

13101125

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
Facultad de Ciencias Agronómicas



**"Respuesta del cultivo Hidroponico de Tomate  
(*Lycopersicum esculentum*) a dos condiciones de siembra  
y dos fertilizaciones quimica"**

Por:

**Arriaza Orellana, Gustavo Adolfo  
Hernández Quele, Gabriel Alberto**



UES  
004  
775  
2

SAN SALVADOR,

EL SALVADOR,

SEPTIEMBRE DE 1999.



T. UES  
L304  
A775-  
1999  
Ej. 3

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**Facultad de Ciencias Agronómicas**  
**Departamento de Fitotecnia**

U. E. S. BIBLIOTECA  
FACULTAD DE AGRONOMIA



Inv. entario: 13101125

**"RESPUESTA DEL CULTIVO HIDROPONICO DE TOMATE  
(Lycopersicum esculentum) A DOS CONDICIONES DE SIEMBRA  
Y DOS FERTILIZACIONES QUIMICAS."**

**POR :**

**ARRIAZA ORELLANA , GUSTAVO ADOLFO  
HERNANDEZ QUELE, GABRIEL ALBERTO**

**PARA OPTAR AL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO**



4668

**SAN SALVADOR, EL SALVADOR, SEPTIEMBRE DE 1999.**

Recibido 11-11-99

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**



**RECTOR. Dr. Benjamin López Guillen.**

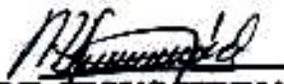
**SECRETARIO. Lic. Ennio Luna.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**DECANO. Ing. Agr. Rodolfo Miranda Gamez**

**SECRETARIO. Ing. Agr. Luis Homero López.**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

  
**ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ**

**ASESOR**  
  
**ING. AGR. RICARDO TIBERIO VILANOVA ARCE**

**JURADO EXAMINADOR**

  
**ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ**

  
**ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA**

  
**ING. AGR. MARIO ALFREDO PEREZ ASCENCIO**

## RESUMEN

La presente investigación, se realizó en la ciudad de Santa tecla, La Libertad; durante los meses de marzo a junio de 1998. Dicha investigación se hizo con el objeto de evaluar la respuesta del cultivo Hidropónico de tomate (Lycopersicum esculentum) a dos condiciones de siembra ( Bajo cubierta y a la intemperie ) y a dos tipos de fertilización ( con soluciones nutritivas y con fertilizante sólido). El manejo proporcionado al cultivo fue similar en ambos tratamientos, esto con el propósito de disminuir el error experimental.

El diseño estadístico empleado para el análisis de los resultados, fue el de parcelas divididas completamente al azar en arreglo factorial 2X2, en este se consideraron las condiciones ambientales como parcelas grandes y los tipos de fertilización como parcelas pequeñas. se tuvieron cuatro tratamientos con cinco repeticiones, cada tratamiento estaba formado por 20 plantas. Las variables que se analizaron fueron : Altura de plantas, diámetro de tallo, número promedio de racimos florales, número promedio de frutos por racimo, número promedio de frutos por planta, diámetro de fruto y peso de fruto.

Los resultados obtenidos del análisis de datos, indicaron que el mejor tratamiento fue el C1 F2 ( siembra bajo cubierta, utilizando fertilizantes sólidos) ; por su parte el tratamiento con menores resultados fue el C2F1 ( siembra a la intemperie usando soluciones nutritivas para la fertilización).

## **AGRADECIMIENTOS.**

Expresamos nuestros sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que en forma incondicional y desinteresada contribuyeron de distintas maneras en la culminación del presente documento.

**Señor Raúl Avila,**

por su apoyo moral y económico en la realización de esta investigación, porque gracias a él se pudo concretar dicho trabajo.

**Ingeniero agrónomo Cesar Marulanda Tabares.**

consultor del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), experto en Hidroponía familiar. Por sus recomendaciones prácticas y apoyo desinteresado.

**Ingeniero Agrónomo Ricardo Tiberio Vilanova Arce.**

Asesor de nuestra investigación, por sus aportes técnicos y científicos en el mejoramiento de este trabajo.

**Ingenieros Julia Amalia Nuila de Mejía e Ingeniero Mario Bermúdez.**

por su asesoría en la parte estadística de esta investigación.

**Ingeniero Agrónomo Miguel Figueroa y El Agrónomo Leonardo Orellana.**

Técnicos del Proyecto de Hidroponía simplificada del PNUD-MAG. Por su asesoramiento en el manejo práctico de los cultivos hidropónicos.

**Ingenieros Manuel de Jesús Hernández Juárez, Mario Pérez Ascencio y Balmore Martínez Sierra.**

Jurado calificador, Por sus aportes técnicos y científicos.

**Familia Escobar .**

por su apoyo y atenciones en el transcurso de nuestro trabajo.

A la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y a sus docentes por habernos proporcionado el conocimiento adquirido en el transcurso de nuestra carrera, por todo esto infinitas gracias.

4.2.3 Etapa de floración y fructificación .....	74
4.2.4 Control de plagas .....	75
4.2.5 Control de enfermedades .....	76
4.2.6 Enfermedades bióticas .....	76
4.3 Altura de las plantas para las diferentes fases del cultivo .....	77
4.4 Diámetro promedio de tallo para las diferentes fases del cultivo.....	82
4.5 Número promedio de racimos florales por planta .....	87
4.6 Número promedio de frutos por racimo .....	90
4.7 Número promedio de frutos por planta.....	93
4.8 Diámetro promedio de frutos .....	97
4.9 Peso promedio de frutos .....	100
4.10 Coeficiente de variación .....	103
5. ANALISIS ECONOMICO .....	103
6. CONCLUSIONES .....	108
7. RECOMENDACIONES .....	109
8. BIBLIOGRAFIA .....	110
9. ANEXOS .....	111

## INDICE DE CUADROS

	pag.
CUADRO 1. Propiedades fisico-químicas de la granza de arroz.....	20
CUADRO 2. Composición química de la escoria volcánica roja utilizada como sustrato en cultivos hidropónicos.....	23
CUADRO 3. Composición química del tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ) en 100 gramos normalmente utilizados para alimentación.....	30
CUADRO 4. Acción de los elementos mayores sobre el cultivo de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ) .....	42
CUADRO 5. Acción de los elementos secundarios sobre el cultivo de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ) .....	44
CUADRO 6. Acción de los elementos menores sobre el cultivo de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ) .....	46
CUADRO 7. Preparación del extracto de ajo y cantidad de leche aplicada para el control de plagas en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ) .....	57
CUADRO 8. Composición de la solución nutritiva COLJAP-SALVADOREÑA.....	58
CUADRO 9. Contenido de nutrientes del fertilizante sólido BLAUKORN.....	59

CUADRO 10. Contenido de nutrimentos (%) del fertilizante foliar BAYFOLAN.....	60
CUADRO 11. Programa de fertilización a base de soluciones nutritivas, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. ....	60
CUADRO 12. Programa de fertilización a base de BLAUKORN más BAYFOLAN , en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. ....	61
CUADRO 13. Descripción de los tratamientos a evaluar en el ensayo.....	62
CUADRO 14. Grado de representatividad de la media aritmética, para los distintos coeficientes de variabilidad.....	69
CUADRO 15. Promedios mensuales de los elementos meteorológicos registrados a la intemperie durante los meses de marzo a julio. Ciudad merliot,1998 .....	70
CUADRO 16. Promedios mensuales de los elementos meteorológicos registrados dentro de la cubierta plástica durante los meses de marzo a julio. Ciudad merliot,1998 .....	71
CUADRO 17 . Niveles de elementos reportados por el análisis foliar, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> Var. Hayslip) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas, ciudad merliot,1998. ....	74
CUADRO 18. Análisis de varianza de altura de plantas a los 30,46,64,72 y 111 días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot,1998. ....	78

CUADRO 19. Altura promedio de plantas para las diferentes fases del cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998. ....	79
CUADRO 20. Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) a los 30,46,64,72 y 111 días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.....	84
CUADRO 21. Diámetro promedio de tallo(mm) para las diferentes fases del cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998. ....	85
CUADRO 22. Análisis de varianza para el número promedio de racimos florales a los 65 días después del trasplante, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998. ....	87
CUADRO 23. Número promedio de racimos florales a 65 días después del trasplante, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998: .....	88
CUADRO 24. Análisis de varianza para el número promedio de frutos por racimo, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas Ciudad merliot, 1998. ....	90
CUADRO 25. Número promedio de frutos por racimo, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998. ....	91
CUADRO 26. Análisis de varianza para el numero de frutos por planta, en el cultivo hidropónico del tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> var. Hayslip.), bajo dos condiciones de siembra y dos sistemas de fertilización química, Ciudad Merliot , 1998. ....	93

CUADRO 27. Número promedio de frutos por planta, para cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas Ciudad merliot, 1998.....	94
CUADRO 28. Análisis de varianza para el diámetro promedio de frutos, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas Ciudad merliot, 1998.....	97
CUADRO 29. Diámetro promedio de fruto(cm), en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.....	98
CUADRO 30. Análisis de varianza para el peso(Kg) promedio de fruto, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas Ciudad merliot, 1998.....	100
CUADRO 31. Peso(Kg) promedio de fruto, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.....	101
CUADRO 32. Costos estimados para el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), fertilizado a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN, ciudad merliot, 1998.....	104
CUADRO 33. Costos estimados para el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), fertilizado a base de soluciones nutritivas. Ciudad merliot, 1998.....	105
CUADRO 34. Ingresos y costos por tratamiento en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>lycopersicum esculentum</u> ) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.....	106
CUADRO 35. Costos de construcción de la cubierta plástica.....	107
CUADRO A-1 Principales plagas del cultivo de tomate ( <u>lycopersicum esculentum</u> ) ..	117
CUADRO A-2 Principales enfermedades del cultivo de tomate ( <u>lycopersicum esculentum</u> ) ..	118



## **DEDICATORIA**

### **A Dios Todopoderoso.**

Por iluminar mi camino y conducirme al éxito, Gracias.

### **A Nuestro señor Jesucristo.**

Por ser mi mejor amigo e interceder entre Dios y yo.

### **A mi querido padre.**

José Rogelio Arriaza Escobar

Por ser mi apoyo incondicional y tener fe en mí. Te quiero mucho

### **A mi amada Madre.**

Eva Maura Orellana

Por todo su amor y cariño, por tenerme paciencia y comprenderme en los momentos más difíciles de mi vida. Te amo

### **A mi hermanos.**

José Rogelio, Julia Verónica y Eva Isabel.

Por su apoyo comprensión y cariño.

### **A mis maestros.**

Por orientarme e instruirme.

### **A mi novia.**

Karina Lissete Turcios Cortez. Por su compañía, amor y dedicación. Te amo

### **A mi tío.**

Ballardo Rolando Antonio Arriaza Escobar ( Q.E.P.D )

Me hubiera gustado compartir mi triunfo contigo, querido tío. Te extraño.

### **A mi amigo.**

Gabriel Hernández, por confiar en mi persona y por su paciencia y comprensión.

### **A mis amigos.**

Que me apoyaron en los momentos más difíciles de mi superación.

**GUSTAVO ADOLFO ARRIAZA ORELLANA**

## **DEDICATORIA.**

### **A Dios Nuestro Señor.**

Por su ayuda y bendiciones, porque con su apoyo espiritual he alcanzado esta meta propuesta.

### **A nuestra madre María.**

Por iluminar mi camino y bendecirme siempre

### **A mis padres.**

Francisco Hernández y Cristina de Hernández. Por todo el apoyo y cariño incondicional que me han ofrecido en el transcurso de mi vida, porque por ellos y para ellos es este triunfo alcanzado. Infinitas Gracias.

### **A mi Madrina tere. (Q.E.P.D)**

Por ser la persona que me enseñó el camino de Dios y porque se que con sus bendiciones nunca me faltará la fortaleza necesaria para seguir adelante.

### **A mis Hermanos.**

Francisco y Teresa. Porque son un ejemplo digno de seguir, gracias por los consejos que me brindaron durante toda mi carrera educativa

### **A mi cuñada Guadalupe.**

Por haber contribuido desinteresadamente en la realización de este trabajo; infinitas gracias

### **A mis sobrinos.**

Gerardo , Rodrigo y Edgardo. Con todo mi cariño

### **A todos mis compañeros y amigos de la Universidad.**

De manera especial a Haydee, Gustavo, Sergio, Max, Raúl y Wilfredo Por los buenos momentos compartidos durante nuestra vida universitaria.

### **A mis Familiares y amigos.**

**GABRIEL ALBERTO HERNANDEZ QUELE.**

# INDICE

RESUMEN.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
INDICE DE CUADROS .....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	v
1. INTRODUCCION.....	15.
2. REVISION DE LITERATURA.....	16
2.1. Concepto de Hidroponía.....	16
2.2. Hidroponía popular.....	16
2.2.1. Ventajas de la hidroponía popular.....	17
2.2.1.1 Ventajas de tipo socioeconómico.....	17
2.2.1.2 Ventajas de tipo agronómicas.....	17
2.3. Substratos utilizados en los cultivos.....	18
2.3.1. Características de los substratos sólidos.....	18
2.3.2. Tipos de substratos utilizados en hidroponía.....	19

2.3.2.1. Substratos de origen orgánico.....	19
a) Granza de arroz.....	19
b) Aserrín de madera.....	20
c) Cenizas.....	21
d) Turba.....	21
2.3.2.2. Substrato de origen mineral.....	21
a) Arena.....	21
b) Escoria volcánica.....	22
c) Cascajo de piedra pómez.....	23
2.4. Cultivos hidropónicos bajo cubierta.....	24
2.4.1 Generalidades.....	24
2.4.2 Ventajas de los sistemas de cultivo bajo cubierta.....	24
2.5. Factores ambientales que influyen en el cultivo de tomate.....	25
2.5.1 Temperatura.....	25
2.5.2 Radiación solar.....	26
2.5.3 Humedad.....	28
2.5.4 Dióxido de carbono.....	28
2.5.5 Viento.....	28
2.6. Generalidades del cultivo de tomate.....	29
2.6.1 Origen y distribución.....	29
2.6.2 Importancia nutritiva y económica.....	29
2.6.3 Tipos y variedades de tomate.....	30

2.6.3.1	Variedades para consumo fresco.....	30
2.6.3.2	Variedades para la industria.....	32
2.6.4	Descripción Botánica.....	32
2.6.5	Fenología del cultivo.....	33
2.6.6	Labores culturales.....	33
2.6.6.1	Siembra.....	33
2.6.6.2	Transplante.....	33
2.6.6.3	Tutoreo.....	34
2.6.6.4	Aporco.....	34
2.6.6.5	Escardado.....	34
2.6.6.6	Poda.....	34
2.6.6.7	Riego.....	35
2.6.6.8	Cosecha.....	36
2.6.6.9	Manejo de plagas y Enfermedades.....	36
a)	Trampas amarillas.....	37
b)	Barreras de sorgo.....	37
c)	Cubiertas plásticas.....	38
d)	Insecticidas naturales.....	38
2.7	Nutrición en Hidroponía.....	39
2.7.1	Requerimientos del cultivo.....	39
2.7.1.1	Elementos mayores.....	39
2.7.1.2	Elementos secundarios.....	42
2.7.1.3	Elementos menores.....	44
2.7.2	Enfermedades abioticas.....	47

2.7.2.1 Pudrición del extremo apical producida por deficiencia de calcio.....	47
2.7.2.2 Agrietamiento y deformación del fruto.....	48
2.7.3 Fertilización en hidroponía.....	48
2.7.3.1 Fertilizantes sólidos.....	49
2.7.3.2 Soluciones nutritivas.....	49
2.7.3.3 Fertilización foliar.....	50
3. MATERIALES Y METODOS .....	51
3.1 Localización del experimento .....	51
3.2 Características climáticas del lugar.....	51
3.3 Establecimiento del ensayo.....	51
3.3.1 Selección y preparación del sustrato.....	53
3.3.2 Lavado de materiales.....	53
3.3.3 Mezcla de los componentes.....	53
3.3.4 Desinfección del sustrato .....	54
3.3.5 Preparación de las bolsas para efectuar la siembra.....	54
3.4 Establecimiento y manejo del cultivo.....	54
3.4.1 Preparación de semilleros.....	54
3.4.2 Emergencia.....	55
3.4.3 Transplante del tomate.....	55
3.4.4 Escardado .....	55
3.4.5 Tutorado .....	55

3.4.6 Podas .....	55
3.4.7 Riego.....	56
3.4.8 Control de plagas y enfermedades.....	56
3.4.9 Fertilización .....	57
3.4.10 Cosecha .....	61
3.5 Tratamientos .....	62
3.6 Metodología estadística .....	63
3.6.1 Diseño experimental y estadístico .....	63
3.6.2 Variables analizadas .....	67
3.6.2.1 Altura de la planta .....	67
3.6.2.2 Diámetro del tallo .....	67
3.6.2.3 Número promedio de racimos florales .....	67
3.6.2.4 Número promedio de frutos por racimo.....	67
3.6.2.5 Número promedio de frutos por planta.....	67
3.6.2.6 Diámetro promedio de frutos .....	68
3.6.2.7 Peso(Kg.) promedio de frutos .....	68
3.6.2.8 Incidencia de plagas y enfermedades.....	69
3.6.3 Análisis económico .....	69
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	70
4.1 Características climáticas del lugar donde se realizó el ensayo.....	70
4.2 Aspectos generales del cultivo de tomate.....	72
4.2.1 Etapa de semillero y transplante .....	72
4.2.2 Etapa vegetativa .....	72

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Esquema de la cubierta plástica utilizada en el ensayo. Ciudad merliot, 1998.....	52
FIGURA 2. Plano de distribución de los tratamientos y repeticiones en la evaluación de el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), fertilizado a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN, ciudad merliot, 1998.....	65
FIGURA 3. Plano de la unidad experimental utilizada en la evaluación del cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ), fertilizado a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN, ciudad merliot, 1998.....	66
FIGURA 4. Altura de las plantas para las diferentes fases, en el cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ). Ciudad merliot, 1998.....	79
FIGURA 5. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para la variable altura de plantas, a los 30,46,64,72 y 111 DDS. en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot, 1998 .....	80
FIGURA 6. Diámetro de tallo promedio(mm) para las diferentes fases del cultivo hidropónico de tomate ( <u>Lycopersicum esculentum</u> ). Ciudad merliot, 1998... 85	85
FIGURA 7. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para la variable diámetro de tallo, a los 30,49,72 y 111 DDS. en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot, 1998.....	86
FIGURA 8. Número promedio de racimos florales por planta, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot, 1998.....	89
FIGURA 9. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el número promedio de racimos florales, en el cultivo hidropónico de tomate ciudad merliot, 1998. ....	89
FIGURA 10. Número promedio de frutos por racimo, en el cultivo hidropónico de tomate, ciudad merliot, 1998.....	92
FIGURA 11. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el número promedio de frutos por racimo, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot, 1998.....	92

FIGURA 12. Número promedio de frutos por planta, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.....	96
FIGURA 13. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el número promedio de frutos por planta, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.....	96
FIGURA 14. Diámetro de fruto promedio(cm), en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.....	99
FIGURA 15. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el diámetro de fruto (cm), en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.....	99
FIGURA 16. Peso promedio de fruto (Kg) , para el cultivo hidropónico de tomate.Ciudad merliot,1998.....	102
FIGURA 17. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el peso de fruto (Kg), en el cultivo hidropónico de tomate.Ciudad merliot,1998....	102
FIGURA A-1 Consumo de agua en litros / planta / día.....	119
FIGURA A-2 Consumo de elementos mayores.....	119
FIGURA A-3 Consumo de elementos secundarios.....	120
FIGURA A-4 Consumo de elementos menores.....	120
FIGURA A- 5 Cubierta plástica utilizada para el cultivo hidropónico de tomate.....	121
FIGURA A-6 Barrera de sorgo y trampas amarillas utilizadas en el cultivo hidropónico de tomate.....	122

## 1. INTRODUCCION

El constante aumento de la población, así como la enorme degradación de los suelos, son factores que conllevan a que la agricultura tradicional disminuya en lugares con vocación agrícola; aparte de esto la emigración de personas del sector rural hacia las zonas urbanas y sub urbanas de la capital, ha provocado el aumento de zonas marginales y como consecuencia el aumento del desempleo.

La hidroponía popular, también llamada cultivos sin tierra, ofrece una alternativa viable en la producción de hortalizas, ya que entre sus ventajas principales se menciona la independencia del suelo para producir, se obtienen productos libres de contaminantes de pesticidas, se producen altos rendimientos en un mínimo espacio, se reducen los daños por plagas y enfermedades, aumentando la calidad de los frutos, y además se puede tener un control adecuado de los nutrientes absorbidos por las plantas.

El tomate es una de las hortalizas que presenta ciertas ventajas para ser implementado bajo la técnica de hidroponía, ya que las labores de campo realizadas en un cultivo sembrado en forma tradicional, pueden también desarrollarse a nivel de hidroponía, con la ventaja de que estas se simplifican. A parte de esto, un cultivo hidropónico de tomate puede ser implementado tanto bajo una cubierta plástica como a la intemperie.

El presente trabajo se realizó con el fin de evaluar la respuesta del cultivo hidropónico de tomate a dos condiciones de siembra: bajo una cubierta plástica y a la intemperie y a dos tipos de fertilización química una a base de soluciones nutritivas y otra a base del fertilizante sólido Blaukorn más el foliar Bayfolan. Dicho trabajo permitirá determinar la mejor opción en cuanto a condición de siembra y tipo de fertilización que mejor se adapte a las condiciones de los agricultores

## **2 REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 CONCEPTO DE HIDROPONIA.**

Los cultivos hidropónicos se refieren a una técnica que muchos investigadores ha tratado de definirla como cultivos sin tierra. Alpi (1966), menciona que los cultivos hidropónicos son un tipo especial de cultivos en el que las plantas vegetan, no en un terreno normal, sino en un medio artificial que puede ser una simple solución nutritiva, o bien en un sustrato inerte de arena, escoria volcánica, cascajo de piedra pómez, etc. que sirve de sostén a la planta en el cual se haya introducida una solución nutritiva.

Resh.(1997), describe a los cultivos hidropónicos como la cultura de las plantas sin suelo y además menciona que se puede utilizar como sustrato, una mezcla denominada turba.

### **2.2 HIDROPONIA POPULAR.**

La hidroponía popular es una forma sencilla , limpia y económica de producir plantas de rápido crecimiento, de elevados rendimientos y por lo general, ricos en elementos nutritivos que no forman parte de los productos que conforman la dieta diaria de las personas de escasos recursos económicos. La mayoría de personas vinculadas a la hidroponía popular son mujeres, aunque también los hombres, especialmente los de avanzada edad o con limitaciones físicas que ya no son contratados por el mercado laboral , son capaces de producir alimentos e ingresos ( Marulanda,1995).

La hidroponía popular es una actividad que consolida la integración familiar, pues su simplificación permite la participación de toda la familia sin importar su nivel académico ( Peniningsfeld, 1975 ).

En síntesis la hidroponía popular es una alternativa válida no como una herramienta para generar riquezas, sino como un instrumento útil para no sumergirse más en la pobreza.

## **2.2.1 VENTAJAS DE LA HIDROPONIA POPULAR.**

Muchas son las ventajas que se pueden presentar en el desarrollo de la hidroponía popular. Entre estas se mencionan de tipo socioeconómico y de tipo agronómico:

### **2.2.1.1 Ventajas de tipo socioeconómico.**

a) Permite producir hortalizas de calidad en pequeños espacios de las viviendas semi urbanas y urbanas, con un mínimo consumo de agua y un poco de esfuerzo físico .

b) Se aprovecha productivamente parte del tiempo libre del que disponen algunos miembros de la familia.

c) Se pueden generar ingresos extras que beneficien la economía familiar.

d) Se pueden crear nuevas fuentes de trabajo en lugares donde el empleo permanente es muy difícil ( Aranda,1998).

### **2.2.1.2 Ventajas de tipo agronómico.**

a) En los cultivos hidropónicos se pueden obviar actividades como el deshierbo y el abonado convencional.

b) Se pueden alternar o asociar cultivos sin que se presenten fenómenos de cansancio ni fitosanitarios, ya que cuando acaba un ciclo vegetativo se desarraiga por completo el cultivo viejo, se desinfecta el sustrato y se suministra una solución nutritiva para las nuevas plantas.

c) La siembra puede hacerse en forma directa o por transplante.

d) La densidad de siembra en los cultivos hidropónicos tiende a ser mayor en comparación a los cultivos tradicionales, para el caso en un cultivo de tomate sembrado tradicionalmente se colocan de 1 a 6 plantas/ m<sup>2</sup>, mientras que en hidroponía se colocan de 10 a 12 plantas / m<sup>2</sup>.

e) Las prácticas culturales en los cultivos hidropónicos son muy pocas, entre estas se mencionan: raleo, podas, tutoro, fertilizaciones, vibración para la polinización y recolección de frutos. ( Alpi,1991 )

### **2.3 SUSTRATOS UTILIZADOS EN LOS CULTIVOS HIDROPONICOS.**

Los sustratos son materiales sobre los cuales se desarrollan las raíces de las plantas y pueden ser sólidos o líquidos ( Marulanda,1995 ). Se menciona que este puede ser un material inerte que reemplaza al suelo y que le ofrece a la planta sostén radicular, aireación humedad y oscuridad (Penningsfeld,1975).

#### **2.3.1 CARACTERISTICAS DE LOS SUSTRATOS SOLIDOS.**

a) Que las partículas que los componen tengan un tamaño no inferior a 2 mm ni superior a 7 mm.

b) Con buena retención de humedad, pero que además faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o la lluvia .

c) Que no retengan mucha humedad en la superficie .

d) Preferiblemente que tengan coloraciones oscuras .

e) Debe ser inerte química y biológicamente .

f) Abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar.

g) De bajo costo, ya que este factor determina el sustrato que se utilizará.

### 2.3.2. TIPOS DE SUSTRATOS SEGUN SU ORIGEN.

Según Resh, citado por Arceaga et.al.( 1996 ), los sustratos se clasifican de acuerdo a su origen, propiedades físicas y capacidad de intercambio iónico; de acuerdo a su origen se clasifican en dos tipos : orgánicos e inorgánicos .

#### 2.3.2.1 Substratos de origen orgánico .

Entre los sustratos de origen orgánico se pueden mencionar : granza de arroz., aserrín de madera, ceniza, turba, entre otros.

##### a) Granza de arroz.

Investigaciones realizadas, han reportado que la granza de arroz es un elemento biológico de baja tasa de descomposición, dado su alto contenido de silicio(10% a 12%). En el cuadro. 1 se detallan las propiedades fisico-químicas de la granza de arroz. Además es un sustrato liviano, y permite una buena aireación al cultivo.

