoz. Almería, España. pp. 160-162.
- Motis, J.T., J.M Kemble. D and J.E Brow. 1998. Tomato fruit yield response to nitrogen source and percentage of drip-or band-Applied Nitrogen Associated with Leaf Potassium Concentration. *Journal of Plant Nutrition*.p.1103.
- Nuez, V.F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares “el cultivo de tomate”. Editorial: Mundi-prensa. México, d.f. pp. 626.
- Nuño, M.R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja california. [En línea]. [Http://www.sefoa.gob.mx/sistema/docs/TomateInvernadero.pdf](http://www.sefoa.gob.mx/sistema/docs/TomateInvernadero.pdf). [Fecha de consulta: 17 de septiembre de 2009].
- Olivares, S.E. 1993. Paquete estadístico de diseños experimentales versión 2.4. Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Agronomía (UANL).
- Ramírez, R.S y A. Salazar. P. 2001. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla. INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones, Forestales, Agrícolas y pecuarias. SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), Campo Experimental Zacatepec. *In*: Folleto técnico publicación especial Núm. 28. Zacatepec, Morelos, México. pp. 7 y 16.

- Reho, A.I. 2009. Tomates sabrosos. *In*: revista productores de hortalizas, especial del tomate. México, d.f. 18 (8). Agosto. pp.9.
- Resh, H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. Editorial: Mundi-Prensa. 4ª edición. Madrid, España. pp. 24.
- Rodríguez, del R.A. 2001. Manejo del cultivo extensivo para la industria “el cultivo del tomate”. Editorial: Mundi-prensa. México, D.F. pp. 255.
- Romero, F.E.1999. Producción de hortalizas en invernaderos familiares. CENID-RASPA (Centro Nacional De Investigación Disciplinaria en Relación agua- suelo, planta-atmosfera). *In*: Folleto técnico publicación Número 12. Gómez palacio, Durango, México. pp. 1-6.
- Ruiz, de la R. J.d.D. 2009. “Fertirrigación en Hortalizas”. Base: Fertilizantes Comerciales. Producción Forzada en Hortalizas. Depto. De Horticultura. División de Carreras Agronómicas. UAAAN-URL. Torreón, Coahuila, México. 2007. pp. 4.
- Santos, C.J. 2002. Rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero y fertirrigación. Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero agrónomo en horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL). Torreón, Coahuila, México. pp.50.
- Serrano, C.Z. 2005. Construcción de invernaderos. Editorial: Mundi-prensa. 3ª Edición. Madrid, España. pp. 37, 41-46.
- The Royal Horticultural Society. 1966. R.H.S. Colour chart. London.
- Trevor, V.S y M. Cantwell. 2002. Recomendaciones para mantener la calidad de postcosecha. Department of vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616. Pelayo, C., por clara Pelayo. Depto. de Biotecnología. CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Consejo Nacional De La Ciencia y Tecnología. México, d.f. [En línea]. <http://www.rics.ucdavis.edu/postharvest2/produceFacts/Espanol/tomates.html> [Fecha de consulta 20 de septiembre del 2009].
- Truck, C.B. 2006. Guía del cultivo de tomate en invernaderos. State University Mississippi Service Extension. Department of Agriculture de US. pp. 6-8.
- Turchi A. 1999. Guía practica de horticultura. Editorial: Grupo ceac s.a. 5ª edición. Barcelona, España. pp. 206-207 y 217.
- Valadez, A.L. 1994. Producción de hortalizas. Editorial; Limusa s.a de c.v. México, D.F. pp. 198.

Van, H. J.N.M.1990. Manuales para la educación agropecuaria (tomates).  
Editorial; trillas. 2a edición. México, D.F. pp. 16-17 y 33.

Vázquez, Y.O y P. Calo, N.2004. Tratado de ciencia y tecnología de hortalizas.  
Editorial; Acribia s.a. Zaragoza, España. pp.175.

