

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**



**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE PEPINO  
(Cucumis sativus) BAJO CONDICIONES DE MANEJO TRADICIONAL  
E HIDROPÓNICO.”**

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

**POR:**

**LUIS ROBERTO LEÓN PAIZ**

**EDGAR LEONEL MARTÍNEZ MORENO**

**SILVIA MARGARITA SALAMANCA CAÑAS**

**San Miguel**

**Diciembre de 2006**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA: DRA. MARIA ISABEL RODRIGUEZ

SECRETARIA GENERAL: LIC. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO: LIC. MARCELINO MEJIA GONZALEZ

SECRETARIA: LIC. LOURDES ELIZABETH PRUDENCIO COREAS.

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

ING. AGR. GERMAN EMILIO CHÉVEZ

DOCENTE DIRECTOR

ING. AGR. JAIME SANTOS RODAS

COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACIÓN  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS.

ING. AGR. MSC. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

## RESUMEN

La horticultura es una actividad agrícola muy exitosa en la producción de alimento vegetal sin embargo, la poca disponibilidad de tierras aptas para dicha actividad es una de las principales limitantes para la producción de hortalizas. Por esta razón se hace necesario buscar nuevas técnicas de cultivo que le permitan al agricultor obtener mejores rendimientos en espacios más pequeños.

En la presente investigación se utilizó la técnica hidropónica en el cultivo de pepino variedad Poinsett 76, como una nueva técnica de cultivo y se comparó con la forma tradicional de cultivar. Los dos tratamientos en estudio estaban formados por siete observaciones los cuales estaban compuestas por nueve plantas, obteniendo de esta manera un total de sesenta y tres plantas para cada tratamiento. El estudio se desarrolló en época lluviosa en un periodo de 122 días (01 de junio – 30 de Septiembre de 2005). Las variables estudiadas fueron: peso de fruto (ton/ha), número de frutos/mt<sup>2</sup>, longitud de fruto (cm.), diámetro de fruto (cm.) y análisis económico, para cada uno de los tratamientos. Se utilizaron las pruebas de “t” student y “F” fisher con igual número de observaciones. Los tratamientos utilizados fueron: T<sub>0</sub> = Cultivo Tradicional y T<sub>1</sub> Cultivo hidropónico.

Al analizar las variables estudiadas se obtuvieron los resultados siguientes: la variable peso de fruto (ton/ha) en el primer corte, no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos (T<sub>0</sub> = 21.98 ton/ha, T<sub>1</sub> = 23.75 ton/ha) lo que indica que se comportaron similarmente ambos tratamientos aunque la tendencia aritmética favoreció al T<sub>1</sub>. Durante el segundo, tercer, cuarto y quinto cortes se observaron diferencia con significación estadística así: En el segundo corte, el tratamiento T<sub>1</sub> (54.46 ton/ha) fue superior y diferente estadísticamente (P < 0.01) al T<sub>0</sub> (16.90 ton/ha); al analizar el tercer corte se encontró que el

T<sub>1</sub> (31.60 ton/ha) fue superior y diferente estadísticamente (P<0.01) al T<sub>0</sub> (18.58 ton/ha). Al analizar el cuarto corte se encontró que el T<sub>1</sub> (50.89 ton/ha) fue superior y diferente estadísticamente (P<0.01) al T<sub>0</sub> (6.25 ton/ha); para el quinto corte la superioridad del T<sub>1</sub> sobre el T<sub>0</sub> se mantuvo, ya que el T<sub>1</sub> (20.09 ton/ha) fue diferente estadísticamente (P<0.01) al T<sub>0</sub> (5.13 ton/ha). Al analizar la producción acumulada del peso del fruto en ton/ha el tratamiento T<sub>1</sub> (204.64 ton/ha) fue superior y diferente estadísticamente (P<0.01) al T<sub>0</sub> (68.86 ton/ha).