Fossati, citado por Carrillo et. al (1994) menciona que este sustrato permite una mayor acumulación del espacio vertical y horizontal, se puede utilizar sola o mezclándola con ceniza de la misma granza en una proporción de 2 : 1 de granza y ceniza respectivamente. En algunos casos no ofrece estabilidad a los cultivos, pero esto se puede solucionar mezclándola con otros materiales como la escoria volcánica o el cascajo de pómez. Se menciona como desventaja de este material que puede tener problemas con los residuos de cosecha como granos enteros que pueden germinar y dañar a los cultivos establecidos.

Marulanda(1995), recomienda que para hacer buen uso de la granza de arroz, es necesario lavarla y dejarla fermentando bien humedecida antes de sembrar o transplantar durante 10 o 20 días, según el clima de la región. Con el tiempo de uso, la granza de arroz sufre una

degradación física que es favorable al desarrollo de la técnica hidropónica, ya que aumenta la retención de agua y la capilaridad.

CUADRO 1. Propiedades fisico-químicas de la granza de arroz .

CARACTERISTICAS	VALOR	UNIDADES
Densidad a granel	0.12 - 0.13	g. /ml.
capacidad de intercambio catiónico	2 - 3	meq. / 100 ml
Retención de humedad.	0.10 - 0.12	l/l
Análisis químico :		
Nitrógeno	0.50 - 0.60	%
Fósforo	0.08 - 0.10	%
Potasio	0.20 - 0.40	%
Calcio	0.10 - 0.15	%
Magnesio	0.10 - 0.12	%
Azufre	0.12 - 0.14	%
Hierro	200 - 400	ppm.
Manganeso	200 - 800	ppm.
Cobre	3 - 5	ppm.
Zinc	15 - 30	ppm.
Boro	4 - 10	ppm.
Cenizas	12 - 13	%
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	10 - 12	%

FUENTE : COLJAP Industrias Agroquímicas. citado por Carrillo *et. al* , 1994 .

#### b) Aserrín de madera.

Debe ser limitado su uso, ya que puede tener componentes tóxicos tal es el caso de las maderas rojas como el pino. a parte de esto el aserrín tiene un mal drenaje y puede causar problemas de encharcamiento al principio.

Se recomienda que el aserrín debe ser apenas una pequeña parte ( 15% a 20% ) del substrato, pues cantidades muy grandes pueden ser perjudiciales para el desarrollo de algunas plantas ( Marulanda,1995 ).

### c) Cenizas.

Según COLJAP, citado por Campos *et al.* (1992), se pueden utilizar las cenizas de carbón de leña o bien las obtenidas de la incineración de la granza de arroz. Para su utilización es necesario remojarlas en agua por un periodo de 24 horas y luego lavarlas bien antes de utilizarlas como sustrato hidropónico, a esto se le conoce como lixiviación

### d) Turba.

Penningsfeld (1975), describe a la turba como la forma disgregada de la vegetación de un pantano que a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno, solo se ha descompuesto de forma incompleta; al cabo de largos periodos se forman estratos más o menos densos de materia orgánica. En los cultivos hidropónicos no debería usarse solamente turba como sostén por ser poco uniforme, ya que esto podría dar lugar al poco desarrollo de las plantas.

## 2.3.2.2 Substratos de origen mineral .

Entre los sustratos de origen mineral los más empleados son: arena, escoria volcánica roja, piedra pómez y grava.

### a) Arena.

Es necesario utilizar arenas libres de contaminantes, de preferencia provenientes de ríos y que contengan una mínima cantidad de arcilla. Se recomienda que no debe contener partículas superiores a 2mm de diámetro ni inferiores a 0.6mm. para que drenen con facilidad ( Penningsfeld, 1975 ).

## b) Escoria volcánica.

Aguilar *et al* citado por Carrillo (1994), describe a la escoria volcánica como un tipo de roca de origen volcánico; perteneciente al sub-tipo de rocas ígneas o eruptivas de color oscuro y proveniente del magma interior semifluido que se formó sobre las rocas que lo cubrían abriéndose paso por lugares de poca resistencia.

Aguilar *et al*.(1992), mencionan en su investigación que la escoria volcánica es un excelente sustrato para el cultivo de la remolacha ( *Beta vulgaris* L. ), superando el desarrollo de la remolacha en granza de arroz como sustrato; además comprobaron que las características físicas de la escoria volcánica roja, en cuanto a la disposición de sus partículas, granulometría, peso y densidad del sustrato beneficiaron el desarrollo del cultivo más que la granza de arroz.

Carrillo, *et al* (1994) reportan en su investigación que la escoria volcánica es un sustrato adecuado para cultivos como la zanahoria, pues permite obtener mayores longitudes y diámetro de raíces, pero tiene que ser fino y uniforme para disminuir las deformaciones en la raíz; sin embargo cuando es muy fina produce encharcamiento y cuando es gruesa puede presentar problemas a los cultivos de bulbos o raíces. Además puede presentar problemas por ser fijadoras de fósforo y boro; pero en general es un sustrato con muy buena retención y distribución de humedad.

Marulanda (1995), menciona que esta presenta buenas características, pero pueden ser mejoradas con la adición de cáscarilla de arroz, en una mezcla de 60% de cáscarilla de arroz y un 40% de escoria volcánica .

Penningsfeld(1975), menciona en su investigación que este sustrato presenta variaciones en las cantidades de elementos, encontrándose en mayor proporción el calcio y el fósforo, aunque estos no cumplen con las necesidades del cultivo por su baja disponibilidad. En el cuadro 2 se presenta la composición química de la escoria volcánica roja.

CUADRO 2. Composición química de la escoria volcánica roja utilizada como sustrato en cultivos hidropónicos.

CARACTERISTICA	VALOR	UNIDADES
Nitrógeno nítrico	35.00	ppm
Fósforo	105.45	ppm
Sodio	60.00	ppm
Potasio	38.75	ppm
Calcio	602.50	ppm
Magnesio	70.00	ppm
Manganeso	23.75	ppm
Cobre	1.00	ppm
Hierro	31.50	ppm
Zinc	2.18	ppm
Boro	0.41	ppm
Azufre	6.00	ppm

FUENTE : Aguilar, et al (1992), Cultivo hidropónico de remolacha en sustratos de escoria volcánica roja y granza de arroz utilizando fertilizantes tradicionales.

### c) Cascajo de piedra pómez

Según James, citado por Campos *et al.* (1992), la piedra pómez es un material que puede utilizarse como sustrato, ya que su naturaleza esponjosa y llena de cavidades le permite hasta flotar en el agua. Es un material de origen volcánico, muy parecido a la escoria de carbón mineral.

Según COLJAP, citado por Campos *et al.* (1992), posee muy buena retención de humedad y buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad. A veces puede presentar problemas químicos por excesos de azufre y boro, pero estos pueden ser eliminados mediante el uso de agua caliente. No trae ninguna clase de enfermedades y desde el punto de vista biológico es completamente estéril; siempre y cuando no contenga tierra.

Penningsfeld(1975), reporta que la piedra pómez presenta buenas cualidades físicas; desde el punto de vista biológico posee una garantía total de sanidad. Según su granulometría posee un tamaño aproximado de 2 a 15 mm. y el volumen de los poros ocupa aproximadamente el 85% del total.

## 2.4 CULTIVOS HIDROPONICOS BAJO CUBIERTA .

### 2.4.1 GENERALIDADES.

Alpi(1991),determina que los cultivos hidropónicos son una técnica especializada en la producción de plantas en medios artificiales , empleando soluciones nutritivas. todo con el objeto de tener altas producciones, disminuir la degradación del substrato y mantener el cultivo libre de plagas y enfermedades.

Marulanda (1998), menciona que en la región centroamericana es recomendado sembrar el tomate y el chile dulce bajo ramadas hechas con varas de bambú, forradas con una tela rala (AGRIBON o tela no tejida ) o malla plástica, lo cual impide la entrada de insectos plagas al cultivo; a la vez debe colocarse una cubierta plástica encima de la construcción la cual filtra los rayos ultra violeta. A este sistema de siembra, en nuestras condiciones es apropiado llamarle sistema de siembra bajo cubierta plástica y esta técnica constituye una forma de obtener producciones rentables de tomate y chile libre de plagas y enfermedades.

### 2.4.2 VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CULTIVOS BAJO CUBIERTA.

Entre las ventajas de los cultivos bajo cubierta en relación a la siembra a la intemperie,se mencionan :

a) Menor mortalidad: los cultivos bajo cubierta plástica, solo se tienen del 3% al 5% de mortalidad al momento de efectuar el transplante, mientras que a la intemperie mueren del 10% al 15%; este comportamiento es importante, ya que al disminuir la cantidad de semilla, el costo de producción de cada plantula es menor, por lo que en estos sistemas la cantidad de semilla a emplear al momento de la siembra disminuye sustancialmente. ( Maldonado, citado por Joyar,1994).

b) La fertilización de los cultivos bajo cubierta, aventaja a la fertilización a la intemperie en que en esta hay menos posibilidades de lixiviación del fertilizante ocasionada por la lluvia.

c) En cultivos bajo cubierta la incidencia de plagas y enfermedades se reduce considerablemente, ya que esta ofrece una protección al cultivo desde las primeras etapas de su desarrollo.

d) Por estar los cultivos mejor protegidos de condiciones adversas que puedan ocasionar daños a las plantas y frutos, se pueden incrementar los rendimientos, mejorando así los ingresos económicos de los agricultores.

## **2.5 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN EL CULTIVO DE TOMATE .**

Las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en el empleo o no de las cubiertas plásticas para la protección de un cultivo; estas condiciones son la temperatura, luminosidad, humedad, concentración de dióxido de carbono y viento.

Además de estas condiciones, la planta logra obtener una buena productividad en base a su potencialidad genotípica, incidencia de plagas y enfermedades y labores culturales apropiadas. Por lo tanto uno de los objetivos principales de un cultivo bajo cubierta es obtener un rendimiento óptimo, acondicionando el ambiente interno en forma apropiada para el desarrollo fisiológico normal ( Alpi, 1991 )

**2.5.1 Temperatura:** la temperatura juega un papel decisivo en el crecimiento y metabolismo de la planta, influyendo en procesos como la fotosíntesis y la respiración.

El tomate se desarrolla en un clima de cálido a frío moderado; en rangos de temperaturas que oscilen entre los 20 °C a 30 °C, se logra una adecuada germinación de la semilla, un adecuado crecimiento de la planta y una floración más abundante; además la

planta mantiene una respiración adecuada, un buen funcionamiento del aparato fotosintético y se evitan problemas de escasez de fructificación y de baja calidad del fruto.

La temperatura mínima que soporta el tomate es de 10 °C , si es inferior el crecimiento de la planta se detiene, los niveles de respiración de la planta son muy bajos, se perjudica la floración y el futuro desarrollo de semillas y producción de frutos verdes.

Temperaturas mayores a 36 °C, producen la muerte de las plantas, la fotosíntesis disminuye formándose hojas más pequeñas y tallos delgados, se altera la integridad y funcionalidad del aparato fotosintético; cuando la radiación solar es elevada se manifiesta en la temperatura; se establece un desequilibrio entre la asimilación fotosintética y la respiración , intensificando el metabolismo de la planta, produciendo un crecimiento rápido pero desequilibrado, con reflejos negativos en la calidad de la producción.

La respiración por su parte, cuando se presentan temperaturas elevadas aumenta en forma considerable, afectando la fisiología de la planta, la floración disminuye y se presentan problemas de polinización y desarrollo de semillas; los frutos se producen en menor cantidad y baja maduración. (Alpi, 1991, Vilanova, 1994 ).

En investigaciones realizadas sobre la influencia de la temperatura , Fogg(1973 ) comprobó que la velocidad del crecimiento del tomate, medida por el alargamiento del tallo bajo temperatura generada por luz artificial en períodos de ocho horas por día, es similar de 20 °C a 26 °C en el crecimiento de las plantas; a 10 °C apenas crecieron y a 30 °C se presentaron tallos delgados y hojas pequeñas. Se mostró además, en coincidencia con otros autores, que la temperatura nocturna es de mayor importancia para el crecimiento la planta.

**2.5.2 Radiación solar.** es un factor altamente determinante en el desarrollo de las plantas, está íntimamente relacionada con la temperatura; combina la energía lumínica con el CO<sub>2</sub>, agua y nutrientes para la formación de la clorofila y carbohidratos; a través de su calidad, intensidad y duración afecta el desarrollo y crecimiento normal de la planta, está a su vez es influenciada por el viento, altitud, contaminación y sombra artificial o natural; un área productora de tomate debe tener por lo menos de 1000 a 1500 horas luz por año. (Gómez, citado por Joyar, 1994)

La luminosidad juega un papel importante, sobre todo cuando se emplea una cubierta plástica . Infiuye en la morfología y el fotoperiodismo del vegetal, es una fuerza

motriz y un factor para la adquisición de la energía y carbono para la planta; la respuesta de la planta fotosintéticamente es atribuida al genotipo; las plantas se pueden adaptar o acondicionar a la luminosidad que prevalece en el ambiente en que viven, esto varía de acuerdo a la especie.

Bajo cubierta se puede sufrir una atenuación de la luminosidad debido a las características del plástico cubridor y por otra parte por la densidad de la vegetación y del índice "área foliar / área del suelo" ( I A F ). Este último es una relación entre la superficie foliar total de una vegetación y la superficie del suelo que lo abriga. Además se toma en cuenta la cantidad de hojas, su edad y posición en las plantas. La atenuación de la intensidad luminosa en la cubierta plástica, varía de acuerdo a la fase del desarrollo de la planta. (Alpi, 1991 ).

De acuerdo a investigaciones, se determina que bajo condiciones de campo del 1% a 5% de energía luminosa es empleada en la producción de materia orgánica por la planta.

El tomate es exigente con respecto a la luminosidad; se satura a 1,000 bujías pies ( la luminosidad natural varía de 5,000 a 10,000 bujías pies ). Se plantea que el rendimiento del tomate depende del total de horas de insolación que hayan durante un periodo de crecimiento. Se ha demostrado que la intensidad luminosa baja y de escasa duración que puede llegar a una cubierta es el factor que limita el crecimiento de los tomates en periodos nublados. La escasez de luz es particularmente peligrosa durante la fase de transplante, ya que las plantas se alargan considerablemente, de aquí la importancia de la lucha contra las malezas en esta fase. La intensidad luminosa es un factor fundamental en la producción de frutos y en la caída de las flores. Con menos de 1000 Bp. en menos de 8 horas, la planta no nutre las ramas vegetativas y reproductivas en forma eficiente por lo que las flores tienden a caerse. (Vilanova, 1994).

**2.5.3 Humedad.** En relación a la humedad presente en la atmósfera, se menciona que tanto a la intemperie como bajo cubierta está en proporción de la humedad del terreno y del balance hídrico del medio; la humedad del aire varía mucho y depende de la temperatura, si esta aumenta disminuye la humedad; caso contrario, bajas temperaturas pueden provocar condensación del agua causando consecuencias peligrosas para las plantas sobre todo cuando se emplean cubiertas plásticas para los cultivos.

Durante el comienzo y final del día, el consumo de agua es mínimo, este es suplido por el suelo y las reservas de las plantas; por el contrario en el resto del día las necesidades hídricas aumentan, se cierran los estomas y disminuye la fotosíntesis. (Alpi, 1991).

Si la humedad se presenta muy alta favorece el desarrollo de plagas y enfermedades que atacan el follaje y frutos provocando bajos rendimientos. Sin embargo, si esta es suplida por las precipitaciones deberá considerarse que las lluvias fuertes causan la caída de flores y lavado de polen; situación que no sucede con el uso de cubiertas plásticas. (Gómez, citado por Joyar, 1994).

El tomate necesita absorber de 36 a 72 cm. de agua, para poder suplir las exigencias de órganos vegetativos y generativos en un período corto; sin embargo en una alta humedad del aire la polinización se hace más difícil y el porcentaje de frutos caídos es muy grande. (Vilanova, 1994).

**2.5.4 Dióxido de carbono. (CO<sub>2</sub>)** Se mide de acuerdo a su concentración, especialmente bajo cubierta donde tiende a ser más denso. Cuando aumenta la intensidad de la luz, el nivel del dióxido de carbono baja rápidamente (aproximadamente 200 ppm), dicho nivel se mantiene constante hasta que la radiación solar del día disminuye. Durante la estación lluviosa en días de cielo nublado la concentración del CO<sub>2</sub> es más baja que en días de cielo despejado. (Alpi, 1991).

**2.5.5 Viento.** Provoca una acción casi siempre negativa en el tomate, ya que intensifica la transpiración, especialmente con temperaturas elevadas, lo cual ocasiona el desequilibrio entre la cantidad de agua absorbida por las raíces y la eliminada por la transpiración, agravando el déficit hídrico producido al reducirse el porcentaje del agua del suelo a causa de la evapotranspiración.

Los vientos fuertes y secos producen caída de flores, bajo cuajamiento de frutos por daños al estigma y a los granos de polen. (Gómez, citado por Joyar, 1994).

## **2.6 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE TOMATE.**

### **2.6.1 Origen y Distribución .**

El cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum), es originario de sur América, propiamente del Ecuador, Bolivia y Perú. El hábitat de está especie es una estrecha franja que se extiende desde el ecuador(0° latitud) hasta el norte de Chile ( 30° latitud sur ).en altitudes de 0 a 200 msnm. con temperaturas de 17°C a 24°C durante el día y en la noche de 11°C a 18°C.

### **2.6.2 Importancia nutritiva y económica .**

El tomate es rico en aminoácidos y en ácidos orgánicos, contiene una gran cantidad de vitamina A y C y en menor grado vitamina B y D. Las sales de hierro, potasio y magnesio se encuentran perfectamente equilibradas.

El consumo per cápita diario de tomate oscila de 6 a 8 g. En épocas de mayor o menor oferta, provoca altas fluctuaciones de precios. La población nacional importa este cultivo de países vecinos, alcanzando volúmenes de hasta 10 millones de colones,causando altas fugas de divisas ( CENTA,1993 ).

Durante su almacenamiento y cocción, el tomate retiene mejor su contenido de vitamina C en comparación de un fruto fresco.(COLJAP,1994)

En el cuadro 3 se presenta la composición química y nutricional del tomate.

CUADRO 3. Composición química del tomate (Lycopersicum esculentum) en 100gramos normalmente utilizados para alimentación.

COMPONENTE	CANTIDAD
Calorías	17.0 gramos
Agua	94.8 gramos
Proteína	0.9 gramos
Grasa	0.1 gramos
Carbohidratos	3.3 gramos
Fibra	0.8 gramos
Ceniza	0.6 gramos
Calcio	7.0 mg.
Fósforo	19.0 mg
Hierro	0.7 mg
Tiamina	0.05mg.
Ribolavina	0.02mg.
Niacina	0.6 mg.
Acido Ascorbico	2.0 mg
Vitamina	1000 UI

FUENTE : Industrias COLJAP, 1991.

### 2.6.3 Tipos y variedades de tomate.

#### 2.6.3.1 Variedades para consumo fresco.

**CARIBE.** Variedad de tomate de crecimiento determinado, tipo mesa, fruto en forma de globo, con 78 días a la madurez, pedúnculo desprendible, plantas vigorosas, de polinización abierta y de alta producción, peso del fruto 200g. tiene resistencia al Verticillum, Fusarium, Alternaria y Stemphyllum. (Sundseeds, citado por Joyar, 1994).

**HAYSLIP.** Reportada como una de las variedades más importantes (tipo mesa), cultivada en Centroamérica, principalmente en Costa Rica: es una variedad de crecimiento determinado, fruto de forma achatada, grande, con 76 días a la madurez, polinización abierta, tamaño de la planta mediano, buen productor, peso del fruto de 150 a 170 g.

Resistente a : Fusarium , Verticillum , Stemphyllum , Alternaria . (Sunseeds;citado por Joyar,1994 ).

La ASGROW(1990), describe a la variedad Hayslip como una variedad muy productiva, desarrollada para mercado fresco a partir de material genético de la Universidad de Florida, las plantas cubren muy bien los frutos que maduran uniformemente, sus frutos son más lisos y de calidad superior a la variedad FLORADE. Los hombros del fruto son verdes, firmes, de tamaño uniforme, de gran calidad para el transporte.

FLORADE. Variedad de crecimiento determinado, tipo globo, de excelente calidad y alto rendimiento, frutos grandes, redondos, color rojo intenso, resistentes a Verticillum , Fusarium y Alternaria ; con 77 días a la madurez, peso del fruto 140g. (Gudiel,1987).

SUNNY. Híbrido de crecimiento determinado, fruto achatado,profundo y de tamaño mediano a grande, alto rendimiento y uniformidad, resistentes al Fusarium , Alternaria y Verticillum . (ASGROW;citado por Joyar,1994)

### 2.6.3.2 Variedades para la Industria.

SANTA CRUZ KADA. Variedad de crecimiento indeterminado, fruto de forma cuadrada, 85 días a la madurez, peso del fruto 90 gramos. (FUSADES,1989)

ANGELA GIGANTE. Variedad con crecimiento indeterminado, forma del fruto cuadrado, tamaño mediano, variedad tardía. (ASGROW, citado por Joyar,1994)

PETO 98. Variedad de crecimiento determinado, fruto cuadrado, de tamaño mediano, 72 días a la madurez, resistente al Verticillum , Alternaria y stemphyllum. (Gudiel,1987).

### 2.6.4 Descripción Botánica.

El tomate es una planta que toma un comportamiento perenne en zonas templadas y como anual de vida corta en el trópico. Su crecimiento es variable, puede ser determinado, semideterminado e indeterminado. En su etapa inicial su crecimiento es erguido, para comportarse descendente en su fase reproductiva . Su tamaño es variable dependiendo del cultivar; unos son pequeños con una longitud de tallo de 0.40 a 0.50 m. pero otros son de crecimiento indeterminado, con longitud de tallo que superan los 2.5 m. El habito de crecimiento determinado desarrolla progresivamente pocas yemas vegetativas por segmentos ( 2 a 4 ) y termina en una inflorescencia, mientras que el habito de crecimiento indeterminado mantiene una secuencia de 3 yemas vegetativas por cada yema reproductiva; por lo general son más grandes, por lo que para su cultivo se emplean espalderas ó tutores. ( FUSADES,1988 ).

### **2.6.5 Fenología del cultivo.**

La fenología del cultivo de tomate en forma general se inicia con la plantula en el semillero por un espacio de 3 a 4 semanas ( 20 a 25 días ) y cuando tienen una altura adecuada se transplantan, pasando a su etapa vegetativa por unos 30 a 35 días; a los 50 a 60 días inicia la floración. La etapa reproductiva se extiende por unos 32 a 40 días llegando a la cosecha, que se inicia a los 62 a 75 días después del transplante. Bajo condiciones hidropónicas de buena sanidad se realizan de 3 a 5 cortes según la variedad ( CATIE,1990 ).

### **2.6.6 Labores culturales.**

#### **2.6.6.1 Siembra.**

En hidroponía las labores culturales se facilitan, debido a que el sustrato tiene una textura uniforme y se le puede dar el grado exacto de humedad. El sustrato empleado debe estar húmedo, lo que permitirá que la humedad llegue a la semilla en germinación. Las semillas grandes se colocan en orificios pequeños hechos con la punta de un lápiz a una profundidad de 1.0 cm. Cuando las semillas son muy pequeñas, se quita el sustrato superficial, se esparce con cuidado la semilla y se vuelve a cubrir con el sustrato, para dejar una delgada y efectiva cobertura.( Sholto, citado por Joyar,1994).

#### **2.6.6.2 Transplante.**

Esta actividad se realiza por las tardes para evitar la excesiva transpiración de las plantulas, pero se puede realizar a cualquier hora del día, siempre que las plantulas se hayan aclimatado al efecto del sol. Para realizar el transplante el sustrato debe estar bien

preparado, mullido y húmedo y las plantulas con un porte adecuado de unos 10 a 12cm. de alto, con buen grosor de tallo y libre de plagas y enfermedades. ( CENTA,1993 ).

#### **2.6.6.3 Tutoreo.**

El ahoyado y puesta de tutores, debe iniciarse inmediatamente después del transplante, colocando los postes cada 4 o 5 m. de distancias y los hilos de alambre cada 30 a 40 cm. Las plantas deben guiarse verticalmente, siendo recomendable el uso de cuerdas plásticas, así como de amarres del mismo material. ( CENTA,1993 ).

#### **2.6.6.4 Aporco.**

Consiste en amontonar el sustrato al pie de las plantulas, con el objetivo de conseguir una buena fijación de estas al sustrato, inducir la producción de raíces adventicias, aumentar el espacio para el desarrollo radicular y la incorporación de fertilizantes. Se recomienda hacerlo a los 15 o 25 días después del transplante.(CENTA,1993 ).

#### **2.6.6.5 Escardado.**

Consiste en la remoción del sustrato, para mejorar la aireación de las raíces, ya que el sustrato tiende a compactarse, produciendo una pobre aireación en las raíces, las cuales tienden a oscurecerse y a limitar la absorción de alimentos y agua, también se forman algas que le dan mal aspecto al cultivo y alteran su desarrollo por competir por nutrientes destinados a las plantas. ( FAO ; citado por Joyar,1994 )

#### **2.6.6.6 Poda.**

Esta práctica altera el equilibrio vegetativo reproductivo de la planta a favor de éste último y consiste en eliminar partes de las plantas como ramas, hojas, flores o frutos, con el fin de mejorar ciertas características del fruto, como tamaño, coloración, regularizar

la producción para obtener cosechas más tempranas y facilitar la aireación, iluminación, control de plagas y enfermedades y la cosecha.

Las plantas se podan verticalmente al remover los brotes llamados "chupones", que crecen entre el tallo principal y cada hoja (axila). Estos se remueven cuando tienen cerca de 5 a 10 cm. de largo, de otra forma consumirán los nutrimentos de la planta y se harán vegetativas, manifestándose en el crecimiento de hojas y tallos en lugar de producir frutos. Si se permitiera el desarrollo de los chupones podría incrementarse la producción, pero se tendría frutos pequeños y de mala calidad.(CENTA,1993)

López, citado por Hernández,et.al (1988), señala que entre más severa sea la poda, la precocidad en la producción es mayor, se aumenta el tamaño de los frutos y el porcentaje de frutos rajados también aumenta, pero a la vez se disminuye el rendimiento total. Mientras que la poda a dos tallos los rendimientos son superiores a los de la poda a un tallo; así mismo señala que las plantas no podadas dan frutos pequeños pero con mayores rendimientos por plantas .

Hernández,citado por Joyar (1994), al estudiar la respuesta a los distanciamientos de plantación y al tipo de poda en el cultivo hidropónico de tomate bajo invernadero en Chapingo (MEXICO), sostiene que los caracteres de diámetro de fruto, altura de fruto y número de frutos por planta, guardan una relación inversa, es decir que las plantas con frutos grandes (podas a uno y dos tallos) presentaron un menor número de frutos comparados con los tratamientos sin podar, que generalmente tuvieron un número mayor de frutos pero de un tamaño menor.