Zaidan, O. y A. Avidan, 1997. CINDACO. Curso internacional de hortalizas.  
Shefayim, Israel. pp.29.

## VII.- APÉNDICE

**Cuadro 1A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 14 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.095947	0.273987	0.6103	0.675
ERROR	5	2.244873	0.448975		
TOTAL	9	3.340820			

C.V. = 6.40 %

**Cuadro 2A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 21 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	3.306152	0.826538	0.5143	0.731
ERROR	5	8.035034	1.607007		
TOTAL	9	11.341187			

C.V. = 9.07 %

**Cuadro 3A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 28 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	21.113281	5.278320	0.6110	0.674
ERROR	5	43.190918	8.638184		
TOTAL	9	64.304199			

C.V. = 12.70 %

**Cuadro 4A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 35 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	47.984375	11.996094	1.1219	0.440
ERROR	5	53.460938	10.692187		
TOTAL	9	101.445313			

C.V. = 8.76 %

**Cuadro 5A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 42 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	25.041016	6.260254	0.6609	0.646
ERROR	5	47.363281	9.472656		
TOTAL	9	72.404297			

C.V. = 6.39 %

**Cuadro 6A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 49 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	7.148438	1.787109	0.1093	0.972
ERROR	5	81.750000	16.350000		
TOTAL	9	88.898438			

C.V. = 6.41 %

**Cuadro 7A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 56 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	23.148438	5.787109	0.2444	0.900
ERROR	5	118.375000	23.674999		
TOTAL	9	141.523438			

C.V. = 6.03 %

**Cuadro 8A.- Análisis de varianza para altura de planta a los 63 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	149.601563	37.400391	0.6712	0.641
ERROR	5	278.625000	55.724998		
TOTAL	9	428.226563			

C.V. = 7.54 %

**Cuadro 9A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 14 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.306030	0.076508	0.3923	0.808
ERROR	5	0.975021	0.195004		
TOTAL	9	1.281052			

C.V. = 10.59 %

**Cuadro 10A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 21 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.786011	0.446503	2.2897	0.194
ERROR	5	0.975006	0.195001		
TOTAL	9	2.761017			

C.V. = 6.76 %

**Cuadro 11A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 28 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.035238	0.008810	1.3110	0.379
ERROR	5	0.033599	0.006720		
TOTAL	9	0.068837			

C.V. = 8.16 %

**Cuadro 12A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 35 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.103739	0.025935	1.5052	0.327
ERROR	5	0.086149	0.017230		
TOTAL	9	0.189888			

C.V. = 9.88 %

**Cuadro 13A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 42 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.139139	0.034785	3.1113	0.123
ERROR	5	0.055901	0.011180		
TOTAL	9	0.195040			

C.V. = 7.13 %

**Cuadro 14A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 49 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.176153	0.044038	1.1163	0.442
ERROR	5	0.197250	0.039450		
TOTAL	9	0.373404			

C.V. = 12.21 %

**Cuadro 15A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 56 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.135401	0.033850	1.2172	0.408
ERROR	5	0.139051	0.027810		
TOTAL	9	0.274452			

C.V. = 9.67 %

**Cuadro 16A.- Análisis de varianza para grosor de tallo a los 63 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.077896	0.019474	0.5515	0.709
ERROR	5	0.176552	0.035310		
TOTAL	9	0.254448			

C.V. = 10.41 %

**Cuadro 17A.- Análisis de varianza para número de hojas a los 14 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.599976	0.149994	0.5000	0.740
ERROR	5	1.500000	0.300000		
TOTAL	9	2.099976			

C.V. = 6.60 %

**Cuadro 18A.- Análisis de varianza para número de hojas a los 21 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.599976	0.149994	0.5000	0.740
ERROR	5	1.500000	0.300000		
TOTAL	9	2.099976			