La variable número de frutos/mt<sup>2</sup> durante toda la cosecha, se comportó de igual manera que en la variable anterior (peso de fruto); obteniéndose los resultados siguientes: para el primer corte, no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos (T<sub>0</sub> = 6.42 frutos/mt<sup>2</sup>, T<sub>1</sub> = 6.42 frutos/mt<sup>2</sup>). Para el segundo, tercer, cuarto y quinto corte el T<sub>1</sub> fue superior y diferente estadísticamente (P < 0.01) al T<sub>0</sub> así: segundo corte T<sub>1</sub> = 16.42 frutos/mt<sup>2</sup> y T<sub>0</sub> = 4.0 frutos/mt<sup>2</sup>, tercer corte T<sub>1</sub> = 9.85 frutos/mt<sup>2</sup> y T<sub>0</sub> = 5.42 frutos/mt<sup>2</sup>; cuarto corte T<sub>1</sub> = 16.85 frutos/mt<sup>2</sup> y T<sub>0</sub> 2.28 frutos/mt<sup>2</sup>; quinto corte T<sub>1</sub> = 8.57 frutos/mt<sup>2</sup> y T<sub>0</sub> 2.85 frutos/mt<sup>2</sup>. Al analizar la producción acumulada del número de frutos/mt<sup>2</sup> el tratamiento T<sub>1</sub> (67.57 frutos/mt<sup>2</sup>) fue superior y diferente estadísticamente (P < 0.01) a T<sub>0</sub> (20.85 frutas/mt<sup>2</sup>).

Con respecto a la variable longitud de fruto no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (T<sub>0</sub> = 19.07 cm./frutos, T<sub>1</sub> = 19.07 cm./fruto); considerando toda la producción acumulada promedio.

Al analizar la variable diámetro de fruto ambos tratamientos se comportaron similarmente ya que no existieron diferencias estadísticas significativas (T<sub>0</sub> = 5.42 cm./frutos, T<sub>1</sub> = 5.36 cm/frutos); en la producción acumulada en todos los cortes.

Al hacer el análisis económico se determinó que la utilidad obtenida por hectárea de cultivo fue mayor en el tratamiento T<sub>0</sub> (\$ 16,382.21/ha) que el tratamiento T<sub>1</sub> (\$ 3,333.00/ha). Al

analizar la relación beneficio – costo se observó que el mayor índice correspondió al tratamiento T<sub>0</sub> (\$ 4.67) seguido del T<sub>1</sub> (\$ 1.05).

Después de hacer un análisis a las cinco variables en estudio, bajo las condiciones ambientales en que se desarrolló el ensayo se concluyo lo siguiente: a) La producción acumulada (Ton/ha) fue mayor en el T<sub>1</sub> (204.6428 ton/ha) que en el T<sub>0</sub> (68.8615 ton/ha); b) El número de frutos por mt<sup>2</sup> es mayor en el T<sub>1</sub> (68 frutos/mt<sup>2</sup>) que el T<sub>0</sub> (21 frutos/mt<sup>2</sup>); c) En el análisis económico la utilidad del T<sub>0</sub> (\$ 16,382.21/ha) es mayor a la del T<sub>1</sub> (\$ 3,333.00/ha).

Finalmente, de la presente investigación se recomienda: a) En el manejo hidropónico aumentar el número de riegos; b) Desarrollar un plan de manejo para mejorar el control de Plagas y enfermedades; c) Utilizar el sistema de manejo tradicional, por que genera mayor utilidad que el manejo hidropónica mente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS TODO PODEROSO: por darnos la sabiduría para poder finalizar con éxito nuestros estudios, a el sea toda la gloria y honra por la eternidad.

A NUESTRO DOCENTE DIRECTOR: Ing. Agr. Jaime Santos Rodas, quien con mucha voluntad nos brindo sus conocimientos, tiempo y apoyo en todas las actividades relacionada a nuestro trabajo durante el desarrollo de la investigación.

A NUESTRO ASESOR METODOLOGICO Y COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN: Ing. Agr. Msc. José Ismael Guevara Zelaya por su colaboración y aporte en el área estadística.

AL JEFE DE DEPARTAMENTO DE CCAA: Ing. Agr. German Emilio Chévez por su aporte en el desarrollo de nuestra investigación.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR: Facultad Multidisciplinaria Oriental en especial al departamento de Ciencias Agronómicas, por brindarnos muy generosamente las instalaciones para el desarrollo de nuestra investigación.