#### 2.6.6.7 Riego.

Los riegos deben hacerse por la mañana y por la tarde, procurando que la planta este seca durante la noche. La excesiva humedad causa agrietamiento de frutos

El tomate en hidroponía durante las primeras seis semanas, presenta un consumo creciente de 0 a 0,85 litros/planta/día. A partir de la séptima semana el consumo se

estabiliza alrededor de 1 litro/planta/día. con altibajos por condiciones climáticas, podas y demás labores mecánicas.(COLJAP, 1991 ) ( figura A-1 )

El manejo del riego es una de las prácticas culturales más importante del cultivo, tanto el exceso como la falta de riego son perjudiciales. Por un lado el exceso reduce la oxigenación del sustrato y favorece a las enfermedades radiculares y foliares, lixivía los fertilizantes, aumenta la pudrición apical, perjudica la coloración del fruto, consistencia y cantidad de sólidos solubles de los frutos. Por otra parte la falta de agua reduce el desarrollo radicular y el crecimiento de la planta, obteniendo una calidad inapropiada del producto y reducción de la producción . Los requerimientos hídricos del tomate son del orden de 630mm/cosecha (CATIE,1990).

#### **2.6.6.8 Cosecha.**

Se inicia según la variedad de 65 a 85 días después del trasplante; durante el proceso de maduración el fruto pasa por diferentes estados, los que se expresan en el cambio de color y la firmeza; esto determina que pueda o no ser separado de la planta, sin sufrir deterioros drásticos durante su comercialización normal. El tiempo óptimo de la madurez se inicia entre la recolección y la venta al consumidor.(Gudiel,1987)

#### **2.6.6.9 Manejo de plagas y enfermedades.**

Aunque las plantas cultivadas en hidroponía no están exentas del ataque de plagas y enfermedades, sus efectos son menos graves porque las plantas crecen rápido, son más vigorosas, reciben mayores cuidados en las áreas del cultivo, las cuales son relativamente pequeñas. (Campos,1992)

Varias estrategias pueden aplicarse para disminuir el impacto de las plagas: controlar manualmente a los insectos plaga, no sembrar un solo tipo de cultivo, rotación de cultivos, fumigar extractos e infusiones de ajo,chile,tobaco,neem etc..., desinfectar el sustrato con lejía diluida en agua, formaldehído, o también el oreo al sol. (Campos,1992).

Por su parte para disminuir la incidencia de enfermedades al cultivo se tiene: el uso de un distanciamiento adecuado, evitar mojar en exceso el follaje de las plantas, riego directo al sustrato, cortar y quemar las partes afectadas, desinfectar el sustrato y sembrar variedades resistentes, etc...

La huerta debe ser revisada diariamente localizando insectos adultos, ovipositoras y larvas, en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde, ya que después de la salida del sol la temperatura se eleva y los insectos se esconden para protegerse. (Aranda, 1998)

Además del constante cuidado de la huerta y de favorecer la permanencia de los organismos benéficos, es posible aplicar otros métodos sencillos y económicos de control, que no contaminan el ambiente ni los productos cosechados. Algunas de estas técnicas son las siguientes:

#### **a) Trampas amarillas.**

Consiste en colocar banderas de plástico de color amarillo intenso impregnadas con aceite, ya sea vegetal ó de transmisión de automóvil. El color amarillo atrae a muchas especies de insectos que al posarse sobre la lámina plástica se quedan pegados. El aceite debe ser nuevo y reponerse cada 3 días, limpiando previamente las trampas de los insectos y el polvo capturado, para que no distorsione la intensidad del color amarillo que es lo que los atrae. (Marulanda, 1998)

Según el CATIE, (1990) el rociado de aceites minerales se ha empleado mucho para disminuir la incidencia de vectores como la mosca blanca y áfidos. El aceite inactiva las partículas virales transmitidas por áfidos no así las transmitidas por mosca blanca, aunque si se combaten a los adultos de ésta, La mosca se adhiere al aceite, empapando sus alas y provocando una muerte rápida.

#### **b) Barreras de sorgo.**

Se emplean con el objeto de reducir el ataque de insectos en el tomate. Esta técnica consiste en sembrar una hilera densa de plantas de sorgo alrededor del cultivo con el objetivo de que las plagas antes de atacar el cultivo establecido, se hospeden dentro de la

cortina vegetal y de esta forma limpien sus aparatos bucales de algunas enfermedades transmitidas a través de vectores . La siembra de la barrera debe de hacerse por lo menos 20 días antes del establecimiento del cultivo.(Serrano, 1998 comunicación personal).

Gravena, citado por Avelar(1998), menciona que con la utilización de barreras de sorgo en el cultivo de tomate, se reduce la densidad de adultos de Bemisia tabaci y se aumenta la cantidad de depredadores.

### **c) Cubiertas plásticas.**

La alta incidencia de la mosca blanca, transmisora del virus del mosaico del tabaco (VMT), en regiones agrícolas a nivel centroamericano como en El Salvador, producen daños en cultivos como el tomate , chile dulce y pepino. Por falta de conocimiento de esta problemática, cuando aparecen los síntomas que caracterizan la enfermedad (arrugamiento de hojas, detención del crecimiento y coloraciones pálidas), el agricultor ha invertido la mayor parte de los costos del cultivo.

Por tal motivo se recomienda cultivarlos dentro de infraestructuras hechas con varas de bambú y forradas por los lados con una tela rala. (AGRIBON o tela no tejida) colocando en la parte superior una cubierta de plástico transparente que filtra los rayos ultravioleta. La protección debe de darse desde la germinación de las semillas en el almácigo.

En síntesis, la función de la cubierta plástica es la de protección del cultivo, como también una de las formas de obtener rentabilidad en el tomate. (Marulanda; 1998)

### **d) Insecticidas Naturales.**

Como un complemento de estas prácticas se pueden aplicar extractos de plantas que actúan como repelentes, debido a su fuerte olor o como quemantes al producir fuerte irritación sobre la piel de algunos insectos.(Marulanda,1995) Algunos de los extractos que han tenido mejor resultado a nivel de campo están: el ajo, cebolla y chile.

Las principales plagas y enfermedades que atacan el cultivo de tomate se describen en los cuadros A-1 y A-2 .

## **2.7 Nutrición en Hidroponía.**

Los cultivos hidropónicos necesitan de un suministro adecuado de nutrimentos que le permita a la planta desarrollarse y producir adecuadamente.

Una fertilización adecuada es aquella que, en base a los requerimientos nutricionales de la planta y el estado nutricional del suelo, proporcionan los nutrientes en las cantidades y épocas críticas para el cultivo. (CATIE,1990)

### **2.7.1 Requerimientos del cultivo.**

Las plantas requieren de 16 elementos esenciales, 13 de estos elementos pueden ser absorbidos por la planta del suelo o de una solución nutritiva. entre estos se encuentran: nitrógeno(N), fósforo(P), potasio(K), calcio(Ca), azufre(S), magnesio(Mg), hierro(Fe), manganeso(Mn), zinc(Zn), cobre(Cu), boro(Bo), molibdeno(Mb) y cloro(Cl).

Marulanda(1995),menciona que los elementos requeridos por la planta son consumidos en diferente cantidad, por esta razón se clasifican en:

Elementos mayores: nitrógeno(N), fósforo(P), potasio(K).

Elementos secundarios: calcio(Ca), azufre(S) y magnesio(Mg).

Elementos menores: hierro(Fe), cobre(Cu), manganeso(Mn), zinc(Zn), boro(Bo) molibdeno(Mo) y cloro (Cl).

#### **2.7.1.1 Elementos mayores.**

Se les denomina así porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que el suelo no puede suministrarlos en forma completa.

En la figura A-2 , se observan las cantidades consumidas por la planta

**NITROGENO.** Existen dos formas por medio de las cuales la planta puede absorberlo: en forma de nitrato y en forma de amonio.

Para el caso del nitrato los niveles de absorción se van incrementando según sea la etapa fenológica de la planta, así por ejemplo, para las primeras el consumo de nitrógeno

nitrico varia de 1 g. a 3 g, este se incrementa a partir de la sexta semana (floración); posteriormente el consumo se incrementa de 5 g a 13 g a las 21 semanas.

Por su parte el consumo de nitrógeno amoniacal se incrementa a partir de la cuarta semana y se mantiene constante en 1 g. por planta hasta las 21 semanas.(Marulanda,1998)

Vilanova(1990), menciona en su investigación que el nitrato(N-NO<sub>3</sub>) es preferible al amonio( N-NH<sub>4</sub> ), ya que la toxicidad por amonio puede ser inducida tanto por niveles bajos o altos de calcio.

Los nitratos frecuentemente mejoran la eficiencia en el uso del agua y tienden a reducir la cantidad de aminoácidos libres . La forma amoniacal reduce la concentración de Ca , K, P, y NO<sub>3</sub>. en las raíces y en los brotes. Además aumenta la resistencia de la raíz y la hoja, al flujo del agua y reduce la eficiencia en el uso del agua comparado con los nitratos.

FOSFORO. El consumo de este elemento por la planta tiende a crecer desde la primera hasta la décima semana de 0 a 1.5 g /planta para luego mantenerse casi constante hasta las 21 semanas de 1.5g a 1.8 g /planta . ( Marulanda,1998)

Vilanova (1990), menciona que niveles altos de fósforo disponible en la zona de las raíces, es esencial para un rápido desarrollo radical y para una mejor absorción de agua y nutrimentos por la planta. Sobre las fuentes de fósforo debe considerarse que el tomate tiene un periodo de crecimiento corto y es sensible a p.h bajos, por lo que las fuentes de fósforo solubles en agua son los que han dado mejor resultado.

Sampeiro(1997), menciona como fuentes de fósforo que mejor resultado ofrecen, el "super fosfato de calcio simple"(contiene calcio, azufre y otros microelementos); el "superfosfato de calcio triple"(además de muy buena cantidad de fósforo posee algunos microelementos); el "fosfato monoamonico" (posee aparte de fósforo, nitrógeno amoniacal).

POTASIO. De los tres elementos mayores es el que la planta consume en mayor cantidad , ya que su consumo se incrementa a partir de la cuarta semana de 2 g hasta un máximo de 23 g. planta a las 20 semanas ( Marulanda,1998)

Vilanova,(1990) menciona que un incremento en el contenido de potasio(K) en la fertilización, está asociado con una mayor resistencia a las enfermedades, sin embargo en el caso de enfermedades viroticas, la severidad de las mismas es acentuada por el potasio;

se recomienda cuando las aplicaciones son grandes, que al menos la mitad del potasio que se aplique vaya en forma de sulfato. cuando hay problemas de concentración de sales, se prefiere el nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) como fuente del mismo.

Sampeiro(1997), describe entre las fuentes de obtención de potasio al nitrato de potasio( $KNO_3$ ) como una buena fuente de potasio y en forma suplementaria, de nitrógeno; el cloruro de potasio ( $KCl$ ) buena fuente también de potasio; el sulfato de potasio( $K_2SO_4$ ) además de potasio proporciona azufre.

En el cuadro 4. se describe la acción de los elementos mayores en el cultivo de tomate.

**CUADRO 4. ACCION DE LOS ELEMENTOS MAYORES SOBRE EL CULTIVO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum*).**

ELEMENTO	ACCION PRINCIPAL	DEFICIENCIAS
<b>NITROGENO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-interviene en la producción de la clorofila y el fitoplasma vegetal.</li> <li>- Da color verde intenso a las plantas</li> <li>- Fomenta el rápido crecimiento.</li> <li>- Aumenta la producción de las hojas.</li> <li>- Mejora la calidad de las hortalizas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aspecto enfermizo de las plantas.</li> <li>- Color verde amarillento debido a la pérdida de clorofila.</li> <li>- Desarrollo lento y escaso.</li> <li>- Cuando se suministra en forma desbalanceada, la floración, producción de frutos y semillas se retarda.</li> </ul>
<b>FOSFORO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estimula la rápida formación y crecimiento de semillas.</li> <li>- Acelera la maduración y estimula la coloración de frutos.</li> <li>-Ayuda a la formación de semillas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificulta la transformación de almidones en carbohidratos.</li> <li>- Las hojas amarillean en los márgenes.</li> <li>- Provoca un sistema radicular deficiente</li> <li>- Excesos de fósforo pueden ocasionar deficiencias de cobre y zinc.</li> </ul>
<b>POTASIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es el que origina la germinación.</li> <li>- importante para el metabolismo de la planta y formar carbohidratos que mejoran la calidad del fruto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas.</li> <li>- Las plantas se degeneran debido a el pobre desarrollo de las raíces.</li> <li>- Altos niveles de potasio pueden ocasionar deficiencias de magnesio, manganeso, zinc y hierro.</li> </ul>

FUENTE : ARANDA, 1998. Manual de huertas hidropónicas. Instituto Nicaraguense de la Mujer (INIM). Managua, Nicaragua.

### 2.7.1.2 Elementos secundarios.

Se llaman así porque las plantas los consumen en cantidades intermedias, pero son muy importantes en la constitución de los organismos vegetales (Marulanda, 1998); dentro de los elementos secundarios se encuentran: el calcio (Ca), el azufre (S-So<sub>4</sub>) y el magnesio (Mg). El consumo de estos elementos por la planta se detalla en la figura A.3.

**CALCIO (Ca).** Se puede observar que los niveles de consumo por la planta se van incrementando a medida que va desarrollándose: así por ejemplo en las primeras semanas su consumo varía de 0.5 g. a 2 g./planta. cuando se aproxima a la floración el nivel de absorción es de 2 gramos hasta llegar a los 4.9 gramos /planta, a las 12 semanas. para finalmente aumentar a 5.2 gramos en las últimas semanas. (Marulanda, 1998)

Sampeiro (1997), describe como buenas fuentes de obtención de calcio: el nitrato de calcio (Ca NO<sub>3</sub>), que es bastante soluble, el sulfato de calcio que es el yeso y el superfosfato (simple o triple); proporciona una buena cantidad de calcio.

**MAGNESIO (Mg).** El consumo de este elemento mantiene una tendencia similar a la del calcio, en el sentido de ir incrementando su consumo a medida que la planta se va desarrollando. Así de la primera semana hasta la séptima, el consumo varía de 0.2 g, hasta 1.4 g./ planta. De la séptima a la doceava semana el consumo varía de 1.4 gramos a 2.5 g./planta. De aquí se mantiene constante por cuatro o 5 semanas para luego incrementarse hasta 2.8 g./planta (Marulanda,1998)

Entre las fuentes de magnesio más utilizadas se mencionan: El sulfato de magnesio( $MgSO_4$ ) que se le conoce también como sal inglesa. (Sampeiro,1997)

**AZUFRE (S).** Su consumo dentro de los elementos secundarios es relativamente bajo, ya que los requerimientos varían entre 0.2 gramos en la primera semana hasta un máximo de 1.8 gramos/planta. en las ultimas semanas.(Marulanda,1998)

Dentro de las fuentes de obtención de azufre se pueden encontrar: El sulfato de amonio  $[(NH_4)_2 SO_4]$ ; sulfato de potasio y superfosfato. Se considera que las pequeñas cantidades de azufre que requieren las plantas quedan cubiertas con cualquiera de estas sales. (Sampeiro,1997).

En el cuadro 5. Se describe la acción de los elementos secundarios en el cultivo de tomate

**CUADRO 5 ACCION DE LOS ELEMENTOS SECUNDARIOS SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE  
(*Lycopersicon esculentum*)**

ELEMENTO	ACCION PRINCIPAL	DEFICIENCIAS
<b>CALCIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Activa la temprana formación y crecimiento de las raicillas.</li> <li>- Mejora el vigor general de las plantas.</li> <li>- Neutraliza las sustancias tóxicas de que producen las plantas.</li> <li>- Estimula la producción de semillas.</li> <li>- Aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas jóvenes de brotes terminales se doblan al parecer y se queman en sus puntas y bordes.</li> <li>- Puede producirse la muerte de los extremos de las raíces.</li> <li>- Produce hundimiento y pudrición seca de los frutos en el extremo opuesto al pedúnculo.</li> </ul>
<b>MAGNESIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constituye la clorofila.</li> <li>- Necesario para la formación de azúcares.</li> <li>- Ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes.</li> <li>- Actúa como transportador de fósforo en la planta.</li> <li>- Promueve la formación de grasas y azúcares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida del color verde que comienza de la parte de abajo hacia arriba.</li> <li>- Los tallos se forman débiles y las raíces se ramifican y alargan excesivamente.</li> <li>- Las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes.</li> </ul>
<b>AZUFRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interviene en la formación de proteínas, aminoácidos, enzimas y vitaminas.</li> <li>- Ayuda a mantener el color verde interno.</li> <li>- Ayuda al crecimiento más vigoroso de la planta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hojas jóvenes toman color verde claro y sus venas más claro aun.</li> <li>- El espacio entre las nervaduras se seca.</li> <li>- Tallos cortos que se doblan fácilmente.</li> <li>- Desarrollo lento y raquítico.</li> <li>- En la base de las hojas aparecen manchas púrpuras de tejido muerto.</li> </ul>

FUENTE : ARANDA, 1998. Manual de huertas hidropónicas. Instituto Nicaraguense de la Mujer (INIM). Managua, Nicaragua.

### 2.7.1.3 Elementos menores.

Se les llama así porque las plantas los necesitan en cantidades pequeñas, pero son fundamentales para regular la asimilación de otros elementos nutritivos. Tienen funciones muy importantes, especialmente en el mejor aprovechamiento de los elementos mayores y secundarios. (Marulanda, 1998)

El consumo de estos elementos se mide en miligramos por planta. Dentro de estos elementos se mencionan: El manganeso(Mn), Boro(Bo), Zinc(Zn), y el Cobre (Cu). En la figura A.4 se observa el consumo de elementos menores.

**MANGANESO.** Su consumo en las primeras semanas es relativamente bajo y varia de 1 mg. en la primera semana a 4 miligramos. en la cuarta semana; a partir de la quinta semana se incrementa de 20 miligramos hasta llegar a un máximo de 98 mg. en el transcurso de 6 semanas para luego mantenerse constante hasta las 21 semanas.

( Marulanda,1998 )

Para el uso hidropónico se utiliza como sulfato, quelatos o cloruro de manganeso. (Sampeiro,1997)

**BORO.** El consumo de este elemento en las primeras 4 semanas es superior al resto de elementos (de 1 mg. hasta 5 mg. ); luego su consumo sigue en aumento hasta llegar a un máximo de 25 mg. (Marulanda,1998)

Sampeiro(1997), menciona como buenas fuentes de boro el ácido bórico, Bórax(tetraborato de sodio).

**ZINC.** La absorción de este elemento, se manifiesta evidente a partir de la cuarta semana, en donde se presenta una absorción de 1 mg. incrementándose en forma más o menos constante hasta llegar a un consumo de 9 mg/planta.

**COBRE.** En relación a los niveles de absorción de cobre , se presentan en forma similar a los de zinc, ya que también se manifiesta su incremento a partir de la cuarta y quinta semana(1.0 mg. de consumo)posteriormente se va incrementando hasta los 4 mg. (Marulanda,1998)

Con respecto a las fuentes de zinc y cobre, estos pueden ser proporcionados por el sulfato de cobre, cloruro de cobre, el sulfato de zinc y el cloruro de zinc. (Sampeiro,1997)

En el cuadro 6. se describe la acción de los elementos menores sobre el cultivo de tomate.

**CUADRO 6 ACCION DE LOS ELEMENTOS MENORES SOBRE EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum*).**

ELEMENTOS	ACCION PRINCIPAL	DEFICIENCIAS
<b>COBRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Importante en la asimilación de oxígeno, contribuyendo a regular la respiración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Severo retraso en el desarrollo de la planta.</li> <li>- Hojas jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo.</li> <li>- Enrollamiento hacia la parte interna, esto limita la fotosíntesis.</li> <li>- Los esquejes provocan clorosis ferrica enanismo y reducción en la formación de raíces.</li> </ul>
<b>BORO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayuda a la fijación del nitrógeno.</li> <li>- Ayuda a que el floema transporte los carbohidratos.</li> <li>- Contribuye a la fijación del calcio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anula el crecimiento de tejidos nuevos.</li> <li>- Puede causar machazón y decoloración de los vértices radiculares y muerte de la zona apical.</li> </ul>
<b>HIERRO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De mucha importancia para el crecimiento de la planta.</li> <li>- Sin este elemento no se produce la clorofila.</li> <li>- Esencial para la formación y desarrollo del follaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Color pálido amarillento del follaje.</li> <li>- Produce la formación de raíces cortas y muy ramificadas.</li> </ul>
<b>MANGANESO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ayuda a las semillas a formar carbohidratos en la germinación.</li> <li>- Activa las enzimas para la fotosíntesis, sirve de complemento al nitrógeno para llevar a cabo el metabolismo y respiración de las plantas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Causa aparición de color verde pálido, amarillo y rojo entre las venas.</li> <li>- La clorosis se presenta igual entre venas de hojas viejas y jóvenes, dependiendo de la especie estas posteriormente mueren y se caen.</li> </ul>
<b>ZINC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite la fijación del nitrógeno en la planta y forma parte de sus enzimas y hormonas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produce un engrosamiento basal de los peciolos de las hojas.</li> </ul>
<b>MOLIBDENO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participa como portador de electrones en la conversión del nitrato de amonio.</li> <li>- Actúa como defensa interna de la planta.</li> <li>- Impide la fijación de las bacterias en ellas, reduce la acumulación de toxinas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semejantes a los de deficiencia de nitrógeno (clorosis).</li> <li>- La clorosis avanza de las hojas más viejas a las jóvenes, estas se ahuecan y se quemán en los bordes.</li> <li>- No se forma látex en las hojas, solo la nervadura.</li> </ul>

FUENTE : ARANDA, 1998. Manual de huertas hidropónicas. Instituto Nicaragüense de la Mujer (INM). Managua, Nicaragua.

## **2.7.2 Enfermedades Abioticas.**

Se les denomina así a las enfermedades ocasionadas por desordenes fisiológicos o por problemas en la nutrición de las plantas; entre las enfermedades que más atacan al cultivo de tomate se pueden mencionar: pudrición del extremo apical, agrietamiento y deformaciones del fruto.

### **2.7.2.1 Pudrición del extremo apical del fruto producido por deficiencia de calcio.**

En la planta, la deficiencia de calcio deforma hojas en las puntas, se doblan hacia atrás y sus bordes aparecen rizados, el sistema radical se vuelve pobre y simple. En el fruto se produce pudrición en el extremo apical, iniciándose con una pequeña mancha en la cicatriz del estilo en los frutos verdes, creciendo hasta formar una mancha parda hundida de borde definido. Se produce por excesiva humedad, exceso de sales o carencia de calcio en el nutriente aplicado. (CATIE,1990)

En investigaciones realizadas por J.a.Franco,1988, en la Universidad de Murcia España, comprobó que la deficiencia de calcio en tomate ó "Blossom-et-rot."(Ber) provoca la necrosis apical por una disminución en la absorción y traslocación del calcio(Ca), por una excesiva salinidad en la solución del suelo, siendo mayor cuando el contenido de calcio es menor.

La deficiencia de calcio se produce por una elevada salinidad, incluso cuando se aportan las necesidades totales de calcio. Estos hechos descritos se explican por la limitada capacidad de las plantas para regular la distribución interna de calcio hacia los órganos de baja transpiración y rápido crecimiento como los frutos, también se puede inhibir la absorción de calcio en presencia de una elevada concentración de magnesio, frecuentemente en las aguas de riego en casos aislados. Un elemento que juega un papel similar al calcio, en la disminución de la necrosis apical es el boro, el cual influye en la traslocación de asimilados, regulación de síntesis y estabilización de diversos constituyentes de la pared celular, importantes al darse estrés salino.

Igualmente que los aminoácidos, prolina, asparagina y  $\gamma$ -aminobutírico, juegan un papel fundamental en el ajuste osmótico de la planta en salinidad, proceso que se considera como adaptativo en respuesta al estrés salino. En la actualidad se emplean productos a base de aminoácidos y peptidos como complemento de la fertilización con elementos minerales y como reguladores del equilibrio hídrico de la planta.

#### **2.7.2.2 Agrietamiento y deformación de frutos.**

Dentro de estas enfermedades se pueden mencionar las grietas radiales y circulares y la deformación del fruto conocida como cara de gato (cat face).

**Grietas radiales y circulares.** El agrietamiento de los frutos es una anomalía presente durante periodos de lluvia abundante y altas temperaturas, lo que propicia un desarrollo acelerado del fruto, bajo estas condiciones el fruto agrieta en la parte cercana al pedúnculo, las lesiones pueden ser de forma radial o circular, la profundidad de las lesiones varía entre cultivares. (CATIE, 1990)

**Cara de gato. (Cat face).** Es un problema no causado por parásitos, causa deformación del fruto a partir del desarrollo anormal del pistilo, causado por el frío prolongado, fertilización deficiente en el tiempo de floración. El efecto se presenta con protuberancias y fruncidos en el área cercana al pistilo, las cavidades formadas perforan el fruto, la maduración no es uniforme y su presentación desmejora. (CATIE, 1990)

#### **2.7.3 Fertilización en Hidroponía.**

Los cultivos hidropónicos necesitan de un suministro adecuado de nutrientes que le permita a la planta desarrollarse y producir adecuadamente.

Según Olivares, citado por Carrillo, et al (1994), uno de los problemas en el área de la nutrición vegetal, son las fuentes de aporte y corrección de nutrientes. En hidroponía se pueden mencionar diferentes fuentes de fertilizantes, entre los que se encuentran los fertilizantes sólidos, las soluciones nutritivas y los fertilizantes foliares.

### 2.7.3.1 Fertilizantes Sólidos.

Se pueden clasificar como simples y compuestos. Los simples son aquellos que contienen un solo elemento fertilizante, ejemplo de estos son los nitrogenados, fosfatados y potasicos.

Los abonos compuestos son los que contienen por lo menos dos elementos de los tres principales N-P-K, estos se designan mediante una fórmula de dos o tres números que representan la cantidad de cada elemento contenido en 100 Kg. de abono (Arreaga,1996)

Para convertir la hidroponía en una técnica más popular y practica se han realizado investigaciones a fin de sustituir las soluciones nutritivas por fertilizantes; tradicionales, entre estos están: BLAUKORN y NITROMAG CALCAREO .

BLAUKORN ó Abono Azul : es un fertilizante granulado y compuesto, que contiene elementos mayores, menores y oligoelementos.

El nitrógeno contenido en el BLAUKORN, se presenta en forma nítrica de actividad lenta (50 % ) y la mitad amoniacal rápida; el fósforo ( $P_2O_5$  ) se encuentra en un 12% totalmente disponible a la planta (66 % soluble en citrato y un 33% soluble en agua), y contiene un 17% de potasio totalmente soluble en agua.

NITROMAG CALCAREO. Es un fertilizante sólido que tiene la ventaja de poseer en su composición química el nitrógeno en dos formas : nitrógeno amoniacal, que es absorbido inmediatamente por la planta y nitrógeno nítrico que es absorbido en forma más lenta.