C.V. = 5.89 %

**Cuadro 19A.- Análisis de varianza para número de hojas a los 28 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.400024	0.350006	0.5833	0.690
ERROR	5	3.000000	0.600000		
TOTAL	9	4.400024			

C.V. = 7.45 %

**Cuadro 20A.- Análisis de varianza para número de hojas a los 35 ddt**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.400024	0.350006	0.5000	0.740
ERROR	5	3.500000	0.700000		
TOTAL	9	4.900024			

C.V. = 6.49 %

**Cuadro 21A.- Análisis de varianza para peso seco de hojas**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1557.898438	389.474609	2.8262	0.083
ERROR	10	1378.101563	137.810150		
TOTAL	14	2936.000000			

C.V. = 16.66 %

**Cuadro 22A.- Análisis de varianza para peso seco de tallos**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	415.353516	103.838379	0.6904	0.617
ERROR	10	1503.960938	150.396088		
TOTAL	14	1919.314453			

C.V. = 30.18 %

**Cuadro 23A.- Análisis de varianza para producción comercial en número de frutos por planta**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	64.171875	16.042969	1.5540	0.211
ERROR	30	309.713867	10.323795		
TOTAL	34	373.885742			

C.V. = 18.20 %

**Cuadro 24A.- Análisis de varianza para producción comercial peso de frutos por planta**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.586136	0.396534	1.5867	0.203
ERROR	30	7.497452	0.249915		
TOTAL	34	9.083588			

C.V. = 23.47 %

**Cuadro 25A.- Análisis de varianza para producción comercial en t.ha<sup>-1</sup>**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	2374.812500	593.703125	0.7998	0.537
ERROR	30	22269.156250	742.305237		
TOTAL	34	24643.968750			

C.V. = 26.77 %

**Cuadro 26A.- Análisis de varianza para variable de calidad peso de fruto**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1272.453125	318.113281	3.5975	0.097
ERROR	5	442.125000	88.425003		
TOTAL	9	1714.578125			

C.V. = 7.09 %

**Cuadro 27A.- Análisis de varianza para variable de calidad número de lóculos**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1.008484	0.252121	0.7801	0.584
ERROR	5	1.615936	0.323187		
TOTAL	9	2.624420			

C.V. = 10.87 %

**Cuadro 28A.- Análisis de varianza para variable de calidad grados brix**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.217468	0.054367	1.9698	0.237
ERROR	5	0.138000	0.027600		
TOTAL	9	0.355469			

C.V. = 2.90 %

**Cuadro 29A.- Análisis de varianza para variable de calidad espesor de pulpa**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.402267	0.100567	3.5177	0.101
ERROR	5	0.142944	0.028589		
TOTAL	9	0.545212			

C.V. = 3.38 %

**Cuadro 30A.- Análisis de varianza para variable de calidad diámetro polar**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.178726	0.044682	4.7832	0.059
ERROR	5	0.046707	0.009341		
TOTAL	9	0.225433			

C.V. = 2.00 %

**Cuadro 31A.- Análisis de varianza para variable de calidad diámetro ecuatorial**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.589508	0.147377	3.9345	0.083
ERROR	5	0.187286	0.037457		
TOTAL	9	0.776794			

C.V. = 2.98 %

**Cuadro 32A.- Análisis de varianza para producción de desecho en número de frutos por planta**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	152.971191	38.242798	1.2261	0.320
ERROR	30	935.714355	31.190479		
TOTAL	34	1088.685547			

C.V. = 44.83 %

**Cuadro 33A.- Análisis de varianza para producción de desecho en peso de frutos por planta**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	0.674511	0.168628	1.3479	0.275
ERROR	30	3.753201	0.125107		
TOTAL	34	4.427711			

C.V. = 41.47 %

**Cuadro 34A.- Análisis de varianza para producción de desecho en t.ha<sup>-1</sup>**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1383.714844	345.928711	1.2928	0.295
ERROR	30	8027.246094	267.574860		
TOTAL	34	9410.960938			

C.V. = 41.75 %