A LOS DOCENTES DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS: por habernos brindado sus conocimientos durante el desarrollo de nuestra carrera y formarnos profesionalmente.

## **DEDICATORIA**

A DIOS NUESTRO SEÑOR: Por brindarme su amor e iluminarme para poder alcanzar una de mis metas.

A MIS PADRES: Luís Alonso León y Gerardina de Jesús Paiz por haberme traído al mundo, brindarme su amor, comprensión, por sus sabios consejos y brindarme su apoyo económico y moral.

A MIS HERMANOS: Maklin Alexander (de Grata Recordación), Irma Marisol, Olga Esmeralda, Arturo Elías por su confianza y apoyo.

A MIS SOBRINOS: Por su amor y cariño.

A MI NOVIA: Sofía del Carmen León Larín, por su amor, comprensión y apoyo incondicional.

A MIS FAMILIARES: Por su afecto y cariño.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: Por su apoyo y por todos los momentos que compartimos.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Silvia y Edgar por los momentos buenos y difíciles que pasamos en la realización de nuestro trabajo.

**Luís Roberto**



## **DEDICATORIA**

A DIOS TODO PODEROSO: por haberme iluminado durante toda mi carrera de estudiante y por permitirme haber culminado satisfactoriamente mi anhelada meta.

A MIS PADRES: Lorenza Antonio Martínez y Marcos Elis Moreno, por todo su esfuerzo comprensión y apoyo moral durante el desarrollo de mi carrera.

A MIS HERMANOS: por apoyarme en todo lo que ellos han podido, por quererme mucho y animarme a cumplir la meta propuesta.

A MI NOVIA: Glenda Méndez, por comportarse de buena manera y hacerme sentir bien. En todo momento dándome todo su amor y cariño.

A MI PRIMO: Vidal Gómez y su compañera de vida por apoyarme personalmente en el desarrollo de mi tesis.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Luís y Silvia, por estar conmigo en las buenas y malas para salir adelante con las metas proyectada.

A MIS AMIGOS: por darme apoyo incondicional y animarme para alcanzar el triunfo propuesto, principalmente Rafael Arcenio y Nelson Duke.

A MIS COMPAÑEROS DE ESTUDIO: por compartir toda la amistad y sinceridad durante todo el proceso de estudio.

**Edgar Leonel**

## DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO: Por guiarme iluminarme y darme la sabiduría y fortaleza para seguir adelante, por que sin su ayuda y misericordia no habría sido posible este triunfo.

A MIS PADRES: Carlos y Zoila Marina por su amor y apoyo inculcándome siempre el amor a Dios, guiándome por el buen camino, ayudándome así a lograr realizar mis metas.

A MIS HERMANOS: Oscar Antonio, Carlos Alberto, Wilfredo y Luís Enrique por su amor comprensión y apoyo incondicional en lo que emprendía día con día.

A MIS CUÑADAS Y SOBRINOS: por su cariño y aprecio.

A MIS ABUELOS, TIOS Y DEMAS FAMILIA: por sus buenos consejos.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS: por todos los momentos compartidos en este camino especialmente a Maria Luisa, Marta Angélica y Nelson Rolando Duke por su ayuda.

A MIS MAESTROS: por compartir conmigo sus conocimientos y así lograr mi formación profesional.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Luis y Edgar por los momentos buenos y difíciles que pasamos en la realización de nuestro trabajo.