### 2.7.3.2 Soluciones Nutritivas.

Es la mezcla de elementos minerales que la planta requiere para su normal crecimiento y desarrollo. Se ha determinado que para preparar la solución se necesitan dos fuentes de nutrimentos que se conocen como Nutriente Mayor y Nutriente Menor, El nutriente mayor es un líquido blanquecino que contiene elementos como el nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; el nutriente menor es un líquido de color amarillo rojizo que contiene elementos como magnesio, boro, manganeso, zinc, azufre, hierro, molibdeno, cobre, cobalto y cloro. ( Marulanda,1995 )

### 2.7.3.3 Fertilización Foliar.

Se entiende por fertilización foliar, las pulverizaciones de abonos realizados durante el ciclo vegetativo del cultivo. La absorción es más eficaz cuanto más joven es la hoja y se realiza por ambas caras de ésta, por lo que se debe mojar al máximo toda la superficie foliar. (Arreaga, 1996)

Carrillo, et. al. (1994) mencionan en su investigación que los fertilizantes foliares presentan las siguientes ventajas al compararse con otras formas de fertilización;

- Que las plantas se proveen de elementos minerales, sin interaccionar con el PH del suelo, inundaciones, etc.
- Con la fertilización foliar se aplican directamente los nutrientes a la planta, evitando la fijación en el suelo o sustrato, percolación, etc.
- Esta técnica puede corregir deficiencias específicas de minerales más rápidamente que las aplicaciones al suelo o al sustrato.

Entre los fertilizantes foliares que más se utilizan en nuestro medio se pueden mencionar: el bayfolan, el Crop - up y el complejo foliar N-P-K, entre otros.

El BAYFOLAN, es un fertilizante foliar con nutrimentos seleccionados para prevenir deficiencias o carencias de elementos que causan enfermedades en los cultivos; esto se debe principalmente a la proporción balanceada de oligoelementos presentes en forma soluble y asimilable por las plantas; se recomienda como complemento de la fertilización básica.

CROP - UP: es un abono foliar en quelación de aminoácidos, que contiene todos los elementos minerales necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. conteniendo nitrógeno, manganeso, azufre, zinc, magnesio, cobre, hierro y boro. (Laboratorios, ALBION. 1989)

Complejo foliar N-P-K : es un producto diseñado para suplir nutrimentos vegetales por la vía foliar en épocas críticas del crecimiento de las plantas; contiene proteínas vegetales hidrolizadas para estimular la absorción de los nutrimentos suplementarios. Su composición química es nitrógeno 4 %;  $P_2O_5$  17 % y  $K_2O$  17 %.

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1 Localización del experimento.**

El trabajo de investigación, se realizó en ciudad Merliot, Santa Tecla, departamento de la Libertad, durante los meses de febrero a julio de 1998. El lugar está ubicado a una altitud de 805 m.s.n.m; con coordenadas de 89° 15' 27" de longitud ESTE y 13° 40' 54" de latitud NORTE.

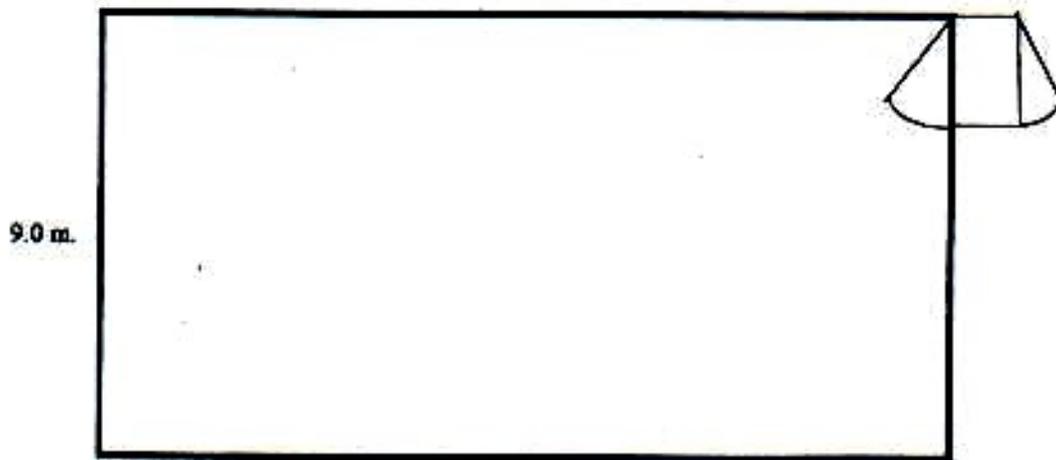
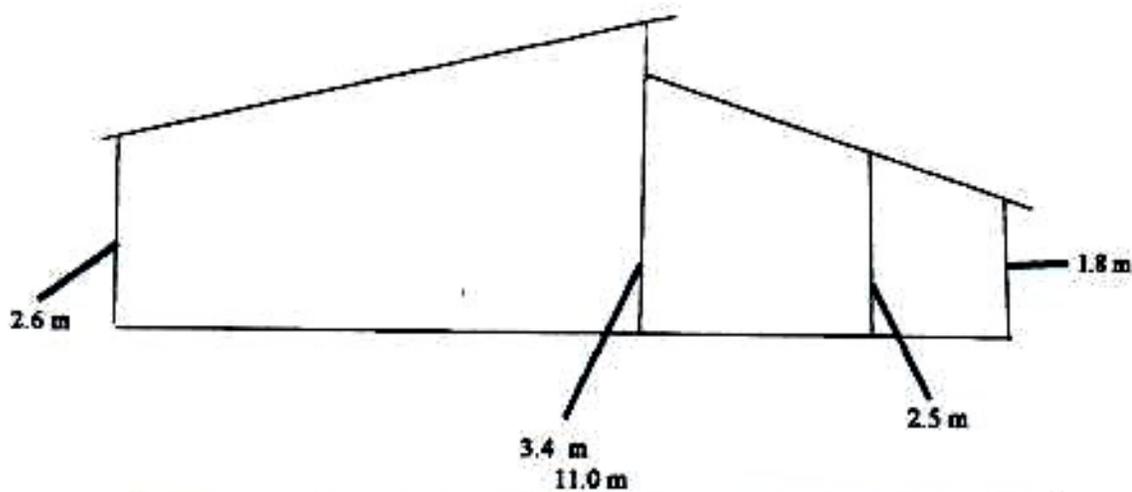
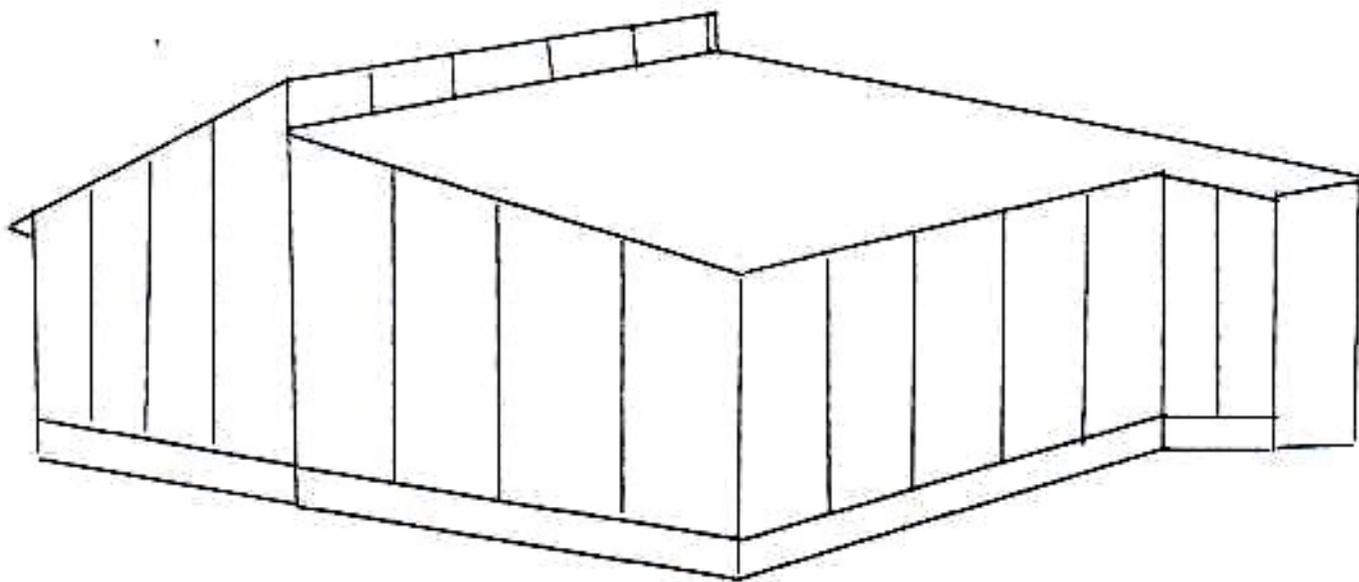
#### **3.2 Características climáticas del lugar**

La clasificación climática de la zona se obtuvo del sistema realizado por Koppen (MAG,1992 ). Los datos promedios de temperatura ( °C ) y humedad relativa (%) que se obtuvieron para las condiciones de siembra bajo cubierta plástica y a la intemperie, se tomaron con la ayuda de un psicrometro meteorológico. Los datos de precipitación(mm) y temperatura ( °C ) se obtuvieron que estación meteorológica de PROCAFE, situada en Santa Tecla, departamento de la Libertad, a una altura de 965 msnm.

#### **3.3 Establecimiento del ensayo.**

Antes de establecer el ensayo se midió y limpio el área donde se ubicaron las plantas que estuvieron a la intemperie; a la vez se limpio y desinfecto el espacio donde se ubicaron las plantas bajo la cubierta plástica, haciendo aplicaciones de agua con lejía al 1 %, a las paredes de ésta . El área total del ensayo fue de 198 m<sup>2</sup>.

La cubierta plástica consistió en una estructura de madera aserrada, forrada de una malla plastificada y cubierta por un plástico transparente que filtra los rayos ultravioleta. El área de la cubierta comprende 99 m<sup>2</sup>, es decir 9 m de ancho por 11 m de largo ( Figura 1 ).



AREA, 99 m<sup>2</sup>

FIGURA 1 Esquema de la cubierta plástica utilizada en el ensayo, Ciudad merliot, 1998

Una vez ubicadas las áreas se colocó una capa de cascajo de piedra pómez en toda la superficie del ensayo, con el objeto de crear una capa aislante que evitara que las bolsas de polietileno donde se transplanta el tomate, estuvieran en contacto directo con el suelo.

### **3.3.1 Selección y preparación del Substrato.**

El substrato utilizado fue una mezcla de cascajo de piedra pómez y granza de arroz; el cascajo fue colectado de paredones ubicados en la residencial la Cima, Jurisdicción de Antiguo Cuzcatlan, departamento de San Salvador. La granza de arroz fue obtenida en la Escuela Nacional de Agricultura "Roberto Quirfónez"- ENA.,

### **3.3.2 Lavado de materiales.**

El cascajo de piedra pómez se seleccionó por el tamaño de sus partículas ( 2 a 15 mm) y fácil adquisición, luego fue lavado con agua potable abundantemente, hasta que la mayoría de partículas de tierra se eliminaron. La granza de arroz se estuvo remojando por un período de 8 días, con el fin de que se fermentara y a la vez se eliminaran restos de granos que pudieran germinar.

### **3.3.3 Mezcla de los componentes.**

La mezcla de materiales utilizados en el sustrato, se hizo en una relación 1:1, es decir 50% de cascajo de piedra pómez y 50% de granza de arroz.

### **3.3.4 Desinfección del sustrato.**

La desinfección del sustrato se realizó por medio de la solarización, esparciendo el sustrato en una capa plástica y dejándolo bajo el sol por tres días, durante ese tiempo se estuvo removiendo el sustrato a fin de que la mayor parte sufriera la incidencia de los rayos solares y se lograra una desinfección más completa.

### **3.3.5 Preparación de las bolsas para efectuar la siembra.**

Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 14 por 16 pulgadas, estas se llenaron con el sustrato preparado y se procedió a colocarlas en sus respectivas unidades experimentales ( 20 bolsas por cada unidad experimental), según el tratamiento. El distanciamiento de siembra que se utilizó fue de 0.40 m. entre planta por 0.40 m. entre surco.

## **3.4 Establecimiento y manejo del cultivo.**

### **3.4.1 Preparación de semilleros.**

Para los semilleros se ocuparon dos cajas de madera de 0.30m de ancho por 0.50m de largo y 0.10 m de profundidad, forradas con plástico negro, y estas se llenaron con el sustrato preparado. Se utilizaron dos cajas para evitar posibles alteraciones en los resultados, ya que por evaluarse dos tipos de fertilización las plantas para cada uno de estos estuvieron separadas, ya que dichos programas se iniciaron desde la etapa de semillero.

Antes de efectuar la siembra se niveló la superficie de los semilleros, con el fin de que las semillas quedaran todas igualmente cubiertas.

La variedad de tomate utilizada para la siembra fue la HAYSLIP, esta es de crecimiento determinado y su uso es para ensalada. La cantidad de semilla usada fue de 2 g. y se obtuvieron más o menos 600 plantas en los dos semilleros. Con esta cantidad se pudo escoger posteriormente las plantulas más vigorosas para efectuar el transplante.

#### **3.4.2 Emergencia.**

La emergencia se produjo en un periodo de 9 días, presentando un porcentaje de germinación del 95 % comprobándose con esto la buena calidad de la semilla.

#### **3.4.3 Transplante del tomate.**

La labor de transplante se efectuó a los 15 días después de la germinación, dicha actividad se realizó en horas de la tarde para disminuir el estrés de las plantas.

#### **3.4.4 Escardado.**

El escardado se realizó cada dos días y consistió en remover el sustrato de la parte superficial de la bolsa, con el propósito de proporcionar mayor oxigenación al sistema radicular del cultivo y evitar la compactación en el sustrato.

#### **3.4.5 Tutoros**

Para esta actividad se utilizaron postes de bambú de 2.00 m. de longitud, alambre galvanizado número 18 y pita de nylon. Esta labor se realizó al momento de establecer el ensayo en forma individual para cada unidad experimental. El amarre de las plantas se efectuó a los 30 días después del transplante.

#### **3.4.6 Podas.**

Las podas se efectuaron a partir de los 40 días después del transplante, con intervalos de 15 días. Se realizaron dos tipos de poda: de formación, que consisten en eliminar las yemas axilares o chupones y las sanitarias, que se realizaron con el fin de mejorar la aireación entre el follaje y a la vez evitar posibles contaminaciones de enfermedades.

### 3.4.7 Riego.

Se efectuaron riegos diarios, para mantener siempre húmedo el sustrato y lograr una mejor absorción de nutrimentos. Además cada siete días se hicieron lavados en el sustrato para evitar excesos de sales que pudieran causar trastornos fisiológicos. Los lavados consistieron en aplicar agua al sustrato hasta que esta rebalsara de los drenajes de la bolsa.

### 3.4.8 Control de Plagas y Enfermedades.

El plan de control de plagas y enfermedades consistió en hacer observaciones periódicas para detectar focos de infección. A la vez para prevenir un ataque severo de plagas en las plantas que se encontraban al aire libre, se sembró una barrera de sorgo al contorno de estas; también se colocaron trampas de plástico amarillo para atraer insectos. Se hicieron aplicaciones de extracto de ajo (Allium sativum) dos veces por semana para controlar las poblaciones de la mosca blanca (Bemisia tabaci), minadores (Lyriomiza Sp.) y otros. con el propósito de prevenir y contrarrestar la incidencia de enfermedades virales. También se hicieron aplicaciones de leche una vez a la semana ya que según investigaciones, la leche puede reducir la incidencia del vector sobre la superficie de las plantas.

La preparación del extracto de ajo, así como las cantidades de leche aplicada, se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7. Preparación del extracto de ajo y cantidad de leche aplicada, para el control de plagas en el cultivo hidropónico de tomate. (Lycopersicum esculentum )

MATERIALES	PROCEDIMIENTO
<b>Extracto de ajo.</b>	
2 cabezas de ajo	Se maceran las dos cabezas de ajo y se mezcla en ½ taza de vinagre, se deja reposar por 15 minutos y se mezcla con el litro de agua, se pasa por un colador y luego se aplica.
½ taza de vinagre	
1 litro de agua	
<b>Aplicaciones de leche</b>	
½ litro de leche	Se mezcla la leche en los diez litros de agua, y se asperja con bomba de mochila en el follaje de las plantas.
10 litros de agua	

Fuente. Campos,1992. Interacción de programas de fertilización y distanciamientos de siembra en el cultivo hidropónico de remolacha( Beta vulgaris ). FCC.AA UES

### 3.4.9 Fertilización.

El programa de fertilización fue de dos tipos, uno a base de la solución nutritivas COLJAP- SALVADOREÑA ( F1 ) y el otro a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN ( F2 ).

Para efectos prácticos y de comprensión, a la fertilización (F1) se le llamará "solución nutritiva" y a la fertilización (F2), "fertilización sólida"

El contenido de nutrimentos de la solución nutritiva, se compone de dos partes: una llamada nutriente mayor, la que posee elementos mayores ( N, P, K y Ca ) y otra llamada nutriente menor que posee tanto elementos secundarios ( S, Mg ) como menores.( Bo, Cu, Mo, Co, Mn, Zn y Cl. ) La composición de la solución nutritiva se detalla en el cuadro 8.

CUADRO 8. Composición de la solución nutritiva COLJAP-SALVADOREÑA

ELEMENTO	FORMULA QUIMICA	CANTIDAD (g / L)
<b><u>Nutriente Mayor(4-2-5-3)</u></b>		
NITROGENO NITRICO	N-NO <sub>3</sub>	40,000 U I
NITROGENO AMONIACAL	N-NH <sub>4</sub>	20,000 U I
FOSFORO ASIMILABLE	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	20,000 U I
POTASIO	K <sub>2</sub> O	50,000 U I
CALCIO	CaO	52,000 U I
PH de la solución al 5%.		
<b><u>Nutriente Menor.</u></b>		
MAGNESIO	Mg	9.6 %
AZUFRE	S	12 %
HIERRO	Fe	8.46 g / L.
MANGANESO	Mn	0.10 %
COBRE	Cu	0.011%
ZINC	Zn	0.047%
BORO	Bo	0.196%
MOLIBDENO	Mo	0.0031%
COBALTO	Co	0.0010%
CLORO	Cl	0.33 %
NITROGENO	N	50.8 g / L.

FUENTE: Industrias COLJAP

La fertilización sólida , está formada por el fertilizante sólido BLAUKORN, que contiene elementos mayores, menores y oligoelementos (cuadro 9 )

CUADRO 9. Contenido de nutrimentos del BLAUKORN.

NUTRIENTES	CANTIDAD ( % )
<b><u>Elementos Mayores.</u></b>	
NITROGENO (N)	12
FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	12
POTASIO.(K <sub>2</sub> O )	17
<b><u>Elementos Menores.</u></b>	
MAGNESIO (Mg)	2
AZUFRE (S)	6
CALCIO (Ca)	4.5
<b><u>Oligoelementos</u></b>	
BORO ( Bo)	0.02
COBRE (Cu)	0.04
MANGANESO (Mn)	—
MOLIBDENO (Mo)	0.0005
ZINC (Zn)	0.01

FUENTE : Carrillo, et al.1994. Evaluación de la interacción de tres substratos con programas de fertilización tradicional y aminoproteinas en zanahoria( *Daucus carota* L.)

El BAYFOLAN, que es un fertilizante foliar con nutrimentos seleccionados para corregir o prevenir deficiencias, contiene oligoelementos fácilmente asimilables por la planta.(cuadro 10)

CUADRO 10. Contenido de nutrimentos ( % ) del fertilizante foliar BAYFOLAN.

ELEMENTOS	CANTIDAD
<b><u>Sales.</u></b>	P/V
NITROGENO	11 %
FOSFORO	8 %
POTASIO	6 %
<b><u>Quelatos</u></b>	
HIERRO (Fe)	0.0185 %
COBRE (Cu)	0.008 %
COBALTO(Co)	0.0004 %
MANGANESO (Mn)	0.016 %
ZINC (Zn)	0.006 %
MOLIBDENO (Mo)	0.00095 %
BORO (Bo)	0.013 %

FUENTE: BAYER de El Salvador.

Las dosis de los fertilizantes empleados tanto para las soluciones nutritivas y fertilizantes sólidos se detallan en los cuadros 11 y 12

CUADRO 11. Programa de fertilización a base de soluciones nutritivas, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas.

ETAPA	CONCENTRACION		CANTIDAD (cc /l agua)		Cant. de Soluc. Nut. (cc /l. AGUA)
	MEDIA	COMPLETA	MAYOR	MENOR	
Establecimiento ( 1 semana )	---		2.5 cc	1.0 cc	100 cc.
Desarrollo. (5 semanas )		----	5.0 cc	2.0 cc	200 cc.
Producción. (10 semanas)		----	5.0 cc	2.0 cc	200 cc.

Fuente: Marulanda,C Hidroponía Popular, Guía técnica. PNUD-INIFOM,1995

CUADRO 12. Programa de fertilización a base de BLAUKORN más BAYFOLAN, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas.

EPOCA DE APLICACION	DOSIS
<b>BLAUKORN</b>	
<b>1ª Aplicación.</b>	
Semillero	3 g. / m lineal en una sola aplicación
<b>2ª Aplicación.</b>	
7 días después del trasplante.	12 g. / planta en 3 aplicaciones de 4 g. / planta hasta la floración.
<b>3ª Aplicación.</b>	
A la Floración.	24 g. / planta en 6 aplicaciones de 4 g. / planta hasta la fructificación
<b>4ª Aplicación.</b>	
De fructificación a cosecha.	2 g. / planta hasta finalizar la cosecha.
<b>BAYFOLAN</b>	
<b>1ª Aplicación</b>	
Al trasplante	5 cc de BAYFOLAN por litro de agua
<b>2ª Aplicación.</b>	
7 días después del trasplante hasta la cosecha.	15 cc por litro de agua en aplicaciones semanales hasta la cosecha.

Fuente: Vilanova, R. Evaluación preliminar del cultivo hidropónico de especies horticolas, utilizando la escoria volcánica roja como sustrato. San Salvador El Salvador, Universidad de El Salvador. 1992.

#### 3.4.10 Cosecha.

Se inició a los 96 días después del trasplante y se realizó en forma manual; se hicieron 5 cortes durante 3 semanas. La cosecha de los frutos fue en estado sazón (pintones).

### 3.5 Tratamientos.

Los tratamientos evaluados consistieron en la combinación de los factores: condiciones ambientales: bajo cubierta plástica (C1) y a la intemperie (C2) y dos tipos de fertilización: a base de solución nutritiva (F1) y a base de fertilizante sólido Blaukorn más el foliar Bayfolan (F2). La combinación de tratamientos se detalla en el cuadro 13.

CUADRO 13. Descripción de los tratamientos a evaluar en el ensayo.

TRATAMIENTO	COMBINACION	DESCRIPCION
<b>T1</b>	<b>C1F1</b>	siembra bajo cubierta plástica usando la solución nutritiva para la fertilización
<b>T2</b>	<b>C1F2</b>	siembra bajo cubierta plástica usando fertilizante Blaukorn más Bayfolan
<b>T3</b>	<b>C2F1</b>	siembra a la intemperie, usando solución nutritiva para la fertilización
<b>T4</b>	<b>C2 F2</b>	siembra a la intemperie, usando fertilizante Blaukorn mas Bayfolan

### **3.6 Metodología Estadística.**

#### **3.6.1 Diseño experimental y estadístico.**

Se evaluaron dos condiciones ambientales : siembra bajo cubierta plástica y siembra a la intemperie y dos tipos de fertilización: uno a base de solución nutritiva y otro a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN. El diseño estadístico utilizado fue el de Parcelas divididas completamente al azar en arreglo factorial 2X2, y se consideraron las condiciones ambientales como parcelas grandes y a los sistemas de fertilización como parcelas pequeñas. Se tuvieron cuatro tratamientos y a cada tratamiento o unidad experimental estaba formada de 20 bolsas o plantas, haciendo un total de 20 unidades experimentales y 400 plantas en el ensayo (Figura 2 ).El área de las unidades experimentales fue de 1.60 m. de largo por 1.20 m. de ancho.(Figura 3 )

Las variables analizadas fueron: altura de la planta; diámetro del tallo; número promedio de racimos florales; número promedio de frutos por racimo; número de frutos por planta; diámetro del fruto; peso del fruto y la incidencia de plagas y enfermedades. Para cada variable se realizó el análisis de medias y el análisis de varianza; con el fin de interpretar los resultados obtenidos y establecer diferencias entre los factores evaluados.

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = M + R_i + P_j + (R \times P)_{ij} + S_k + (P \times S)_{jk} + (R \times S)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Cualquier observación de la unidad Experimental.

$M$  = Promedio sobre el cual esta girando cualquier valor del Experimento.

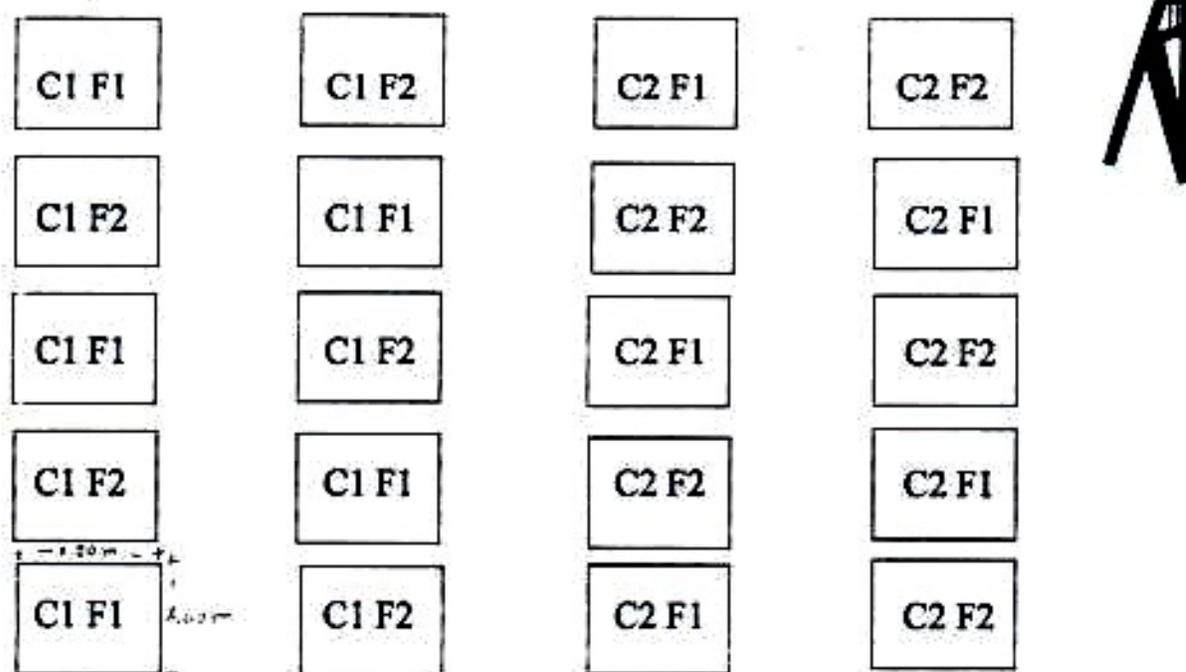
$R_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima repetición.

$P_j$  = Efecto de la  $J$ -ésima parcela experimental.

$(R \times P)_{ij}$  = Error ( a ) entre parcelas principales.

$S_k$  = Efecto de la  $K$ -ésima subparcela principal "J" x Sub parcela " K"

$(R \times K)_{ik} + (R \times P \times S)_{ijk}$  = Error ( b ) entre sub parcelas.



CONDICION DE SIEMBRA 1 (C1)

CONDICION DE SIEMBRA 2 (C2)

AREA DEL ENSAYO : 198 m<sup>2</sup>

CONDICIONES DE SIEMBRA

C1 = Bajo cubierta plástica.

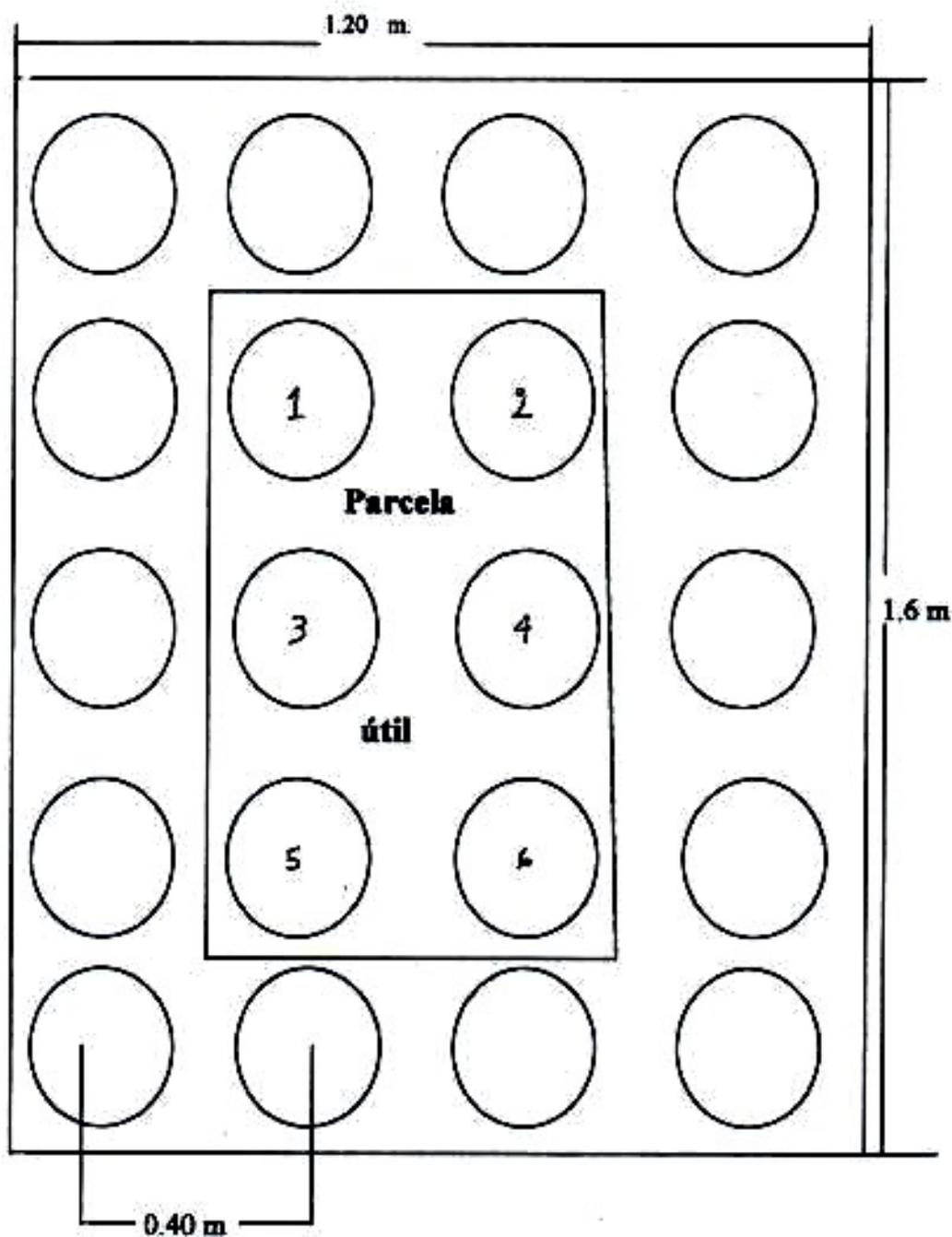
C2 = A la intemperie.

SISTEMAS DE FERTILIZACION

F1 = Solución Nutritiva.

F2 = Fertilizante sólido Blaukorn más el foliar Bayfolan.

**FIGURA 2** Plano de distribución de los tratamientos y repeticiones en la evaluación del cultivo hidropónico de tomate ( *Lycopersicum esculentum* ) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas, Ciudad merliot, 1998



AREA DEL ENSAYO : 198 m<sup>2</sup>

**FIGURA 3** Plano de la unidad experimental utilizada en la evaluación del Cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum*) a Dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad Merliot, 1998.

### **3.6.2 Variables analizadas.**

#### **3.6.2.1 Altura de la planta.**

Para medir la altura de la planta, se tomaron los datos de seis plantas de cada unidad experimental. La medida se tomo en centímetros(cm) desde la superficie del sustrato hasta el ápice principal. a los 30, 46.64.72 y 111 días después de la siembra.

#### **3.6.2.2 Diámetro del Tallo.**

Se obtuvo utilizando un pie de rey; las mediciones se tomaron a 6 plantas de cada unidad experimental, a una altura de 15 cm. de la superficie del sustrato, a los 30, 46, 72 y 111 días después de la siembra.

#### **3.6.2.3 Número promedio de racimos florales.**

Este dato se tomo al inicio de la formación de frutos, y se contó el número de racimos existentes por planta.

#### **3.6.2.4 Número promedio de frutos por racimo.**

Se determino el número de frutos desarrollados en cada racimo de las plantas seleccionadas.

#### **3.6.2.5 Número promedio de frutos por planta.**

Se contó el numero de frutos cosechados de las 6 plantas de cada unidad experimental , a los 115 días después de la siembra.

### **3.6.2.6 Diámetro promedio de frutos .**

Se midió a los 115 días después de la siembra , al momento de realizar cada cosecha, de 6 plantas de la unidad experimental; Se midió el diámetro en centímetros de cada fruto, con la ayuda de un pie de rey.

### **3.6.2.7 Peso ( Kg.) promedio de fruto.**

Este dato se tomo al mismo tiempo que el diámetro de fruto (115 días), de 6 plantas de cada unidad experimental.

### **3.6.2.8 Incidencia de plagas y enfermedades.**

Se hicieron dos muestreos para determinar incidencias de plagas y enfermedades, uno a los 24 días y el otro a los 72 días después de la siembra, en esta etapa se identificaron las plagas y enfermedades que más incidieron en el cultivo.

Las variables, fueron analizadas a través del paquete estadístico MSTAT-C. Feed R, (1990) menciona como pasos lógicos para procesar datos bioestadísticos los siguientes: primero se preparan los datos por medio del programa auxiliar MST el cual está incorporado al paquete estadístico, luego se procede a realizar el análisis de varianza y por ultimo se define la prueba estadística en caso de ser necesaria.

Aparte se obtuvo el coeficiente de variabilidad para determinar la representatividad de los resultados obtenidos. En el cuadro 14 se presentan los grados de representatividad de la media aritmética para los distintos coeficientes de variabilidad.

**CUADRO 14. Grado de representatividad de la media aritmética, para los distintos coeficientes de variabilidad.**

<b>VALOR DEL COEFICIENTE DE VARIABILIDAD</b>	<b>GRADO EN QUE LA MEDIA REPRESENTA A LA SERIE</b>
De 0 a menos de 10 %	Media altamente representativa
De 10 a menos de 20 %	Media bastante representativa
De 20 a menos de 30 %	Media tiene representatividad
De 30 a menos de 40 %	Media cuya representatividad es dudosa
De 40 % o más	Media carente de representatividad

Fuente: Bonilla; Gilberto. 1986. Elementos de estadística descriptiva y probabilidad, UCA editores, colección textos universitarios, volumen 6 San Salvador, El Salvador. C.A; P. 131-134.

### **3.6.3 Análisis económico**

El análisis económico se realizó para cada uno de los tratamientos, tanto bajo cubierta como a la intemperie, fertilizados a base de soluciones nutritivas o fertilizantes sólidos donde se compararon los costos de producción con relación al ingreso neto. En base a esto se pudo definir la relación beneficio/costo por cada tratamiento.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Características climáticas del lugar donde se realizó el ensayo.

La zona se clasifica según Köppen como tropical lluviosa o tierra calurosa (MAG,1992). El lugar donde se realizó el ensayo se encuentra a una altitud de 805 msnm., los datos de temperatura y humedad relativa se tomaron con la ayuda de un psicrómetro, que reportó datos promedios de temperatura para el exterior como también en la parte interna de la cubierta plástica. En el cuadro 15 se presentan los datos de temperatura y humedad relativa registrados a la intemperie.

CUADRO 15. Promedios mensuales de los elementos meteorológicos registrados a la intemperie durante los meses de marzo a julio. Ciudad merliot, 1998.

ELEMENTO	UNIDADES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	PROMEDIO
T° MEDIA	°C	25	25.2	30	23.2	26.1	25.9
H.RELATIVA	%	76	80	60	84	72	74

FUENTE : Datos obtenidos con psicrometro durante los meses de duración del ensayo,(marzo - julio 1998 )

El promedio de temperatura media fue de 25.9 °C, considerándose como temperatura ambiente. Las temperaturas más altas se registraron en el mes de mayo, con un promedio de 30°C y las más bajas en el mes de junio con 23.2 °C .

Los anteriores datos demuestran que durante todo el ciclo del cultivo las temperaturas fueron óptimas para su desarrollo normal. Se reporta que para un desarrollo normal del cultivo se necesitan temperaturas que oscilen entre 24°C y 31°C, pudiendo soportar hasta 36°C como máxima y 10°C como mínima; valores fuera de este rango pueden causar desordenes fisiológicos y morfológicos como el mal funcionamiento del

aparato fotosintético, bajos rendimientos, floración escasa y baja calidad del fruto, entre otros. (Vilanova,1994 ; Alpi,1991)

El promedio de humedad relativa durante el ciclo fue de 74%, presentándose las máximas(84%) en el mes de junio y las mínimas (60%) en el mes de mayo.

Dentro de la cubierta plástica se reportaron datos promedio de temperatura de 27.9°C . con máximas ( 30°C) en los meses de abril y junio y mínimas ( 26.1°C ) en marzo y mayo.

La humedad relativa presentó promedios máximos (86%) en julio y mínimos (60%) en el mes de junio. ( cuadro 16 )

A pesar de que las labores culturales como el riego y el lavado del sustrato aumentaron la humedad dentro de la cubierta, esto no causo problemas de enfermedades fungosas que se consideraran significativas, debido posiblemente a que la capa de cascajo en el piso de la cubierta facilitó el drenaje de los excesos de agua.

**CUADRO 16** Promedios mensuales de los elementos meteorológicos registrados dentro de la cubierta plástica durante los meses de marzo a julio, Ciudad Merliot, 1998.

ELEMENTO	UNIDADES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	PROMEDIO
Tª MEDIA	°C	26.1	30	26.1	30	27.3	27.9
H. RELATIVA	%	85	68	80	60	86	75.8

FUENTE: Datos tomados con psicrómetro durante los meses del ensayo.

Al comparar la influencia de los factores ambientales tanto bajo la cubierta plástica como a la intemperie, se observa que las temperaturas a lo largo del ciclo del cultivo fueron mayores bajo la cubierta, ya que se incrementaron en 2 °C en comparación con la intemperie. Por lo anterior se podría decir que los procesos fisiológicos fueron influenciados en mayor grado por la temperatura bajo cubierta, pero en forma beneficiosa para el cultivo, el cual presenta un mayor rango de adaptación de las plantas y una menor mortalidad (3.7%) en comparación con las plantas a la intemperie.

La humedad relativa fue mayor bajo la cubierta plástica que a la intemperie, pero esto no causó problemas al cultivo; sino que favoreció el crecimiento y desarrollo de la planta debido a que se minimizaron los estrés fisiológicos.

#### **4.2 Aspectos Generales del cultivo de tomate.**

Las etapas contempladas en la investigación se estiman de acuerdo al ciclo del cultivo, entre estas se mencionan las siguientes: etapa de establecimiento (5 semanas) , etapa vegetativa (4 semanas ) y las fases de floración y fructificación (10 semanas).

##### **4.2.1 Etapa de establecimiento del cultivo.**

Esta etapa comprende la fase de semillero y transplante. La fase de semillero se inició con la siembra y posterior emergencia de las plántulas, a los 9 días después de la siembra. En general se obtuvieron 600 plántulas con un crecimiento uniforme y un porcentaje de germinación del 83%. En esta etapa las temperaturas fueron de 25 °C y 26.1 °C a la intemperie y bajo cubierta respectivamente.

De acuerdo a Vilanova 1994, el rango óptimo de temperatura para un porcentaje adecuado de germinación oscila entre 22°C y 37°C

El transplante se efectuó a los 15 días después de la germinación, en horas de la tarde para evitar el estrés por calor y asegurar la adaptación de la planta. Durante este periodo se tuvo una pérdida del 3%, por lo que se sustituyeron algunas plántulas; además se efectuó un riego sobre el sustrato, el cual disminuyó considerablemente el estrés.

##### **4.2.2 Etapa vegetativa.**

La etapa vegetativa comprendió unas 4 semanas (30 días),y durante ésta se presentó un período crítico por cierta debilidad de las plántulas para adaptarse a las condiciones de la cubierta plástica y de la intemperie. Posteriormente las plántulas comenzaron a desarrollarse con mayor vigorosidad hasta normalizarse.

efectuaron podas para mejorar la producción, evitar enfermedades y lograr un mayor aprovechamiento del fertilizante. Otra práctica que se realizó fue el tutoreo, para sujetar las plantas, evitar que se doblaran y pudieran sostener la producción de frutos.

Las labores mencionadas no produjeron efectos adversos en el desarrollo de las plantas, al contrario evitaron que estas se pusieran en contacto con el suelo, previniendo enfermedades y facilitando las labores culturales.

El riego se realizó diariamente y el lavado del sustrato para evitar la acumulación de sales se hizo cada semana; ambas prácticas ayudaron a mantener una humedad relativa del 70%.

En general se aumentaron los lavados al sustrato, debido a que al final de este periodo vegetativo aparecieron síntomas de requemo, principalmente en los tratamientos fertilizados con soluciones nutritivas, esto posiblemente se debió a un exceso de sales en el sustrato o a un desequilibrio causado por algún elemento de la solución nutritiva. En los tratamientos con fertilizantes sólidos, dichos lavados ocasionaron una lixiviación excesiva de nutrientes. En ambos casos se provocó un retardo del crecimiento y una disminución en la producción de flores y frutos, por esta razón se realizó un análisis foliar en las plantas fertilizadas con soluciones nutritivas, tanto a la intemperie como bajo la cubierta para determinar los elementos que pudieron causar dichos problemas. El análisis se realizó para fósforo(P), hierro(Fe) y magnesio(Mg).

Los resultados indicaron, que de fósforo había una concentración de 0.45% en plantas bajo la cubierta plástica y de 0.57% en las plantas a la intemperie. En CATIE,(1990) se reportan concentraciones óptimas de fósforo para la variedad Hayslip, de 0.40% a 0.70%. los resultados obtenidos se encuentran dentro de los niveles adecuados para el desarrollo de la planta.

Para el hierro, se presentaron niveles de 0.121% bajo cubierta y de 0.47% a la intemperie. En CATIE(1990), se reporta un nivel óptimo de 0.015%, valor que es muy inferior a los obtenidos en el análisis foliar por lo que podría ser un elemento causante de toxicidad. El magnesio, se encontró en una concentración de 1.65% bajo cubierta y 1.09% a la intemperie. En CATIE (1990), se reportan niveles óptimos de 0.40 a 0.80% de concentración. Los niveles encontrados superan considerablemente a los óptimos

reportados, por lo que este elemento podría estar causando la mayor la toxicidad por exceso.( cuadro 17)

**CUADRO 17** Niveles de elementos reportados por el análisis foliar, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum* Var. Hayslip), evaluado bajo dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.

ELEMENTO	1/ NIVELES ENCONTRADOS		2/ NIVELES ÓPTIMOS REPORTADOS
	Bajo cubierta	Intemperie	FOR CATIE
<b>FOSFORO (%)</b>	<b>0.45</b>	<b>0.57</b>	<b>0.40 - 0.70</b>
<b>HIERRO (%)</b>	<b>0.121</b>	<b>0.47</b>	<b>0.015</b>
<b>MAGNESIO (%)</b>	<b>1.65</b>	<b>1.09</b>	<b>0.40 - 0.80</b>

**FUENTE.** 1/ Datos obtenidos del análisis foliar realizado en la unidad de Química de Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (Junio,1998)

2/ Niveles óptimos para la variedad Hayslip, reportados por CATIE,1990.

#### 4.2.3 Etapa de floración y fructificación.

La fase de floración se inicio a los 44 días después del transplante, pasando luego a la etapa de producción de frutos y posterior cosecha a los 96 días después del transplante.

Se realizaron 5 cortes de frutos en un periodo de 3 semanas ( 21 días ), que es inferior a lo reportado por Joyar,(1994) quien obtuvo un promedio de 12 cortes en 36 días. También es inferior a lo reportado en CATIE,(1990). donde se menciona que bajo niveles óptimos de sanidad y nutrición adecuada , el cultivo del tomate variedad Hayslip dura en cosecha entre 20 a 25 días con un ciclo total del cultivo de 82 a 110 días.

El bajo número de cortes se puede atribuir a los problemas que existieron en la última fase del cultivo, ocasionado por el requemo que afectó a las plantas fertilizadas con las soluciones nutritivas (F1); a la vez por problemas de deficiencia de calcio, que se

presentaron en las plantas tratadas con el fertilizante sólido debido al exceso de agua por los lavados al sustrato.

#### 4.2.4 Control de plagas.

Se realizaron observaciones periódicas para la detección de focos infecciosos, así como medidas preventivas, como la instalación de trampas, obteniendo resultados positivos.

En las etapas iniciales del cultivo se observó incidencia de minadores (*Lyriomiza* s.p), que ocasionaron galerías en las hojas, aunque el daño no fue mucho debido a las medidas preventivas que se ejecutaron, como la aplicación periódica de té de ajo y trampas amarillas.

A los 24 días después del transplante y hasta después de la floración se observó mosca blanca (*Bemisia tabaci*); debido a la incidencia de esta plaga se presentaron plantas infectadas con Virosis (un 15% de las plantas ubicadas a la intemperie). La mayor población se presentó al inicio de la estación lluviosa durante los meses de mayo a junio.

Para el control de mosca blanca se aplicó té de ajo en combinación con agua jabonosa, la mezcla actúa como un repelente a nivel de follaje, además de inactivar físicamente a la mosca; también se emplearon trampas amarillas con buenos resultados.

Las plantas a la intemperie tuvieron mayor incidencia de mosca blanca que las plantas bajo la cubierta plástica, por lo que el control se incrementó en la intemperie con el empleo de un mayor número de trampas amarillas y el uso de una barrera viva de sorgo.

Otros insectos que se presentaron sin causar daños significativos al cultivo fueron: Crisomelidos, áfidos y saltamontes, que se previnieron con las mismas técnicas que para mosca blanca y minadores.

#### 4.2.5 Control de enfermedades.

Las enfermedades tanto en el interior de la cubierta como en la intemperie estuvieron presentes durante todo el ciclo del cultivo, pero sin causar daños considerables. Se reportó a los 9 días después de la germinación y a los 15 días después del trasplante, la enfermedad conocida como mal del talluelo ( *Pythium* , *Rhizoctonia* sp. ) las plantas dañadas (15%) presentaron un adelgazamiento en el cuello del tallo a nivel del suelo, lo que ocasionó la muerte de la planta . El control se efectuó mediante la eliminación de plantas infectadas.

El virus del mosaico del tabaco (VMT) infectó a plantas situadas a la intemperie, por la incidencia de la mosca blanca; provocando un retardo en el desarrollo del cultivo a los 24 días después del trasplante y a principios de la floración. El control de esta enfermedad se realizó mediante el uso de trampas amarillas, barreras de sorgo, aplicaciones de té de ajo y leche en el follaje de las plantas.

También se presentó el tizón temprano (*Alternaria solani* ) y el tizón tardío ( *Phytophthora infestans* ); la incidencia de ambas enfermedades no fue significativa, ya que no ocasionaron daños considerables al cultivo.

#### 4.2.6 Enfermedades abióticas.

La deficiencia de calcio se presentó como un problema fundamental en la producción del cultivo, especialmente en el tratamiento con de fertilizante sólido (F2) donde los frutos fueron más afectados por la pudrición apical.

En CATIE ( 1990 ) se reporta que este daño se puede atribuir a una excesiva humedad, excesos de sales o a la carencia de un elemento en el fertilizante aplicado. J.A.Franco,(1998) coincide con que este problema se puede atribuir a una excesiva salinidad en la solución del suelo y por la limitada capacidad de las plantas para regular la distribución interna del calcio.

Uno de los factores que contribuyó a que se presentaran problemas de deficiencia de calcio fue el exceso de lavados y la no aplicación de un complemento de calcio en la formulación del fertilizante sólido.

Se presento también la enfermedad conocida como cara de gato en forma aislada en las plantas; en CATIE,(1990) se reporta que este problema se debe a los factores antes mencionados y a una inadecuada polinización.

#### 4.3 Altura promedio de plantas para las diferentes fases del cultivo.

La altura de las plantas se midió a partir de los 30 hasta los 111 días después de la siembra. El crecimiento fue ascendente hasta los 64 días; luego se estabilizó a partir de los 72 días después de la siembra.

En base a lo anterior se determinaron dos etapas bien marcadas en el crecimiento del cultivo: una vegetativa de los 30 a 64 días después de la siembra y otra de floración - fructificación, a partir de los 72 días después de la siembra.( figura 4 )

El análisis de varianza, muestra que para el factor condiciones ambientales existió una alta significancia al 1% y 5% de probabilidad, mientras que para fertilizaciones e interacciones, estadísticamente no son significativos, con la excepción de la interacción de los factores C x F a los 46 días después de la siembra en donde se presenta una alta significancia al 1% y 5% de probabilidad. ( cuadro 18 y figura 5 )

Al analizar independientemente cada factor se determinó que en cuanto a condiciones ambientales, las plantas cultivadas bajo la cubierta plástica (C1) presentaron mejores resultados que a la intemperie (C2). En relación a los tipos de fertilización se observa que no hubo diferencias significativas, con una tendencia a ser mejor el sistema de fertilización sólida.