**Silvia Margarita**

## INDICE

### Contenido

<b>RESUMEN.</b>	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.</b>	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIAS.</b>	<b>viii</b>
<b>INDICE GENERAL.</b>	<b>xi</b>
<b>INDICE DE CUADROS.</b>	<b>xvi</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.</b>	<b>xxi</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISION LITERARIA.</b>	<b>3</b>
<b>2.1 Generalidades del Pepino.</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1. Origen.</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2. Clasificación Taxonómica</b>	<b>3</b>
<b>2.1.3. Morfología de la Planta.</b>	<b>3</b>
<b>2.1.4. Requerimientos Climáticos</b>	<b>4</b>
<b>2.1.4.1. Temperatura.</b>	<b>4</b>
<b>2.1.4.2. Precipitación Pluvial</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4.3. Humedad Relativa.</b>	<b>5</b>
<b>2.1.4.4. Velocidad del Viento.</b>	<b>5</b>
<b>2.1.5. Requerimientos Edáficos.</b>	<b>5</b>
<b>2.1.6. Requerimientos Nutricionales.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.6.1. Nitrógeno.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.6.1. Fósforo.</b>	<b>6</b>
<b>2.1.6.3. Potasio.</b>	<b>7</b>
<b>2.1.6.4. Calcio.</b>	<b>7</b>
<b>2.1.7. Manejo del Cultivo.</b>	<b>7</b>
<b>2.1.7.1. Preparación del Suelo</b>	<b>7</b>
<b>2.1.7.2. Fertilización</b>	<b>8</b>
<b>2.1.7.3. Practicas de Riego y Drenaje</b>	<b>8</b>

	2.1.7.4.	Labores de Cultivo.	.	.	.	.	8
	2.1.7.5.	Cosecha	.	.	.	.	9
2.2.		Aspectos Relacionados con la Hidroponía.	.	.	.	.	9
	2.2.1.	Definición.	.	.	.	.	9
	2.2.2.	Origen.	.	.	.	.	9
	2.2.3.	Cultivo de Suelo.	.	.	.	.	10
	2.2.4.	Factores que Determinan el uso de la Hidroponía	.				10
	2.2.4.1.	El agua.	.	.	.	.	10
	2.2.4.2.	El suelo.	.	.	.	.	10
	2.2.4.3.	El Clima.	.	.	.	.	11
	2.2.5.	Recipiente y Contenedores Adecuados para hacer Cultivos. Hidropónicos.	.	.	.	.	11
	2.2.6.	Sustratos.	.	.	.	.	11
	2.2.6. 1.	Característica de los Sustratos Sólidos.	.				11
	2.2.6. 2.	Sustratos Sólidos.	.	.	.	.	12
	2.2.6.2.1.	Sustrato Inorgánico.	.	.			12
		2.2.6.2.1.1. Arena.	.	.			12
		2.2.6.2.1.2. Grava.	.	.			12
		2.2.6.2.1.3. Piedra Pómez.	.				12
	2.2.6.2.2.	Sustrato Orgánicos.	.	.			13
		2.2.6.2.2.1. Aserrín.	.	.			13
		2.2.6.2.2.2. Cascarella de Arroz.					13
	2.2.6.3.	Sustrato Liquido.	.	.	.	.	13
	2.2.7.	Métodos de Siembra..	.	.	.	.	14
	2.2.7.1.	Siembra Indirecta.	.	.	.	.	14
	2.2.7.2.	Siembra Directa	.	.	.	.	14
	2.2.8.	Riego	.	.	.	.	15
	2.2.8.1.	Sistemas de Riego	.	.	.	.	15
		2.2.8.1.1. Riego por Goteo.	.	.	.	.	15
		2.2.8.1.2. Riego por Aspersión	.	.	.	.	15
		2.2.8.1.3. Riego por subirrigación.	.	.	.	.	15

2.2.9.	<b>Nutrición de Plantas.</b>	15
2.2.9.1.	<b>Composición de las Soluciones Nutritivas.</b>	16
2.2.9.1.1.	<b>Elementos Mayores.</b>	16
2.2.9.1.2.	<b>Elementos Secundarios.</b>	17
2.2.9.1.3.	<b>Elementos Menores.</b>	17
2.2.9.2.	<b>Elementos necesarios para Preparar 10 litros de solución “A” (elementos mayores).</b>	17
2.2.9.3.	<b>Elementos Necesarios para Preparar 4 litros de Solución “B”. (elementos menores).</b>	17
2.2.9.4.	<b>Preparación de Solución Nutritiva que se Aplicara al Cultivo..</b>	18
2.2.9.5.	<b>Dosis de Aplicación de la Solución Nutritiva al Cultivo..</b>	18
2.2.10.	<b>El PH y la Absorción de Nutrientes.</b>	19
2.2.11.	<b>Ventajas y Desventajas de la Hidroponía.</b>	19
2.2.11.1.	<b>Ventajas.</b>	19
2.2.11.2.	<b>Desventajas.</b>	20
2.2.12.	<b>Principales Avances en el Estudio de la Hidroponía.</b>	20
2.2.13.	<b>Comparación de la Hidroponía Frente a los Cultivos Tradicionales..</b>	21
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.</b>	
3.1.	<b>Generalidades.</b>	24
3.1.1.	<b>Localización del Ensayo.</b>	24
3.1.2.	<b>Periodo de Ejecución.</b>	24
3.1.3.	<b>Característica Edáficas.</b>	24
3.1.4.	<b>Vegetación Natural.</b>	25
3.1.4.1.	<b>Vegetación Arbórea.</b>	25
3.1.4.2.	<b>Vegetación Arbustiva.</b>	25
3.1.4.3.	<b>Vegetación Herbácea.</b>	25
3.1.5.	<b>Característica del Sustrato Hidropónico.</b>	25
3.1.6.	<b>Características de la Variedad Poinsett 76.</b>	26

<b>3.2.</b>	<b>Materiales.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>26</b>
	<b>3.2.1.</b>	<b>Descripción de las Unidades Experimentales.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>26</b>
	<b>3.2.2.</b>	<b>Equipo.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>26</b>
<b>3.3.</b>	<b>Metodología de Campo.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>27</b>
	<b>3.3.1.</b>	<b>Construcción de Contenedores para Hidroponía.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>27</b>
	<b>3.3.2.</b>	<b>Delimitación del Área Experimental para el Cultivo Tradicional.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>27</b>
	<b>3.3.3.</b>	<b>Preparación de Suelo y Piedra Pómez.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>27</b>
	<b>3.3.4.</b>	<b>Muestreo de Suelo.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>27</b>
	<b>3.3.5.</b>	<b>Siembra.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>28</b>
	<b>3.3.6.</b>	<b>Raleo.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>28</b>
	<b>3.3.7.</b>	<b>Fertilización.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>28</b>
	<b>3.3.8.</b>	<b>Riego.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>29</b>
	<b>3.3.9.</b>	<b>Tutoreo.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>29</b>
	<b>3.3.10.</b>	<b>Control de Malezas..</b>	.	.	.	.	.	.	<b>30</b>
	<b>3.3.11.</b>	<b>Aporco.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>30</b>
	<b>3.3.12.</b>	<b>Control de Plagas y Enfermedades.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>30</b>
	<b>3.3.13.</b>	<b>Cosecha.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>31</b>
	<b>3.3.14.</b>	<b>Proceso de pesado, Conteo y Medición del los Pepinos..</b>	.	.	.	.	.	.	<b>31</b>
	<b>3.3.15.</b>	<b>Cronograma de Actividades.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>31</b>
<b>3.4.</b>	<b>Metodología Estadística.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>33</b>
	<b>3.4.1.</b>	<b>Diseño Estadístico.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>33</b>
	<b>3.4.2.</b>	<b>Factor en Estudio.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>34</b>
	<b>3.4.3.</b>	<b>Tratamientos.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>34</b>
	<b>3.4.4.</b>	<b>VARIABLES de Estudio.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
<b>3.5.</b>	<b>Registro de Datos.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
	<b>3.5.1.</b>	<b>Peso de Fruto (ton/ha).</b>	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
	<b>3.5.2.</b>	<b>Número de Frutos/mt<sup>2</sup>.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
	<b>3.5.3.</b>	<b>Longitud Promedio de Fruto (cm.).</b>	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
	<b>3.5.4.</b>	<b>Diámetro Promedio de Fruto (cm.).</b>	.	.	.	.	.	.	<b>35</b>
	<b>3.5.5.</b>	<b>Análisis Económico.</b>	.	.	.	.	.	.	<b>36</b>