Al evaluar la interacción entre factores se determinó que el mejor tratamiento fue el C1F2 y el que presentó menor resultado fue el C2F1 ( cuadro 19 )



CUADRO 18 Análisis de varianza de altura de plantas a los 30,46,64, 72 y 111 Días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas; ciudad merliot, 1998

ANVA PARA 30DDS

FdeV	GdeL	S.C	CM	F.Cal.	F tabla	
					1%	5%
CONDICIONES	1	113.860	113.860	25.64 **	11.26	5.3
ERROR	8	35.523	4.44			
FERTILIZACIONES	1	6.590	6.59	3.02 n.s		
INTERACCION	1	2.934	2.93	1.34 n.s		
ERROR	8	17.401	2.17			
TOTAL	19	176.300				

C.V= 13.48 %

ANVA PARA 46DDS

FdeV	GdeL	S.C	CM	F.Cal.	F tabla	
					1%	5%
CONDICIONES	1	244.30	244.30	77.88 **	11.26	5.3
ERROR	8	25.09	3.13			
FERTILIZACIONES	1	24.86	24.86	2.94 n.s		
INTERACCION	1	194.06	194.06	23.00 **		
ERROR	8	67.47	8.43			
TOTAL	19	555.79				

C.V = 15.07 %

ANVA PARA 64 DDS

FdeV	GdeL	S.C	CM	F.Cal.	F tabla	
					1%	5%
CONDICIONES	1	881.128	881.128	58.971 **	11.26	5.3
ERROR	8	119.534	14.942			
FERTILIZACIONES	1	18.183	18.183	0.85 n.s		
INTERACCION	1	4.930	4.930	0.23 n.s		
ERROR	8	170.920	21.365			
TOTAL	19	1194.695				

C.V = 9.29 %

ANVA PARA 72 DDS

FdeV	GdeL	S.C	CM	F.Cal.	F tabla	
					1%	5%
CONDICIONES	1	341.46	341.46	36.66 **	11.26	5.3
ERROR	8	74.50	9.31			
FERTILIZACIONES	1	21.30	21.30	1.35 n.s		
INTERACCION	1	28.41	28.41	1.80 n.s		
ERROR	8	125.89	15.73			
TOTAL	19	591.58				

C.V = 6.92 %

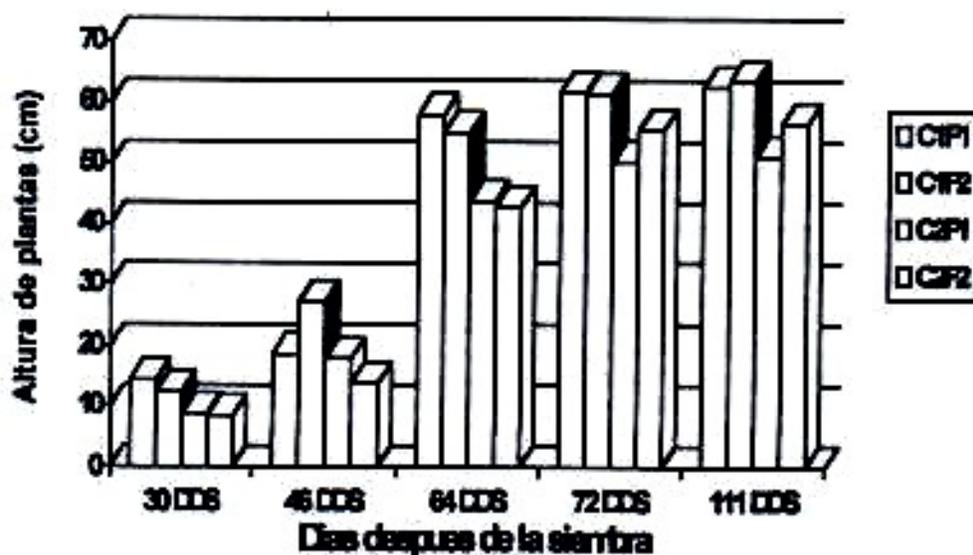
ANVA PARA 111 DDS

FdeV	GdeL	S.C	CM	F.Cal.	F tabla	
					1%	5%
CONDICIONES	1	456.968	456.968	44.98 **	11.26	5.3
ERROR	8	81.262	10.158			
FERTILIZACIONES	1	68.450	68.450	3.70 n.s		
INTERACCION	1	34.840	34.840	1.80 n.s		
ERROR	8	147.802	18.475			
TOTAL	19	789.330				

C.V= 7.40 %

CUADRO 19 Altura promedios de plantas para las diferentes fases en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas, ciudad merliot, 1998

FACTOR	ALTURA EN CM.				
	30DDS	46DDS	64DDS	72DDS	111DDS
C1	13.32	22.77	56.41	61.44	62.83
C2	8.55	15.78	43.13	53.17	53.27
F2	10.36	20.39	48.81	58.34	59.90
F1	11.51	18.16	50.72	56.20	56.27
C1F2	12.36	27.00	54.96	61.28	63.36
C1F1	14.28	18.54	57.86	61.60	62.30
C2F2	8.36	13.78	42.67	55.40	56.44
C2F1	8.74	17.78	43.59	50.10	50.95



GURA 4. Altura de las plantas para las diferentes fases, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot, 1998

FI

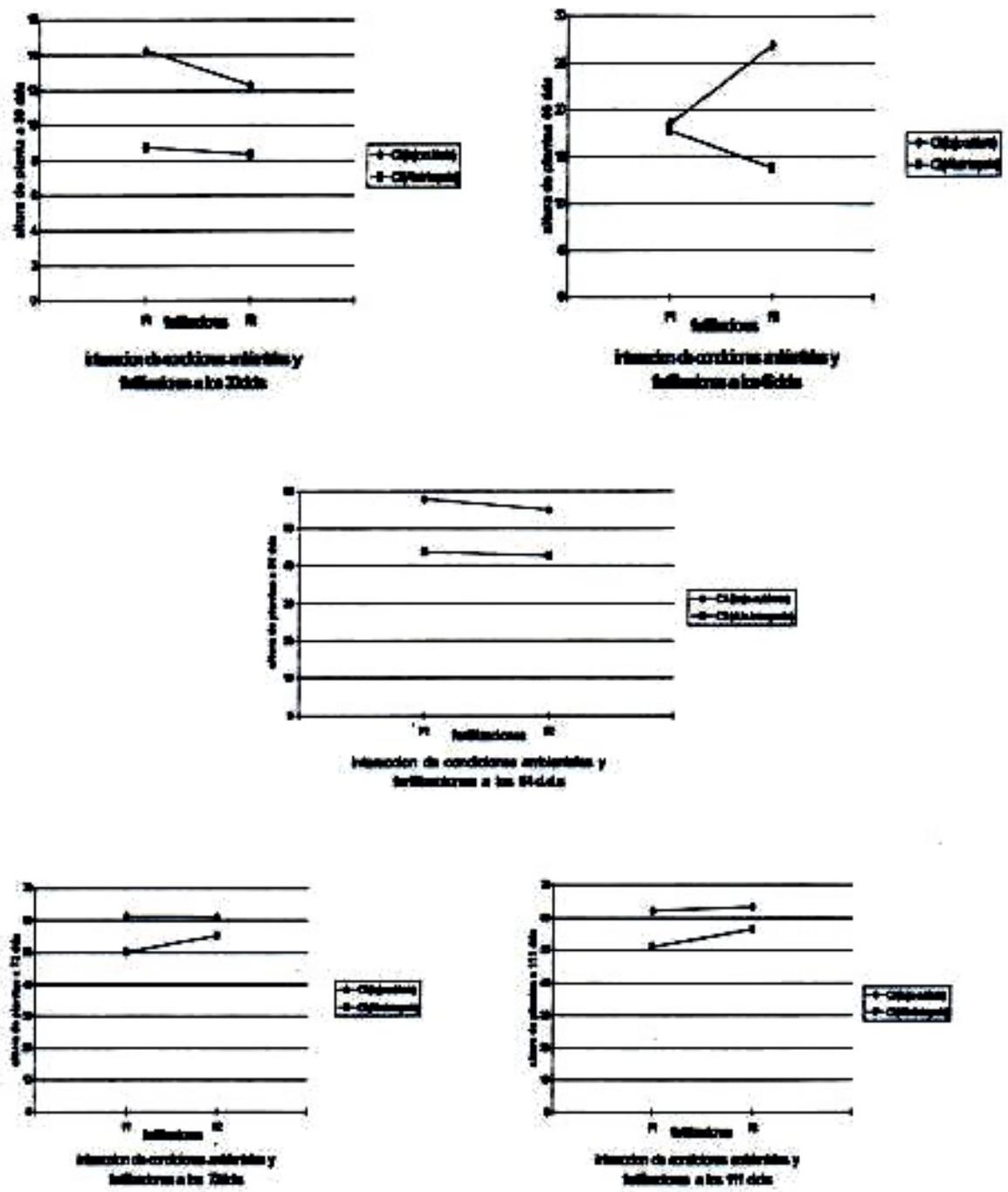


FIGURA 5: Interacción de condiciones de siembra y tipos de fertilización para la altura de plantas a los 30,46,64,72 y 111 días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate, Ciudad Merliot, 1998.

El mejor resultado obtenido en las plantas bajo la cubierta plástica se debió posiblemente a la mayor estabilidad que presentan las condiciones ambientales como la temperatura, precipitación pluvial, radiación solar y viento, ya que en la intemperie hubo mayor problema de plagas y enfermedades.

Esta hipótesis se puede reforzar con lo mencionado por Alpi ( 1991 ), quien afirma que el crecimiento y desarrollo de las plantas esta determinado por sus condiciones genotípicas y por las condiciones ambientales. Además menciona que entre las causas que impiden la expresión completa del potencial productivo de las plantas están las enfermedades y los parásitos.

Con los tipos de fertilización se determinó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, sin embargo el fertilizante sólido resultó más eficiente que la solución nutritiva, ya que aunque en las primeras etapas del cultivo no se observó una rápida asimilación de este, a medida la planta fue creciendo, la absorción por parte de las raíces se fue incrementando, mejorando el desarrollo de éstas. Mientras que la solución nutritiva, en las primeras fases del cultivo fue fácilmente asimilada por las plantas, pero luego debido a problemas presentados por exceso en algunos elementos, se comenzó a presentar un requemo en algunas plantas, lo que ocasiono una disminución en el crecimiento. Cabe mencionar que en las plantas situadas a la intemperie y fertilizadas con la solución nutritiva el requemo se reportó con mayor intensidad, debido posiblemente a las inclemencias de los factores climáticos y los daños ocasionados por las plagas y enfermedades.

Al analizar las interacciones entre factores, se determinó que en la mayoría de los casos las tendencias son paralelas por lo que se estima que no hubo interacción entre factores, con excepción de la altura a los 46 días después de la siembra, que reportó una alta significancia al 1 % y 5% de probabilidad, en base a lo anterior se determina que las condiciones ambientales actuaron en forma independiente a los tipos de fertilización.

En relación a la interacción a los 46 días, se podría decir que en estas las condiciones ambientales interactuaron en forma favorable con relación a los tipos de fertilización y en particular a la fertilización sólida, que presentó los mejores resultados.

#### 4.4 Diámetro promedio de tallo, para las diferentes fases del cultivo.

En el análisis de varianza para el diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra se observó que para las condiciones ambientales y tipos de fertilización no se presentó significancia estadística al 1% y 5% de probabilidad; pero si hubo interacción altamente significativa entre factores, por lo que se estima que el cultivo en esta etapa de desarrollo estuvo influenciado por las condiciones ambientales y los tipos de fertilización en forma combinada. ( cuadro 20)

Se podría atribuir el buen resultado del tratamiento C1F1 , a que las condiciones de temperatura y humedad relativa bajo la cubierta estuvieron dentro de los rangos óptimos para el buen desarrollo del cultivo; estos oscilan de acuerdo a Vilanova (1994) entre los 24°C y los 31°C . A parte de esto se podría atribuir el buen funcionamiento de la fertilización con soluciones nutritivas (F1) a que fueron fácilmente absorbidas por el sistema radicular de la planta. Marulanda,(1998)

Por su parte la baja asimilación del fertilizante sólido (F2) se puede atribuir a una posible lixiviación causada por un exceso de agua en el sustrato ocasionada por la lluvia o el riego abundante.

El análisis de varianza efectuado a los 46 días después de la siembra, demostró que no existieron diferencias significativas en las condiciones ambientales; pero con los tipos de fertilización se observó una alta significancia al 1% y 5%; en relación a la interacción de los factores se determinó que cada factor actúa en forma diferente, debido a esto no presenta significancia estadística. (cuadro 20 y figura 6 ).

Durante esta fase del cultivo se siguió presentando el mismo resultado, en el cual las plantas fertilizadas con soluciones nutritivas (F1) obtuvieron mejores diámetros que las tratadas con el fertilizante sólido (F2). esto se debió posiblemente al fácil aprovechamiento de las soluciones nutritivas por las raíces, en cambio el fertilizante sólido, primero tiene que ser descompuesto para luego ser absorbido.

El análisis de varianza a los 72 días después de la siembra reporta que aunque las condiciones ambientales hayan sido diferentes, con una ligera tendencia a ser mejor el tratamiento (C2), éstas no son significativas estadísticamente al 1% y 5%. Por el contrario

los tipos de fertilización resultaron altamente significativos tanto al 1% como al 5% . En relación a la interacción entre las condiciones y fertilizaciones (CxF), tampoco se presentó significancia estadística, aunque gráficamente se observe que hay interacción entre factores. ( cuadro 20 y figura 7 )

Los resultados obtenidos durante esta etapa variaron considerablemente con la tendencia que se había presentando en el desarrollo del cultivo, ya que el tratamiento C2F2 obtuvo los mejores resultados, por lo que se estima que aunque las condiciones ambientales dentro de la cubierta plástica pudieron ser las adecuadas, estas no influyeron considerablemente en el diámetro. Se observó también que la fertilización sólida (F2) presentó mejores resultados, tanto bajo la cubierta plástica como a la intemperie; esto pudo deberse a que el fertilizante sólido ya estaba siendo asimilado por las plantas en forma más eficiente. Las soluciones nutritivas habían presentado problemas en algunas plantas, debido al exceso de alguno de los elementos, esto pudo haber ocasionado una considerable reducción en el desarrollo del diámetro.

En la etapa final del cultivo (111 dds) El análisis de varianza indicó que para las condiciones ambientales hubo diferencia significativa al 5% de probabilidad, mientras que para los tipos de fertilización y la interacción entre ambos factores no existieron diferencias. ( cuadro 20 y figura 7 )

Los resultados obtenidos presentan un comportamiento similar al de los 72 dds por lo que se podría decir que éstos continuaron la tendencia a favorecer a los tratamientos evaluados bajo la fertilización sólida en comparación con las soluciones nutritivas, independiente de la condición ambiental en la que se encontraran.

El diámetro del tallo, se desarrolló desde los 30 días hasta los 111 días en forma ascendente. En este se observa que los tratamientos C1F1 y C2F2 presentaron una similitud en los resultados, con una mínima diferencia del 6%; por el contrario el de menor diámetro fue el C1F2. Por otra parte al analizar en forma independiente cada factor se determinó que para las condiciones ambientales el mejor resultado se obtuvo en plantas situadas bajo la cubierta plástica (C1) y para los sistemas de fertilización presentaron similares resultados, con una tendencia a ser mejor la fertilización a base de soluciones nutritivas (F1) (cuadro 21 y figura 7 )

CUADRO 20 Análisis de varianza de diámetro de tallo (mm) a los 30,46,72 y 111 días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot,1998

ANVA 30 DDS

F de V	G de L	S C	C M	F.calc.	F tabla 1% 5%
CONDICIONES	1	1.705	1.705	6.71 n.s	11.26 5.32
ERROR	8	2.033	0.254		
FERTILIZACION	1	0.251	0.251	2.62 n.s	
INTERACCION	1	14.382	14.382	150.62 **	
ERROR	8	0.764	0.095		
TOTAL	19	19.135			

C V = 8.67 %

ANVA 46 DDS

F de V	G de L	S C	C M	F.calc.	F tabla 1% 5%
CONDICIONES	1	2.635	2.635	2.816 n.s	11.26 5.32
ERROR	8	7.485	0.936		
FERTILIZACION	1	22.430	22.430	54.921**	
INTERACCION	1	0.480	0.480	1.76 n.s	
ERROR	8	3.267	0.408		
TOTAL	19	36.298			

C V = 8.71 %

ANVA 72 DDS

F de V	G de L	S C	C M	F. calc.	F. tabla 1% 5%
CONDICIONES	1	0.381	0.831	0.44 n.s	11.26 5.32
ERROR	8	6.801	0.850		
FERTILIZACION	1	8.924	8.924	10.13 *	
INTERACCION	1	1.133	1.133	1.28 n.s	
ERROR	8	7.045	0.881		
TOTAL	19	24.285			

C V = 11.78 %

ANVA 111 DDS

F de V	G de L	S C	C M	F.calc.	F. TABLA 1% 5%
CONDICIONES	1	1.152	1.152	7.83 *	11.26 5.32
ERROR	8	1.176	0.147		
FERTILIZACION	1	0.648	0.648	0.95 n.s	
INTERACCION	1	0.968	0.968	1.43 n.s	
ERROR	8	5.404	0.675		
TOTAL	19	9.348			

C V = 10.78%

CUADRO 21 Diámetro promedio de tallo (mm) para las diferentes fases del cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998

FACTOR	DIAMETRO DE TALLO ( m.m )			
	30 DDS	46DDS	72DDS	111DDS
C1	3.85	7.69	7.83	11.02
C2	3.27	6.97	8.10	11.50
F1	3.45	7.30	8.39	11.44
F2	3.67	6.27	8.63	11.08
C1 F1	4.59	7.40	8.60	11.42
C2 F2	4.23	5.75	9.01	11.54
C2 F1	2.31	7.20	8.18	11.46
C1 F2	3.12	6.79	8.26	10.62

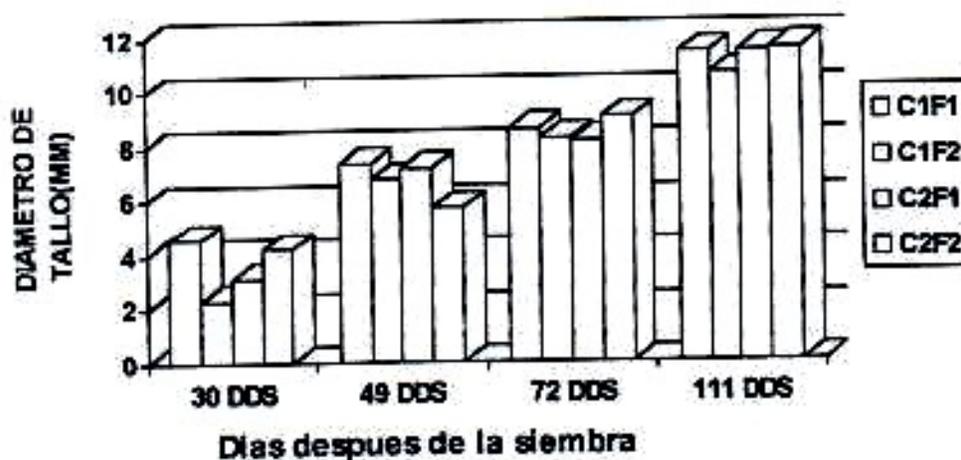


FIGURA 6. Diámetro de tallo promedio(mm) para las diferentes fases del cultivo Hidropónico de tomate(*Lycopersicum esculentum*) Ciudad merliot,1998

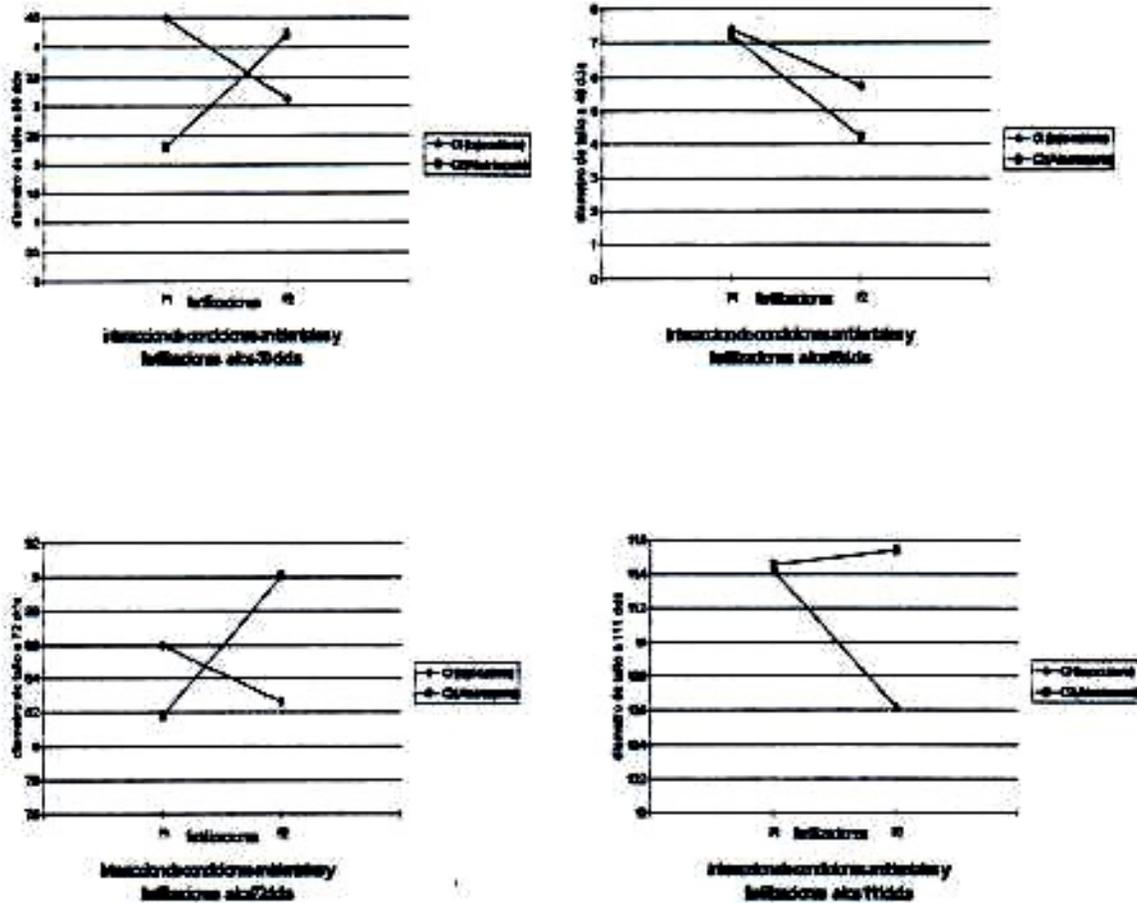


FIGURA 7. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el diámetro de tallo a los 30,46,72 y 111 días después de la siembra, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad Merliot,1998.

#### 4.5 Número promedio de racimos florales por planta a los 65 días después de la siembra.

En el análisis de varianza se reporto que para las condiciones ambientales existió una significancia estadística del 5%. y para las fertilizaciones existió significancia al 1% y 5% de probabilidad; por su parte la interacción entre ambos factores no resultó significativa.(cuadro 22 y figura 8 )

CUADRO 22 Análisis de varianza para el número promedio de racimos florales a los 65 días después del trasplante , en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum* ), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998

F de V	G de L	S. C	C M	F.CALC.	F. TABLA	
					1%	5%
CONDICIONES	1	1.250	1.250	9.63 *	11.26	5.32
ERROR	8	1.038	0.130			
FERTILIZACION	1	5.000	5.000	19.32 **		
INTERACCION	1	0.200	0.200	0.77 n s		
ERROR	8	2.070	0.259			
TOTAL	19	9.558				

CV = 8.09 %

En base a lo anterior se puede decir que la floración fue influenciada principalmente por el tipo de fertilización y en menor grado por las condiciones ambientales. En el análisis de medias se reporta que con respecto a las condiciones ambientales existieron diferencias en los tratamientos, con una ligera tenencia a ser mejor el tratamiento C1; por su parte los tipos de fertilización presentaron diferencias significativas, produciendo un efecto en la producción de racimos florales .

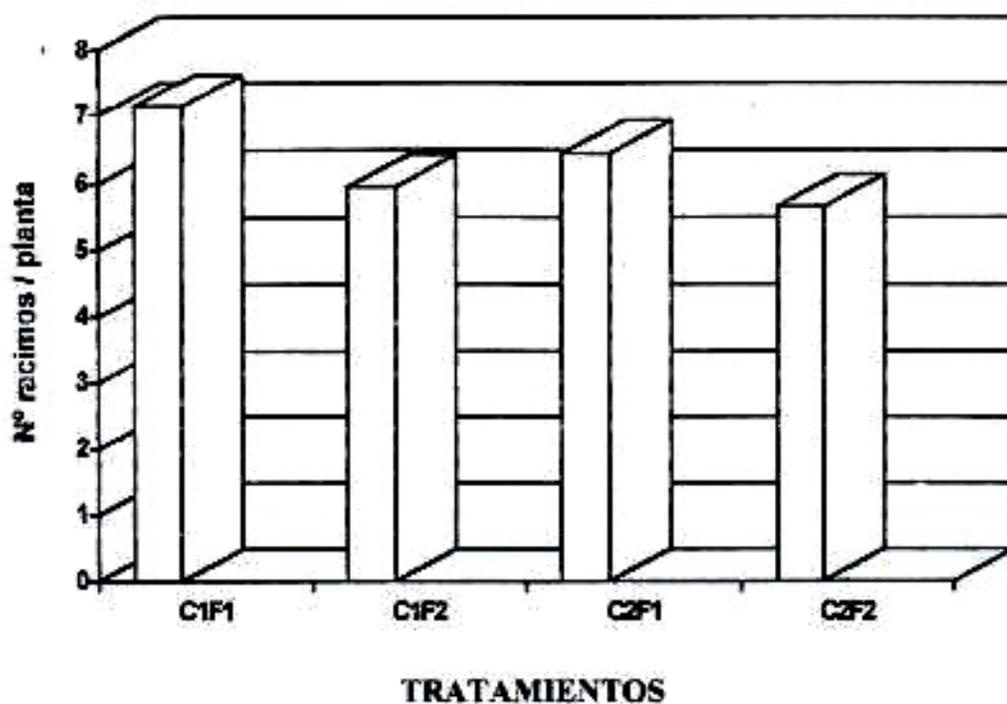
En cuanto a la interacción entre ambos factores, se observa que estadísticamente no fueron significativos aunque existieron diferencias entre ellos. En base a lo anterior se puede decir que el tratamiento con los mejores resultados fue el C1F1, superando en un 17% al de menor resultado que fue el C2F2. (cuadro 23 y figura 9 )

**Cuadro 23.** Número promedio de racimos florales a los 65 días después de la siembra en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*): evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot 1998.

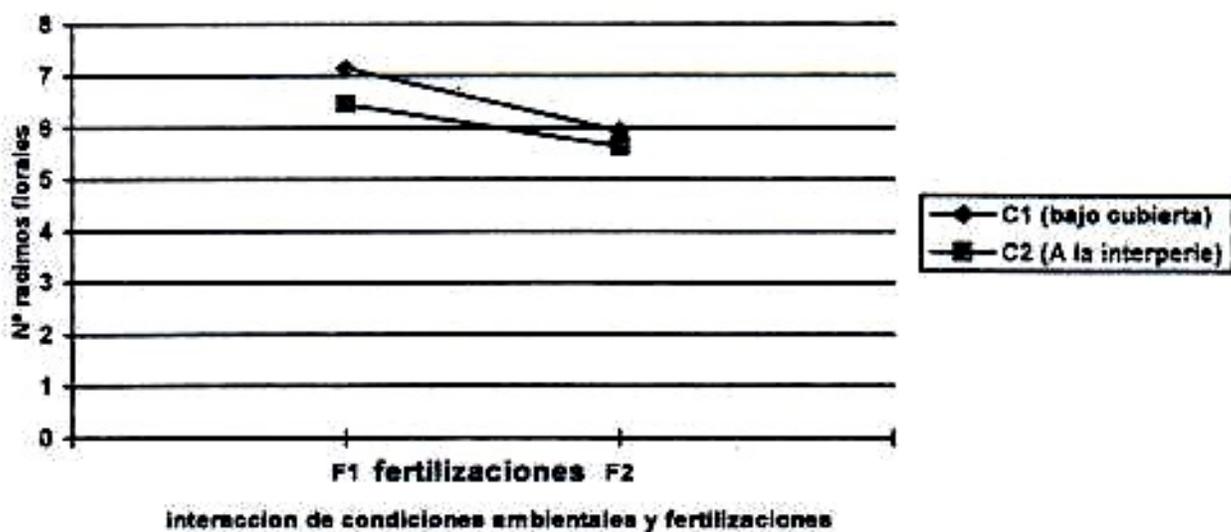
VARIABLE	PROMEDIO DE RACIMOS FLORALES	TOTAL DE RACIMOS FLORALES
C1	6.54	65.40
C2	6.04	60.40
F1	6.79	67.90
F2	5.79	57.90
C1F1	7.14	35.70
C2F1	6.44	32.70
C1F2	5.94	29.70
C2F2	5.64	28.20

De acuerdo a los resultados la condición ambiental C1 (bajo cubierta) superó a la condición C2 (a la intemperie) el número de Florales, debido posiblemente a que la cubierta plástica proporcione las condiciones adecuadas para una mejor floración. Las plantas a la intemperie, presentaron menor desarrollo debido posiblemente a la incidencia de plagas y enfermedades, una rápida evaporación del agua del sustrato y una mayor transpiración.

La fertilización a base de soluciones nutritivas (F1) supero a la fertilización sólida (F2), debido posiblemente a que las soluciones nutritivas fueron absorbidas en forma más rápida y continua que los fertilizantes sólidos y porque están mejor balanceadas en cuanto a su contenido de elementos mayores y menores. (Marulanda, 1998)



**FIGURA 8.** Número promedio de racimos florales por planta, en el cultivo Hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.