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSION.</b>								
<b>4.1. Peso de Fruto (ton/ha).</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>37</b>
<b>4.2. Número de Frutos/mt<sup>2</sup>.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>44</b>
<b>4.3. Longitud de Fruto (cm.).</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>50</b>
<b>4.4. Diámetro de Fruto (cm.).</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>56</b>
<b>4.5. Análisis Económico.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>61</b>
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>69</b>
<b>6. RECOMENDACIONES.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>70</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>71</b>
<b>8. ANEXOS.</b>	.	.	.	.	.	.	.	<b>76</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>pag.</b>
1.	Rendimiento de peso de fruto de pepino (ton/ha) en 5 cortes durante el estudio.	37
2.	Transferencia de peso promedio de cada parcela útil (cuadro A-17) en ambos tratamientos a ton/ha de todo el ciclo productivo.	45
3.	Número de frutos por metro cuadrado promedio de cada corte en ambos tratamientos.	47
4.	Número promedio de frutos por metro cuadrado de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.	51
5.	Longitud promedio de frutos por corte en cada tratamiento.	53
6.	Longitud promedio de frutos (cm.) de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.	57
7.	Diámetro promedio de frutos por corte en cada tratamiento.	59
8.	Diámetro promedio (cm.) de fruto bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.	62
9.	Análisis económico por hectárea de T <sub>0</sub> (cultivo tradicional)	65
10.	Análisis económico por hectárea de T <sub>1</sub> (cultivo hidropónico)	66
11.	Análisis económico por hectárea para los tratamientos T <sub>0</sub> y T <sub>1</sub>	68
A.1.	Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su primer corte.	77
A.2.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el primer corte.	77
A.3.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el primer corte.	77
A.4.	Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su segundo corte.	78
A.5.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte.	78
A.6.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte.	78
A.7.	Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su tercer corte.	79
A.8.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el tercer	79



	corte	
A.9.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el tercer corte.	79
A.10.	Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su cuarto corte.	80
A.11.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el cuarto corte.	80
A.12.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el cuarto corte.	80
A.13.	Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su quinto corte.	81
A.14.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el quinto corte.	81
A.15.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el quinto corte,	81
A.16.	Peso del fruto (ton/ha) para el cultivo hidropónico en el sexto corte.	82
A.17.	Peso promedio en libra por parcela útil 3.2 metros cuadrados para el T <sub>0</sub> y un metro cuadrado para el T <sub>1</sub> de todo el ciclo productivo.	82
A.18.	Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha	83
A.19.	Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha.	83
A.20.	Número de fruto por metro cuadrado para cada tratamiento en su primer corte.	84
A.21.	Análisis estadístico para el número de fruto/m <sup>2</sup> en el primer corte.	84
A.22.	Número de fruto por metro cuadrado para cada tratamiento en su segundo corte.	85
A.23.	Análisis estadístico para el número de fruto/m <sup>2</sup> en el segundo corte.	85
A.24.	Análisis de varianza para el número de fruto /m <sup>2</sup> en el segundo corte.	85
A.25.	Numero de fruto/m <sup>2</sup> para cada tratamiento en su tercer corte	86
A.26.	Análisis estadístico para el número de fruto /m <sup>2</sup> en el tercer corte	86
A.27.	Análisis de varianza para el número de fruto/m <sup>2</sup> en el tercer corte	86

A.28.	Numero de fruto por metro cuadrado para cada tratamiento en su cuarto corte	87
A.29.	Análisis estadístico para el numero de fruto/m <sup>2</sup> en el cuarto corte	87
A.30.	Análisis de varianza para el numero de fruto/m <sup>2</sup> en el cuarto corte	87
A.31.	Numero de fruto por metro cuadrado para cada tratamiento en el quinto corte	88
A.32.	Análisis estadístico para el numero de fruto/m <sup>2</sup> para el quinto corte	88
A.33.	Análisis de varianza para el numero de fruto/m <sup>2</sup> para el quinto corte	88
A.34.	Numero de fruto/m <sup>2</sup> en el sexto corte en condiciones de manejo hidropónico	89
A.35.	Análisis estadístico para el numero promedio de frutos/m <sup>2</sup>	89
A.36.	Análisis de varianza para el numero promedio de frutos/m <sup>2</sup>	89
A.37.	Longitud de fruto (cm.) de cada tratamiento corte uno	90
A.38.	Análisis estadístico para la longitud del fruto (cm.) para primer corte	90
A.39.	Análisis de varianza para la longitud del fruto (cm.) primer corte	90
A.40.	Longitud del fruto (cm.) de cada tratamiento segundo corte	91
A.41.	Análisis estadístico para la longitud del fruto (cm.) segundo corte	91
A.42.	Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm.) segundo corte	91
A.43.	Longitud de fruto (cm.) de cada tratamiento tercer corte	92
A.44.	Análisis estadístico para la longitud fruto (cm.) tercer corte	92
A.45.	Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm.) tercer corte	92
A.46.	Longitud de fruto (cm.) de cada tratamiento cuarto corte	93
A.47.	Análisis estadístico para la longitud de fruto cuarto corte	93
A.48.	Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm.) cuarto corte	93
A.49.	Longitud de fruto (cm.) de cada tratamiento quinto corte	94
A.50.	Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm.) quinto corte	94
A.51.	Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm.) quinto corte	94
A.52.	Longitud de fruto para el cultivo hidropónico en el sexto corte	95
A.53.	Análisis estadístico para la longitud promedio de fruto (cm.) sexto	95

	corte	
A.54.	Análisis varianza para la longitud promedio de fruto (cm.) sexto corte	95
A.55.	Diámetro de fruto (cm.) de cada tratamiento en su primer corte	96
A.56.	Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm.) en el primer corte	96
A.57.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) primer corte	96
A.58.	Diámetro de fruto (cm.) de cada tratamiento en el segundo corte	97
A.59.	Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm.) en el segundo corte	97
A.60.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) en el segundo corte	97
A.61.	Diámetro de fruto (cm.) de cada tratamiento en su tercer corte	98
A.62.	Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm.) en el tercer corte	98
A.63.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) en el tercer corte	98
A.64.	Diámetro de fruto (cm.) de cada tratamiento en su cuarto corte	99
A.65.	Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm.) cuarto corte	99
A.66.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) en el cuarto corte	99
A.67.	Diámetro de fruto (cm.) de cada tratamiento en su quinto corte	100
A.68.	Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm.) en el quinto corte	100
A.69.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) en el quinto corte	100
A.70.	Diámetro de fruto (cm.) del T <sub>1</sub> sexto corte	101
A.71.	Análisis estadístico para el diámetro promedio de fruto (cm.) sexto corte	101
A.72.	Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm.) sexto corte	101
A.73.	Análisis económico para el área útil en el cultivo tradicional 22.4	102

	m <sup>2</sup>	
A.74.	Análisis económico para el área útil 7m <sup>2</sup> en el cultivo hidropónico	103
A.75.	Análisis de suelo	104
A.76.	Elementos mayores y menores utilizados en la solución nutritiva para la fertilización del cultivo hidropónico.	105
A.77.	Datos climáticos obtenidos de Junio a Noviembre de 2005.	105

## INDICE DE FIGURAS

FIG		PAG.
1.	Peso de fruto (ton/ha) en sistema tradicional (T0) e hidropónico (T1).	39
2.	Peso acumulado promedio de todo el ciclo productivo ton/ha.	46
3.	Numero de frutos promedio por metro cuadrado en cada corte, para cada tratamiento.	48
4.	Numero promedio de frutos por $\text{m}^2$ para cada tratamiento.	52
5.	Longitud promedio (cm.) de frutos por corte en cada tratamiento.	55
6.	Longitud promedio (cm.) de frutos para cada tratamiento.	58
7.	Diámetro promedio (cm.) de frutos para cada tratamiento.	61
8.	Diámetro promedio (cm.) de frutos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.	63
9.	Distanciamiento entre plantas y surcos de cada unidad experimental y área útil en el cultivo manejado tradicionalmente.	106
10.	Distanciamiento entre surcos y plantas de cada área útil en el cultivo manejado hidropónicamente.	107
11.	Distribución de los tratamientos y ubicación de las observaciones.	108

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El Salvador al igual que otros países, ha experimentado en los últimos años un acelerado crecimiento poblacional y como consecuencia, una mayor demanda de productos hortícolas para satisfacer sus necesidades alimenticias.

La alimentación tiene su base principal en el consumo de productos energéticos de origen vegetal. Por lo cual ha sugerido la horticultura como una de las actividades agropecuarias más exitosas en la producción de hortalizas. Sin embargo, la mínima disponibilidad de tierra apta para la horticultura es una de las principales limitantes para la producción de hortalizas.