**FIGURA 9.** Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el número promedio de racimos florales, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1999

#### 4.6 Número promedio de frutos por racimo.

El análisis de varianza se indica que para el factor condiciones ambientales no existieron diferencias significativas al 1% y 5% de probabilidad estadística; en cuanto a los sistemas de fertilización se presentó una diferencia significativa al 5% por lo que se determinó que al igual que la variable anterior los tipos de fertilización influyeron en alguna medida en los resultados obtenidos. En relación a la interacción entre factores tampoco se presentaron diferencias estadísticas significativas. ( cuadro 24 y figura 10 )

CUADRO 24 Análisis de varianza para el número promedio de frutos por racimos en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicon esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas, ciudad merliot, 1998

F de V	G de L	S. C	C M	F.CALC.	F TABLA	
					1%	5%
CONDICIONES	1	0.0952	0.0952	2.92 n.s	11.26	5.32
ERROR	8	0.2600	0.0325			
FERTILIZACION	1	0.3699	0.3699	7.44 *		
INTERACCION	1	0.0135	0.0135	0.27 n.s		
ERROR	8	0.3960	0.0495			
TOTAL	19	0.7794				

C V = 8.09 %

En el análisis de medias se determinó que en relación a las condiciones ambientales, la condición bajo cubierta plástica (C1), presentó mejores promedios que la condición a la intemperie (C2). Por su parte en los tipos de fertilización el que presentó mejores resultados fue el de la fertilización a base de soluciones nutritivas (F1).

En la interacción de los factores C X F el tratamiento con mejores resultados fue el C1F1 superando al de menor resultado C2F2, en un 0.78% ( cuadro 25 y Figura 11 )

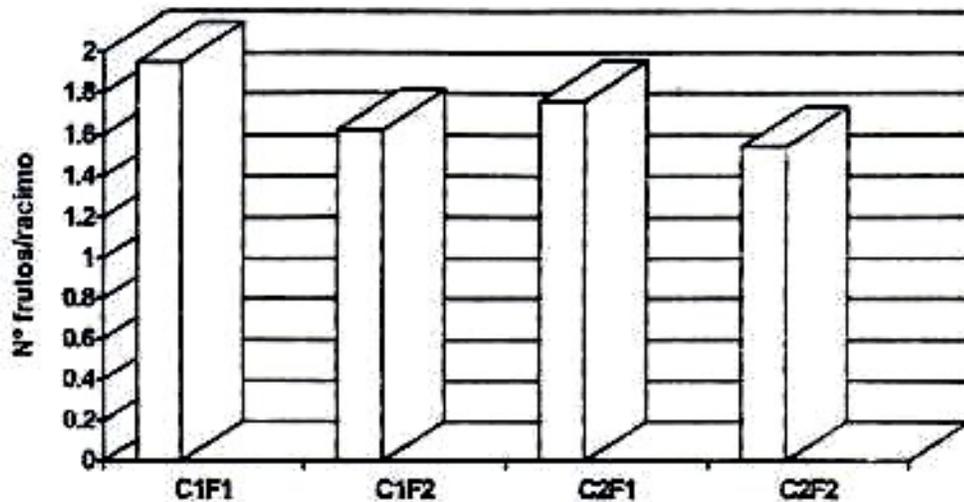
CUADRO 25. Número promedio de frutos por racimos, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998

VARIABLE	PROMEDIO DE FRUTOS POR RACIMO	TOTAL DE FRUTOS POR RACIMO
C1	1.78	17.88
C2	1.65	16.50
F1	9.27	92.70
F2	7.90	79.00
C1 F1	1.95	9.75
C2 F1	1.76	8.80
C1 F2	1.62	8.10
C2 F2	1.54	7.70

Al evaluar los resultados obtenidos en la investigación, se puede determinar que estos fueron inferiores a los obtenidos por Joyar (1994), quien obtuvo 2.6 frutos por racimo para la variedad Hayslip en una densidad de 9 plantas/ m<sup>2</sup>.

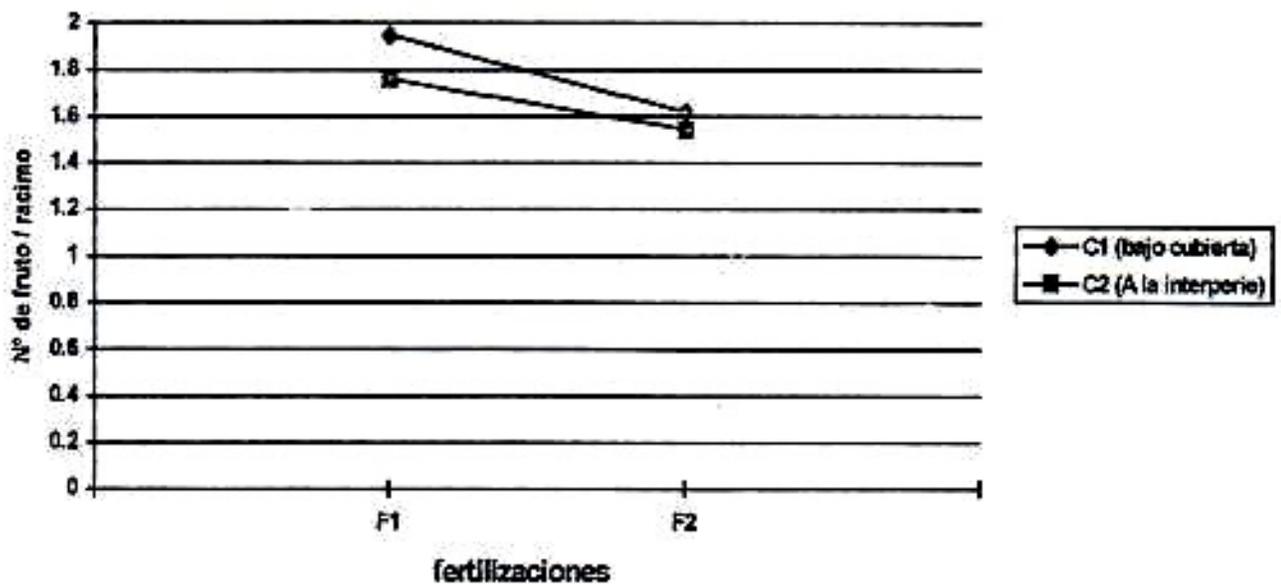
Vilanova (1992) reporta para la variedad Floradade un número promedio de 4 frutos por racimo en una densidad de 16 plantas /m<sup>2</sup>.

Es de mencionar que los resultados obtenidos en la investigación fueron inferiores a los reportados anteriormente, con 1.74 frutos por racimo en una densidad de 6.2 plantas/m<sup>2</sup>; debido a factores externos como el problema presentado por la toxicidad en las soluciones nutritiva y a la incidencia de plagas y enfermedades, entre otros.



TRATAMIENTOS

FIGURA 10. Número promedio de frutos por racimo, en el cultivo Hidropónico de tomate, Ciudad Merliot,1998



interaccion de condiciones ambientales y fertilizaciones

FIGURA 11. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el número promedio de frutos por racimo, en el cultivo hidropónico de tomate. Ciudad merliot,1998.



#### 4.7 Número promedio de frutos por planta.

El número promedio de frutos cosechados en el período comprendido desde los 97 a 115 dds, muestra en el análisis de varianza, que para las condiciones ambientales, fertilización e interacciones C x F, no existió significancia estadística, por lo que la producción de frutos no fue influenciada por factores de condiciones ambientales ni de fertilización, por lo que los resultados pueden atribuirse a las características genéticas y morfológicas de la variedad. ( cuadro 26 y figura 12 )

CUADRO 26. Análisis de varianza para el numero de frutos por planta, en el cultivo hidropónico del tomate (*Lycopersicum esculentum* var. Hayslip.), bajo dos condiciones de siembra y dos sistemas de fertilización química, Ciudad Merliot, 1998.

F de V	G de L	S. C	C M	F.CALC.	F TABLA	
					1%	5%
CONDICIONES	1	18.050	18.050	0.726 n.s	11.26	5.32
ERROR	8	202.70	25.330			
FERTILIZACION	1	162.450	162.450	1.955 n.s		
INTERACCION	1	8.450	8.450	0.1017n.s		
ERROR	8	664.60	83.075			
TOTAL	19	835.80	43.980			

C V = 8.09 %

En el análisis de promedios de frutos obtenidos durante la cosecha para cada unidad experimental, se pudo observar que en la condición bajo cubierta existió un mejor resultado en comparación a la intemperie. En cuanto a los tipos de fertilización, el fertilizante sólido presento mejores resultados que las soluciones nutritivas. Para el caso de las interacciones el mejor resultado lo presento el tratamiento C1 F2 y el menor C2F1 ( Cuadro 27 y Figura 13 )

Durante esta fase se observo claramente la mejor producción de los tratamientos bajo fertilización sólida, tanto bajo cubierta como a la intemperie, esto debido al exceso de sales solubles en la formula de las soluciones nutritivas.

CUADRO 27. Número promedio de frutos por planta, para cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas Ciudad merliot, 1998.

VARIABLE	PROMEDIO DE FRUTOS POR PLANTA	TOTAL DE FRUTOS POR PLANTA
C1	26	260
C2	24.1	241
F2	139.5	279
F1	111	222
C1 F2	28.2	141
C1 F1	27.6	138
C2 F2	23.8	119
C2 F1	20.6	103

La cantidad de frutos por m<sup>2</sup>, obtenidos para la variedad Hayslip fue en forma general de 66.75 frutos /m<sup>2</sup>, con una densidad de 6.2 plantas/ m<sup>2</sup>. Lo que es inferior a lo reportado por Joyar ( 1994 ), que obtuvo un rendimiento promedio en la variedad Hayslip de 136.33 frutos /m<sup>2</sup> pero con una mayor densidad de plantas de 12 plantas/m<sup>2</sup>. Por otra parte Hernández et\_al ( 1991 ), citado por Joyar ( 1994 ) que obtuvo un rendimiento de 178.86 frutos / m<sup>2</sup>, que supera a los anteriores rendimientos .

Ibarra et\_al ( 1992 ), citado por Joyar ( 1994 ), al evaluar soluciones nutritivas para cultivos hortícolas en hidroponía con la variedad Homested 24, obtuvo un rendimiento promedio similar al obtenido en la presente investigación, esta fue de 31.8 frutos / m<sup>2</sup> en una densidad de 4 plantas / m<sup>2</sup>.

El rendimiento por área útil fue de 128.16 frutos, inferior al obtenido por Joyar ( 1994 ), que produjo 136.33 frutos por parcela. El rendimiento total, presenta una similar tendencia, ya que se obtuvo un total 2,563.20 frutos; menor a lo producido por Joyar (1994), que obtuvo 3,271.92 frutos. la diferencia en cuanto a producción pudo deberse a los factores antes mencionados.

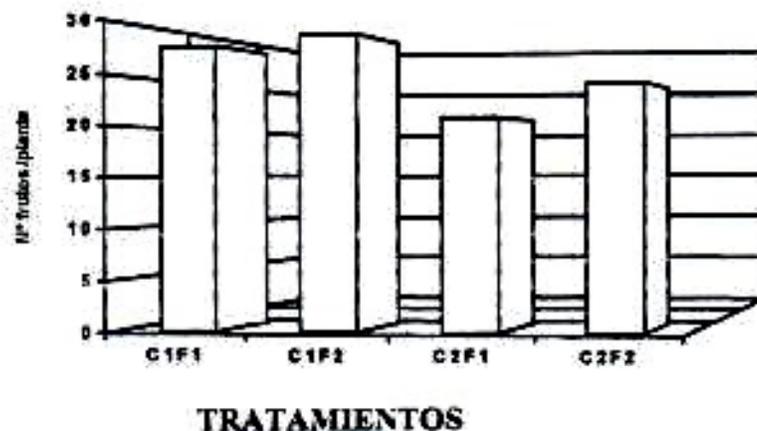
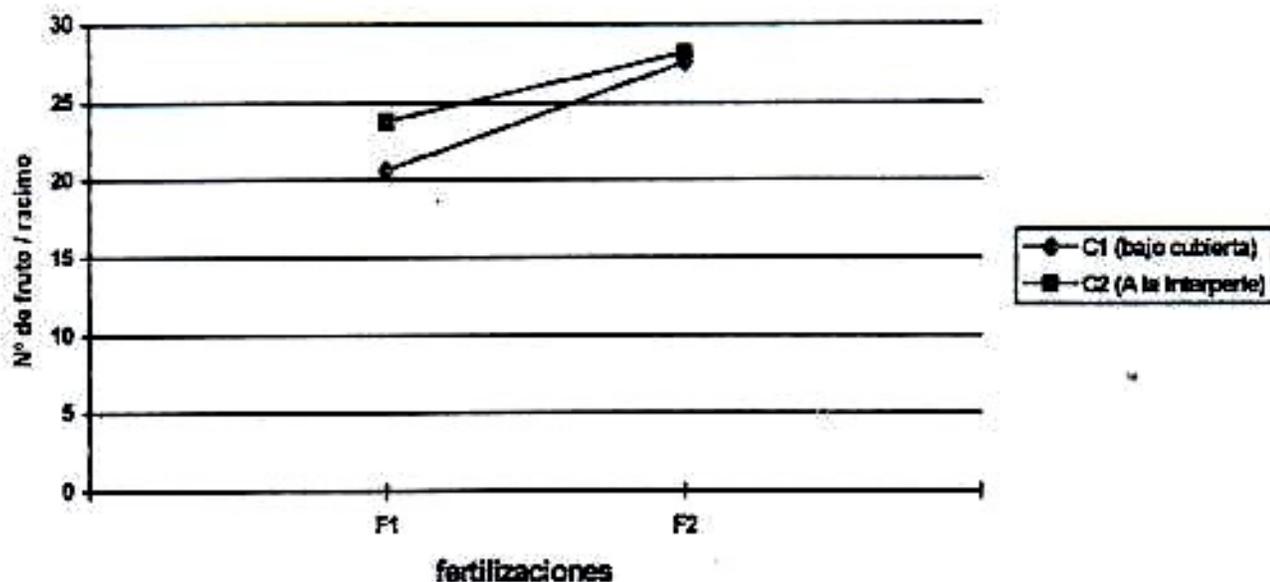


FIGURA 12. Número promedio de frutos por planta, en el cultivo Hidropónico de tomate ( *Lycopersicum esculentum* ) Ciudad merliot,1998



interacción de condiciones ambientales y fertilizaciones

FIGURA 13. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización, para el número promedio de frutos por planta, en el cultivo hidropónico de tomate( *Lycopersicum esculentum*). Ciudad merliot,1998.

#### 4.7 Diámetro promedio de fruto.

El análisis de varianza indica que no existió significancia estadística al 1% y 5% para los condiciones ambientales, tipos de fertilización e interacción entre ambos, por lo que su acción es de forma independiente. (cuadro 28) (figura 14 )

CUADRO 28. Análisis de varianza para diámetro promedio de frutos, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998

F de V	G de L	S C	C M	F.CALC.	F. TABLA	
					1%	5%
CONDICIONES	1	0.512	0.512	1.356 n s	11.26	5.32
ERROR	8	3.020	0.378			
FERTILIZACION	1	0.338	0.338	1.379 n s		
INTERACCION	1	0.032	0.032	0.130 n s		
ERROR	8	1.960	0.245			
TOTAL	19	5.862				

CV = 9.2 %

En el análisis de medias se observa que la diferencias existentes entre los factores en estudio no son significativas, por lo que se podría decir que cualquier diferencia entre ellas es producto del azar.

En base a los promedios obtenidos en la interacción entre factores se determina que el mejor tratamiento fue el C1F2 , el cual supera en un 10% al C2F1 donde se obtuvieron los frutos con menor diámetro. ( cuadro 29 y figura 15 )

CUADRO 29. Diámetro promedio de fruto en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998

VARIABLE	DIAMETRO PROMEDIO DE FRUTO ( Cm )	TOTAL DE FRUTOS
C1	5.49	54.900
C2	5.17	51.700
F2	5.46	54.600
F1	5.20	52.000
C1 F2	5.58	27.900
C1 F1	5.40	27.000
C2 F2	5.34	26.700
C2 F1	5.00	25.000

En relación al diámetro del fruto se podría decir que estos fueron similares a los reportados por Joyar( 1994 ) en su investigación sobre la evaluación de dos variedades de tomate en tres densidades de siembra, en la cual obtuvieron diámetros promedios de 5.49 a 5.51 cm

Vilanova ( 1992 ), en la investigación preliminar de cultivos hidropónicos en escoria volcánica, reporta que para la variedad Floradade, obtuvo un diámetro promedio de 5.95 cm. en tomate transplantado, dicho resultado es relativamente superior debido posiblemente a características genéticas de la variedad.

Resh ( 1993 ), recomienda podar frutos en los racimos para obtener un diámetro y maduración más uniforme en el racimo; esto también previene el rompimiento de este.

Es importante mencionar que la cubierta plástica pudo beneficiar el desarrollo del fruto, debido posiblemente a una mejor protección de estos en comparación con los que se desarrollaron a la intemperie, que fueron afectados por daños de plagas enfermedades, lluvia y radiación solar, entre otros.

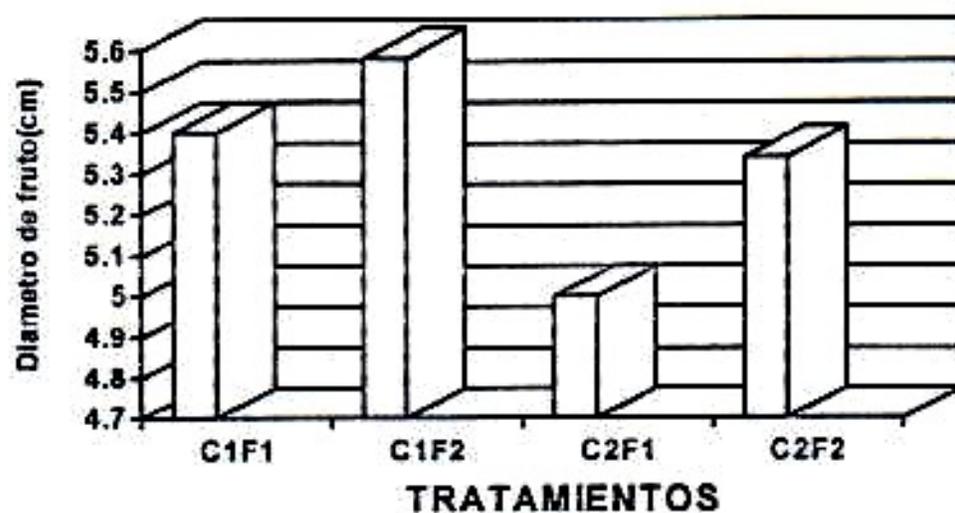


FIGURA 14. Diámetro de fruto promedio ( cm ) en el cultivo hidropónico de tomate ( *Lycopersicum esculentum* ). Ciudad merliot, 1998



interacción de condiciones ambientales y fertilizaciones

FIGURA 15 Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización, para el diámetro promedio de fruto ( cm ) , en el cultivo hidropónico de toma ( *Lycopersicum esculentum* ) Ciudad merliot,1998.

#### 4.8 Peso ( kg ) promedio de fruto.

En el análisis de varianza realizado, se determinó que para las condiciones ambientales, fertilizaciones e interacción entre ambos, no existieron diferencias significativas al 1% y 5 % de probabilidad estadística; por lo que se estima que cualquier diferencia entre estos es producto del azar. (cuadro 30 y figura 16 )

CUADRO 30. Análisis de varianza para el peso( kg ) de fruto, en el cultivo hidropónico de tomate (Lycopersicum esculentum) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot,1998

F de V	G de L	S C	C M	F CALC.	F TABLA	
					1%	5%
CONDICIONES	1	0.155	0.155	0.244 n s	11.26	5.32
ERROR	8	0.633	0.633			
FERTILIZACION	1	0.298	0.298	0.596 n s		
INTERACCION	1	0.003	0.003	0.005 n s		
ERROR	8	3.994	0.499			
TOTAL	19	9.517				

C V = 19.42 %

Al evaluar independientemente los pesos promedios de los frutos obtenidos para cada factor, se observó que para las condiciones ambientales, existieron diferencias en los resultados con una tendencia a ser mayor el tratamiento C1 (bajo cubierta). En cuanto a los tipos de fertilización el mejor resultado se obtuvo en la fertilización F2 (fertilizante sólido), superando al de menor resultado F1 en un 7%

En relación a la interacción entre los factores, se determinó que el mejor tratamiento fue el C1F2, que superó en un 12 % al C2F1. Con este último se obtuvieron los frutos de menor peso ( cuadro 31 y figura 17 )

CUADRO 31. Peso(Kg) promedio de frutos, en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.

VARIABLE	PROMEDIO DE PESO DE FRUTO (Kg.)	TOTAL DE PESO DE FRUTO (kg)
C1	0.105	1.05
C2	0.100	1.00
F2	0.106	1.06
F1	0.099	0.99
C1 F2	0.109	0.54
C2 F2	0.103	0.51
C1 F1	0.101	0.50
C2 F1	0.097	0.48

Los resultados obtenidos para el peso del fruto, son similares a los reportados por Joyar (1994) que obtuvo pesos promedios de 0.106 kg para la variedad Hayslip.

En investigaciones realizadas en CATIE Costa rica(1990), con la variedad Hayslip, se obtuvieron pesos promedios de 0.150 Kg. por fruto. Por su parte Vilanova(1992), reporta en investigaciones con la variedad Floradade, pesos promedio de 0.133 Kg. por fruto.

El peso del fruto esta determinado por la variedad, así como también por los factores ambientales, ya que como se observa en los resultados los frutos cosechados de las plantas bajo la cubierta plástica presentaron mejor peso que los de la intemperie; esto debido posiblemente a que los primeros estuvieron mejor protegidos de las condiciones ambientales (precipitación pluvial, radiación solar, temperatura, etc.)

por su parte el tipo de fertilización también produjo variaciones en cuanto a resultados obtenidos, ya que la fertilización sólida aventajo a las soluciones nutritivas tanto en esta como en las anteriores variables,

A parte, se podría decir que el peso del fruto esta relacionado con otros factores como diámetro del fruto y el número de frutos por planta, ya que al existir frutos con mayor diámetro, el peso de estos tiende a aumentar; por consiguiente al haber mayor número de frutos por planta, el rendimiento total obtenido tiende a incrementarse.

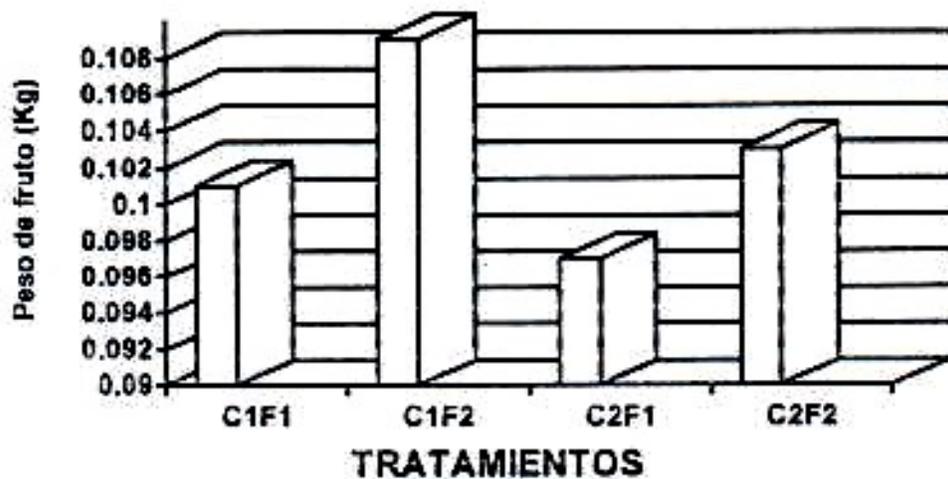


FIGURA 16 Peso promedio de fruto (Kg), para el cultivo Hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*). Ciudad merliot,1998.

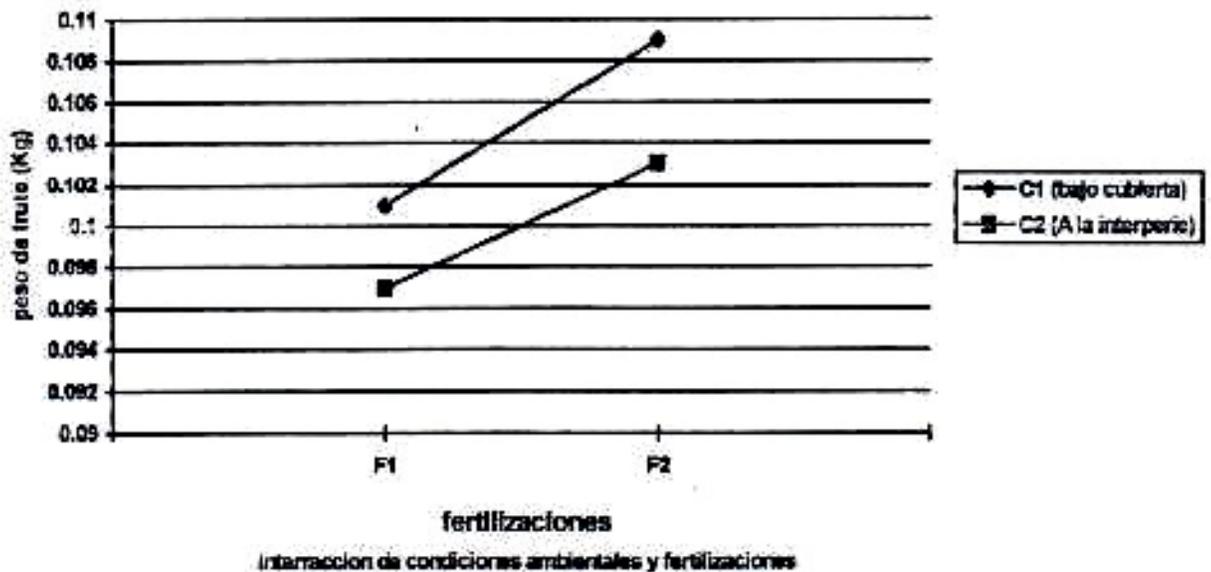


FIGURA 17. Interacción de condiciones ambientales y tipos de fertilización para el peso de fruto (Kg), en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*). Ciudad merliot,1998

#### **4.9 Coeficiente de variación.**

Los resultados obtenidos en los datos, para los diferentes tratamientos evaluados en el ensayo, se determinó que dichos valores oscilan entre 0 a 20 %, por lo que se pueden considerar entre bastante y altamente representativos ( cuadro 14 ).

### **5. ANALISIS ECONOMICO**

Para el análisis económico se consideraron los tratamientos con mejor resultado, que fueron C2F2 ( cultivo a la intemperie a base de fertilizante sólido ) y C2F1 ( cultivo a la intemperie a base de soluciones nutritivas ).

Cabe mencionar que estos tratamientos se escogieron en base a la relación beneficio costo, a la vez porque en dichos tratamientos se invierte menos en su implementación. Los tratamientos bajo cubierta tuvieron un mayor costo, debido a la inversión realizada con la construcción de la cubierta. Por otra parte los tratamientos a la intemperie presentaron una adecuada relación beneficio costo, de donde se estima que el tratamiento con mayor rentabilidad fue C2F1 ( cultivo a la intemperie a base de soluciones nutritivas ), ( cuadro 34 y cuadro 36 ).

CUADRO 32. Costos estimados para el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), fertilizado a base del fertilizante sólido BLAUKORN más el foliar BAYFOLAN, ciudad merliot, 1998.

DETALLE	CANTIDAD	COSTO/UNID.(¢)	TOTAL (¢)
<b>MATERIALES.</b>			
- Bolsas de polietileno	200 bolsas	10.00/ 100 bolsas	20.00
- Cascajo piedra pómez	5 m <sup>3</sup>	15.00/m <sup>3</sup>	75.00
- Granza de arroz	0.5 m <sup>3</sup>	100.00/m <sup>3</sup>	50.00
- Varas de bambú	20 varas de 2m.	5.00/vara	100.00
- Alambre de amarre	1 libra	6.50/ libra	6.50
- Pita de nylon	½ rollo	10.00/rollo	5.00
			<b>subtotal <u>256.50</u></b>
<b>EQUIPO</b>			
- Bomba de mochila 1/	1	41.60/ mes	<b>166.40</b>
<b>INSUMOS</b>			
- Semilla de tomate	1 g.	1.45/g.	1.45
- Fertilizante BLAUKORN	15.42 libra	6.75/ libra	104.08
- Fertilizante BAYFOLAN	1.5 litros	40.00/litro	60.00
- Insecticida Botánico	3.5 litros	5.00/ litro	17.50
- Plástico amarillo	1 yarda	8.00/ yarda	8.00
- Aceite de cocina	½ litro	20.00/litro	10.00
			<b>subtotal. <u>201.03</u></b>
<b>OTROS</b>			
Mano de obra	36.25 d/h	15.00 /d/h	<b>543.75</b>
			<b>TOTAL. 1167.68</b>

1/ Dato estimado en base al costo del alquiler de la bomba de mochila.

CUADRO 33. Costos estimados para el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*), fertilizado a base de soluciones nutritivas.  
Ciudad merliot, 1998.

DETALLE	CANTIDAD	COSTO/UNID.(¢)	TOTAL (¢)
<b>MATERIALES.</b>			
- Bolsas de polietileno	200 bolsas	10.00/ 100 bolsas	20.00
- Cascajo piedra pómez	5 m3	15.00/m3	75.00
- Granza de arroz	0.5 m3	100.00/m3	50.00
- Varas de bambú	20 varas de 2m.	5.00/vara	100.00
- Alambre de amarre	1 libra	6.50/ libra	6.50
- Pita de nylon	½ rollo	10.00/rollo	5.00
			<b>subtotal <u>256.50</u></b>
<b>EQUIPO</b>			
- Baldes plásticos de 5 Gal	2	8.00/ balde	16.00
- Jeringa de 12 cc.	1	2.00 c/u	2.00
			<b>subtotal. 18.00</b>
<b>INSUMOS</b>			
- Semilla de tomate	1 g.	1.45/g.	1.45
- Solución Nutritiva	15.6 litros	10.00 /litro	156.00
- Insecticida Botánico	3.5 litros	5.00/ litro	17.50
- Plástico amarillo	1 yarda	8.00/ yarda	8.00
- Aceite de cocina	½ litro	20.00/litro	10.00
			<b>subtotal. <u>192.95</u></b>
<b>OTROS</b>			
Mano de obra	36.25 d/h	15.00 /d/h	<b>543.75</b>
			<b>TOTAL. 1011.20</b>

CUADRO 34. Ingresos y costos por tratamiento en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) evaluado a dos condiciones de siembra y dos fertilizaciones químicas. Ciudad merliot, 1998.

DETALLE	C1F1	C1F2	C2F1	C2F2
RENDIMIENTO	139.00 kg.	104.00 kg.	109.00 kg.	88.00 kg.
BENEF.BRUTO	₡ 1390.00	₡ 1040.00	₡ 1090.00	₡ 880.00
<b>COSTOS VARIABLES</b>				
- MATERIALES	128.25	128.25	128.25	128.25
- EQUIPO	9.00	83.20	9.00	83.20
- MANO DE OBRA	271.87	271.83	271.83	271.83
<b>INSUMOS</b>				
- Semilla de tomate	0.72	0.72	0.72	0.72
- Solución nutritiva	78.00	—	78.00	—
- Fertilizante sólido	—	82.04	—	82.04
- Insecticida botánico	8.75	8.75	8.75	8.75
<b>OTROS</b>				
- Cubierta plástica 1/	361.80	361.00	—	—
- Barrera de sorgo	—	—	6.25	6.25
- Plástico amarillo	4.00	4.00	4.00	4.00
- Aceite vegetal	5.00	5.00	5.00	5.00
<b>COSTO TOTAL</b>	₡ 867.39	₡ 945.63	₡ 511.84	₡ 590.08
<b>INGRESO NETO</b>	₡ 522.61	₡ 94.37	₡ 578.16	₡ 289.92
<b>BENEFICIO/ COSTO</b>	₡ 1.60	₡ 1.09	₡ 2.12	₡ 1.49

1/ Dato estimado en base a la depreciación mensual de la cubierta plástica.

CUADRO 35. Costos de construcción de la cubierta plástica.

DETALLE	CANTIDAD	COSTO/UNI(¢)	COSTO TOTAL(¢)
<b>Materiales.</b>			
- Ladrillo de obra	714 ladrillos	0.50	357.00
- Arena	4 m <sup>3</sup>	40.00	160.00
- Cemento gris	5 bolsas	38.40	192.00
- Clavos 2,3,4 y 5"	24 libras	4.15	99.60
- Soquetes de cemento	12 soquetes	25.00	300.00
- Pernos de 7 ½"	24 pernos	1.50	36.00
- Plástico agrícola	17.4 libras	15.00	261.00
- Malla caza insectos	40.0 m.	140.00	5,600.00
-Madera de pino(cuartón, coetancra, tablancillo, tabla, regla pacha.)			2,563.04
- Alambre galvanizado	67.0 libras	7.00	469.25
- Bisagras, pasadores y aladeras.			68.84
- Tubos de PVC	16.0 m.	6.00	96.00
- Accesorios de tubería			90.00
- Vara de bambú	100 varas	5.00	500.00
- Cascajo de pómez	2 m <sup>3</sup>	15.00	30.00
<b>TOTAL</b>			<b>10,822.73</b>

## 7. CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento en peso de frutos se obtuvo con la siembra bajo cubierta utilizando soluciones nutritivas ( C1F1).
- El menor rendimiento en peso de frutos se obtenido con la siembra a la intemperie utilizando fertilizante solido ( C2F2).
- La mayor rentabilidad se produjo con el tratamiento a la intemperie utilizando soluciones nutritivas (C2F1), debido a sus bajos costos de producción e ingresos elevados.
- El menor rentabilidad se obtuvo con la siembra bajo cubierta plástica utilizando fertilizante sólido (C1F2).
- Aunque no hubo diferencia en el efecto de las fertilizaciones, se observó una tendencia a ser mejor la fertilización sólida.
- La fertilización sólida puede ser utilizada en el cultivo hidroponía de tomate, en vez de las soluciones nutritivas, debido a su fácil manejo.
- La utilización de una cubierta plástica para el cultivo hidróponico de tomate, regula los factores ambientales y reduce considerablemente la incidencia de plagas y enfermedades.

## 8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el cultivo de tomate en hidroponía establecerlo bajo una cubierta plástica, con aplicaciones de fertilizantes sólidos o el uso alternativo de soluciones nutritivas, dependiendo de la disponibilidad económica y recursos existentes en la zona.
- En las plantas fertilizadas con soluciones nutritivas, hacer por lo menos dos lavados semanales a fin de evitar excesos de sales que pueden producir toxicidad.
- Para fertilizar el cultivo de tomate, utilizar dosis de 200 ml / planta de solución nutritiva; para la fertilización sólida, se pueden utilizar dosis de 12g, 21g y 50g / planta del fertilizante Blaukorn, en las fases de trasplante, floración y fructificación respectivamente; del fertilizante foliar Bayfolan se puede utilizar 15cc/ litro de agua haciendo una aplicación semanal durante todo el ciclo del cultivo.
- En caso de implementar un cultivo bajo cubierta utilizar materiales de construcción de bajo costo y de fácil adquisición, con el fin de disminuir los costos de implementación.

1. ALPI, A. 1991. Cultivos en invernadero, Mundiprensa, Madrid España, 185p
2. ARANDA, J ; 1998. Manual de huertas hidropónicas, Instituto Nicaraguense de la mujer ( INIM ), Managua Nicaragua. 40p
3. ARREAGA, F; 1996. Respuesta del cultivo hidropónico del pepino( Cucumis sativus) a cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador; San salvador El Salvador. 128p.
4. AVELAR, A. 1998. Efecto del Asocio maíz (Zea mays), Tomate (Lycopersicum esculentum) en la incidencia de mosca blanca (Bemisia tabaci) y otras plagas del tomate. Tesis Ing. Agr. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de El Salvador. 128p
5. CAMPOS, G. 1992. Interacción de programas de fertilización y distanciamientos de siembra en el cultivo hidropónico de la remolacha (Beta vulgaris) Tesis Ing. Agr. Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de El Salvador. 128p
6. CARRILLO, R. 1992. Evaluación de la interacción de tres sustratos con programas de fertilización tradicionales y aminoproteínas en zanahoria (Daucus carota) bajo la técnica de hidroponía. Tesis Ing. Agr. Facultad de ciencias agronómicas. Universidad de El Salvador . P 30-35

7. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.  
1990. Proyecto Regional de Manejo integrado de plagas. Guía para el manejo de plagas del tomate. Turrialba , Costa Rica. 138p.
  
8. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA Y FORESTAL; 1993.  
Programa de hortalizas, Guía técnica, San Andrés La libertad, El Salvador. 11p
  
9. CENTRO DE INVESTIGACIONES DEL MEJORAMIENTO DEL MAIZ Y TRIGO  
1990. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, una metodología de evaluación económica, Edición revisada, México DF. México.  
P 1,2,3.
  
10. COLJAP INDUSTRIAS AGROQUÍMICAS. 1991. La nutrición de las plantas;  
Aprenda fácil. Cultivos Hidropónicos. Vol. 13. Bogotá, Colombia. 11p
  
11. CORTEZ;E. 1985. Determinación de las curvas de absorción y acumulación de los nutrientes N- P- K- Ca- Mg- Cu- Mn- Fe- Zn; en tomate (Lycopersicum esculentum). Tesis Lic. QQ.FF. Universidad de El Salvador, San salvador El Salvador. 36p
  
12. FOGG;G,E.1973. El crecimiento de las plantas. Editorial universitaria. Buenos aires, Argentina. P 270-273.
  
13. FRANCO,J.A 1998. Revista de hortalizas, flores, plantas ornamentales y viveros  
Nº 126,vol.18. Sevilla España. P 90-92.

14. FREED, R. 1990. A software program for design, management and analysis of agronomic research experiments user's guide to MSTAC, this a manual to use in learning, program. michigan state university. U.S.A 106p.
  
15. FUNDACION SALVADOREÑA PARA EL DESAROLLO ECONOMICO Y SOCIAL. 1989. Evaluación de variedades de cultivos hortícolas, programa de diversificación agrícola. San salvador El Salvador. 47p.
  
16. GRAVENA,S. 1984. manejo integrado de la mosca blanca en cultivares de tomate de crecimiento determinado, probando reducción de virosis. manejo integrado de plagas; San jose Costa Rica. 35p.
  
17. GUDIEL,V.M. 1987 Manual agrícola super B, 6º edición , Guatemala. P 200-202.
  
18. JOYAR TIZNADO,F 1994. Evaluación de densidades y variedades de tomate de crecimiento determinado en el cultivo hidropónico, utilizando escoria volcánica como sustrato. Facultad de agricultura e investigación agrícola " Julia Hill O'sullivan" Universidad doctor José Matias Delgado. 129p
  
19. LAGOS, J.A. 1983. Compendio de Botánica sistemática. Dirección de publicaciones e impresos, Ministerio de Educación, San salvador El Salvador. P 212-213.
  
20. MARULANDA, C. 1995. Hidropónia popular, cultivos sin tierra, Guia técnica. Consultoria de hidropónia popular, PNUD-INIFOM. Managua Nicaragua. 24p

21. ————. 1998 *Hidroponia simplificada, Guia para el manejo de huertos Hidropónicos. Proyecto Nacional de Hidroponia simplificada. MAG-PNUD. San salvador El Salvador. 17p*
22. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1992. *Almanaque Meteorológico Salvadoreño , Centro de Recursos Naturales, servicio de meteorología e hidrología, Soyapango, San Salvador, El Salvador. 83p.*
23. ————. 1962. *Cuadrante 2357,III . Departamento de la Libertad. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. Levantamiento General de Suelos El matazano, Ilopango, San salvador El Salvador.*
24. MORALES SARMIENTO,R. 1993. *Efectos biocidas de extractos acuosos de paraíso ( Melia azaderach ) y chile picante ( Capsicum frutescens ) en el control de insectos plagas de tomate ( Lycopersicum esculentum ) Tesis Lic. en Biología, Escuela de Biología. Universidad de El Salvador, San salvador El Salvador. P- 43.*
25. PENNINGSFELD. D,F. 1975. *Cultivos Hidropónicos y en turba. Editorial Mundiprensa. Madrid, España 300p*
26. QUIRINO PORTILLO, A . 1988. *Efecto de la aplicación del Bioabono en el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate ( Lycopersicum esculentum ) Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador San salvador El Salvador. P- 50.*

27. RESH, M. 1997. Hidroponic tomatoes for the home gardener. wood bridge press, Santa barbara, California. U S A 142p.
28. SAMPEIRO,G. 1997. Hidroponía básica. Editorial Diana, México DF. México 155p
29. TURNER, I . 1946. Horticultura y Floricultura sin tierra, Editorial Hispanoamericana, Mexico DF, México. P 10 - 59
30. VILANOVA, R. 1992. Evaluación preliminar del cultivo hidropónico de especies hortícolas utilizando la escoria volcánica roja como sustrato I. San salvador El salvador. Universidad de El Salvador. 47p
31. —————, 1992. Evaluación preliminar del cultivo hidropónico de especies hortícolas utilizando la escoria volcánica roja como sustrato II. San salvador El salvador. Universidad de El Salvador. 42p
32. —————, 1997. Fisiología del cultivo de tomate, Separata de la cátedra de fisiología vegetal. Departamento de filotecnia, facultad de ciencias agronómicas, Universidad de El Salvador, San salvador El Salvador. 19p.

# ANEXOS

CUADRO A-1. Principales plagas del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum)

PLAGA	N. CIENT.	DAÑOS PRINCIPALES
Mosca Blanca	<u>Bemisia tabaci</u> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vector del Virus del Mosaico del Tabaco (VMT )</li> <li>- Ataca principalmente durante las primeras semanas de la germinación</li> <li>- Succiona la savia de las plantas, por lo que estas se debilitan y se vuelven susceptibles al ataque del virus.</li> </ul>
Gusano del Fruto.	<u>Ellothia zea</u> <u>Spodoptera sp.</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforan frutos y tallos y los contaminan con heces y mudas.</li> <li>- Provocan la caída de los botones florales.</li> <li>- Prefieren dañar frutos verdes.</li> <li>- Provocan mayor daño en estado larvario.</li> <li>- El umbral económico es de 1 larva por cada 5 plantas examinadas.</li> </ul>
Mínador de la hoja.	<u>Lyriomisa sp.</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su principal daño lo provoca en estado larvario.</li> <li>- Minan las hojas dejando galerías serpenteadas.</li> <li>- Provocan la caída de las hojas cuando alcanzan densidades altas.</li> </ul>

FUENTE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CATIE. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica, 1990

CUADROA-2. Principales Enfermedades del cultivo de tomate (Lycopersicum  
esculentum).

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	DAÑOS PRINCIPALES
Mal del Talluelo.	<u>Phytium</u> sp <u>Rhizoctonia</u> sp.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atacan plantulas en estado emergentes y post-emergentes.</li> <li>- En estado emergente la planta no alcanza a emerger.</li> <li>- En el estado post-emergente, los tallos a nivel del suelo, presentan un adelgazamiento necrotico en los tejidos doblándose.</li> </ul>
Tizón Temprano.	<u>Alternaria solani</u> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchas foliares irregulares, constituidas por anillos concéntricos.</li> <li>- Provocan ahogamiento de plantulas.</li> <li>- Producen en el fruto una coloración de marrón a negro y su respectiva pudrición.</li> </ul>
Tizón tardío.	<u>Phytophthora infestans</u> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manchas acuosas circulares e irregulares ubicadas en las puntas o en los bordes de las hojas inferiores.</li> <li>- En condiciones de mucha humedad se pudren los tejidos aéreos y tiernos causando su muerte.</li> </ul>
Virus del Mosaico del Tabaco. VMT		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mosaicos ligeros, acompañados de deformaciones de las hojas.</li> <li>- Necrosis en los tallos, hojas, frutos y un ligero enanismo en las plantas.</li> </ul>

FUENTE. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, CATIE. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Turrialba, Costa Rica, 1990

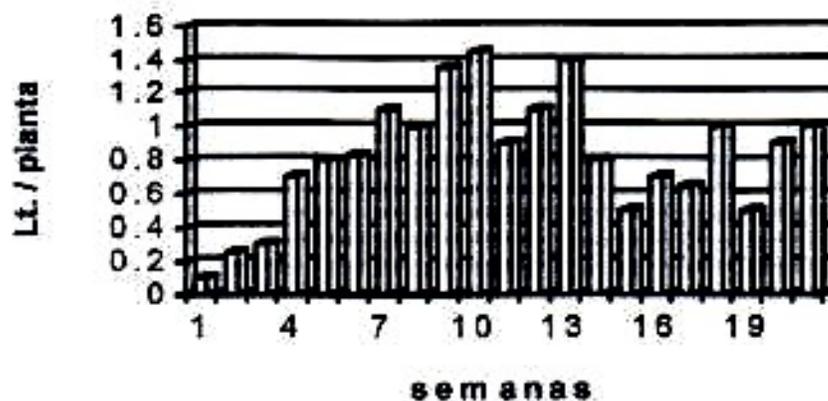


Fig. A-1 Consumo de agua en litros/planta/día.(acumulado) en el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*). Ciudad merliot,1998.

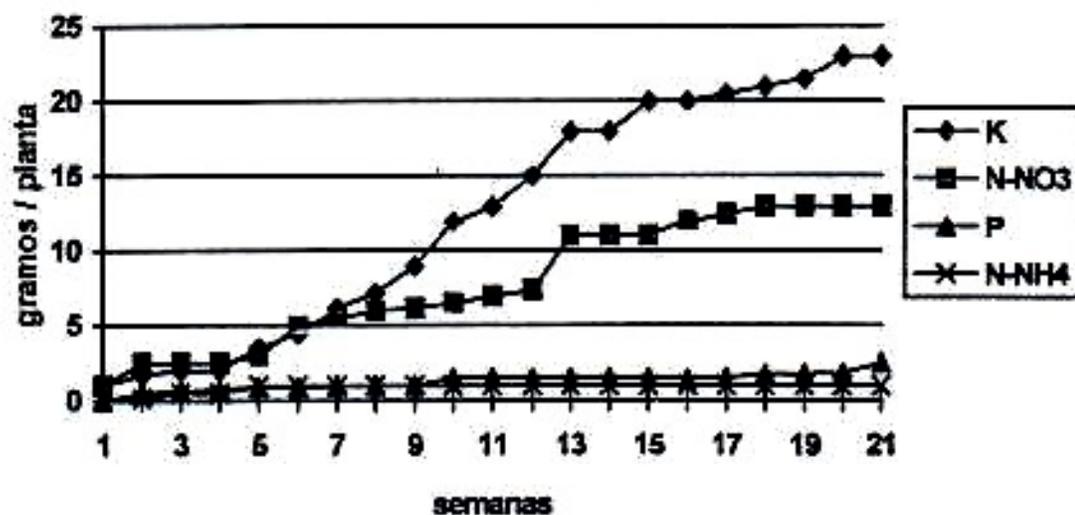


FIGURA A-2. Consumo de elementos mayores ( gramos / planta ) acumulado.

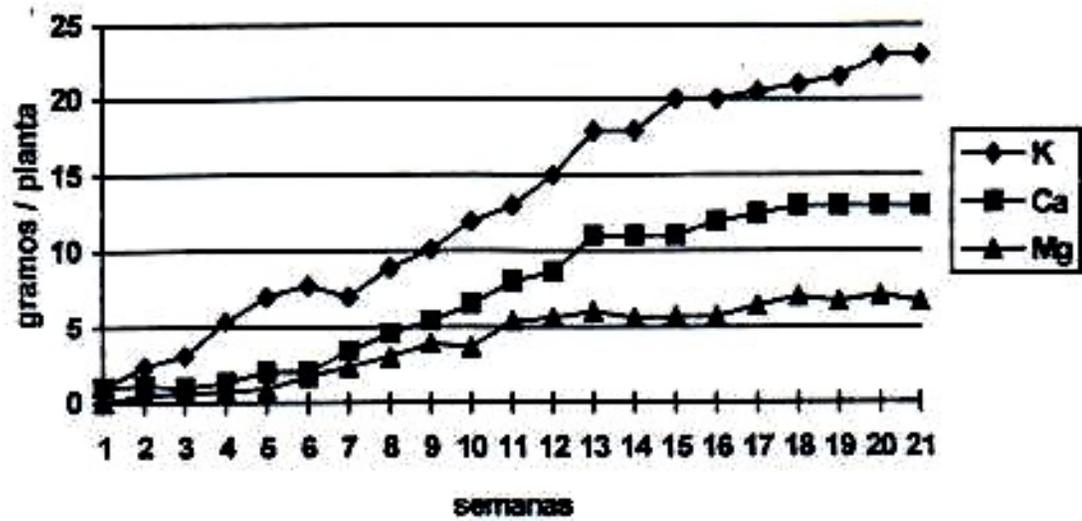


FIGURA A-3: Consumo de elementos secundarios, ( g. / planta ) acumulado.

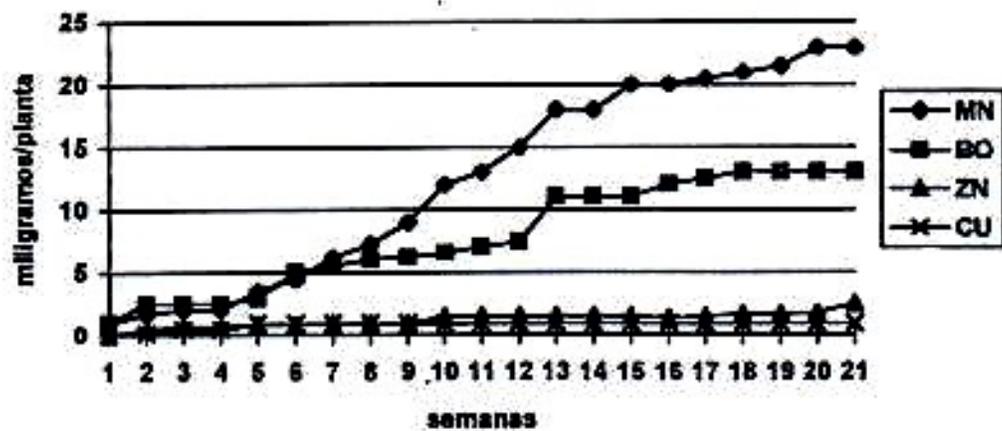


FIGURA A-4: Consumo de Elementos menores. mg / planta. (Acumulado)

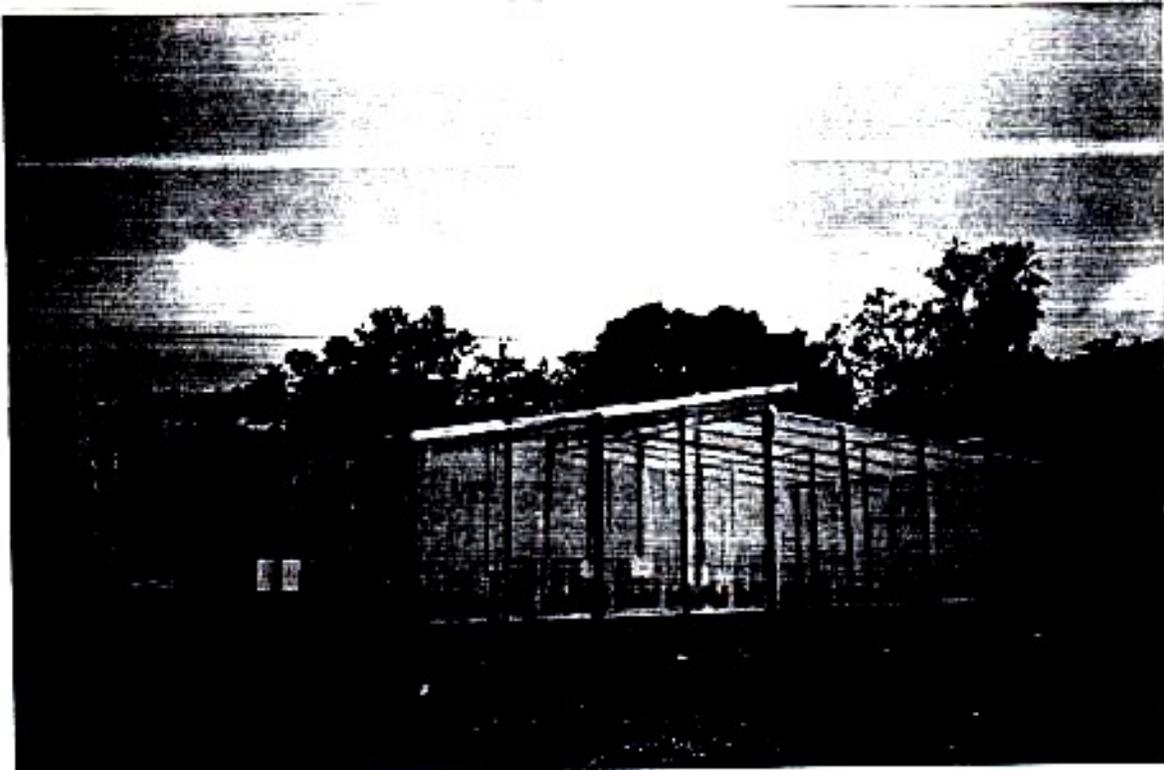


Figura A-5 Cubierta plástica utilizada para la implementación de el cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersicum esculentum*) Ciudad merliot, 1998.



Figura A- 6 Barrera de sorgo y trampas amarillas utilizadas para el control de plagas en las plantas situadas a la intemperie, en el cultivo hidropónico de tomate (Lycopersicum esculentum) Ciudad merliot, 1998