Por lo tanto, la implementación de nuevas técnicas de cultivo que le permitan al productor obtener mejores rendimientos en espacios más pequeños presentan gran importancia económica por sus rendimientos en las explotaciones agrícolas de nuestro medio.

En nuestro país se cultiva a menor escala las hortalizas bajo nuevas técnicas de cultivo por el poco conocimiento que tienen los agricultores en el manejo de dicha técnica. Buscando alternativas que produzcan mejores resultados. En el presente estudio se hizo uso de la hidroponía como una nueva técnica de cultivo en comparación con la forma tradicional de cultivar, para lo cual se utilizó el cultivo de pepino.

El objetivo del presente estudio fue evaluar en cual de los dos sistemas de cultivo, tradicional e hidropónico se obtienen mayores rendimientos y mejor rentabilidad en el cultivo de pepino.

El experimento se realizó en la unidad de Investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria Oriental, Departamento de Ciencias Agronómicas, ubicada en el Cantón el Jute, Municipio del Departamento de San Miguel, durante el Periodo comprendido entre el 01 de Junio al 30 de Septiembre de 2005(122 días).

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó semilla de pepino de la variedad Poinsett 76 distribuidos en dos tratamientos (T0 = Tradicional, T1 = Hidropónico). El análisis experimental que se utilizó en esta investigación fueron las pruebas de “t” student y “F” (Fisher) con igual número de observaciones.

La información obtenida en la presente investigación servirá para que muchos agricultores de la zona utilicen la técnica de cultivo que proporcione los mejores resultados.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Generalidades del pepino.

#### 2.1.1. Origen.

Los cultivos silvestres de las especies del pepino que se producen actualmente son de origen Asiático, probablemente sea nativo de la India en donde hace 300 años fue cultivado por primera vez. (17,29)

#### 2.1.2. Clasificación taxonómica.

Según Lagos, Leñano (27,28). La clasificación del pepino es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Grupo	:	Spermatophyta
División	:	Antophyta
Sub-División	:	Angiosperma
Clase	:	Dicotiledónea
Sub-Clase	:	Coripetala
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Genero	:	Cucumis
Especie	:	Sativus

#### 2.1.3. Morfología de la planta.

El pepino es una planta herbácea, anual. Con un sistema radical formado de una fuerte raíz principal que alcanza 1.0 a 2.0 mts. De longitud, la cual se ramifica en todas direcciones. La zona radical activa en donde se realiza la mayor extracción de agua se encuentra en una profundidad de 80 cm. del suelo. Las funciones del sistema radical son: fijación, almacenamiento, conducción y absorción. (16).



Cáceres (7) menciona que el fruto es una baya falsa (pepónide) de forma y tamaño variable, de color amarillo o blanco en su interior y de color verde en su exterior con una cáscara áspera.

El tallo es anguloso y está cubierto de pelos. En una planta adulta las ramificaciones son largas y rastreras. (28)

Las hojas son alternas, simples ligeramente pecioladas, con cutícula delgada, por lo que no resiste una excesiva evaporación. Al lado opuesto de las hojas se forman los zarcillos los cuales se enredan alrededor de los objetivos ayudando a las guías a sujetarse. Por otro lado las partes principales de la flor constituyen los órganos sexuales los cuales son indispensables para la polinización y la fecundación. (7)

Ya que en la planta del pepino las flores son monoicas presentan flores masculinas y femeninas por separado, las femeninas nacen en las axilas de las hojas apareciendo con frecuencia en forma solitaria. (14)

#### **2.1.4. Requerimientos climáticos.**

##### **2.1.4.1. Temperatura.**

La temperatura para el normal desarrollo del pepino oscila entre 18° a 30° C, siendo la óptima 25° C; durante el desarrollo requiere buena intensidad de la luz. Su crecimiento se ve afectado cuando se presentan temperaturas menores de 18° C; la mayor producción de flores masculinas es provocada por foto periodos largos mayores de 12 horas luz y altas temperaturas, así también las condiciones de foto períodos cortos provocan un mayor número de flores femeninas. (13,29)

Las germinaciones se producen a temperatura óptima de 20° C, pero la polinización es más rápida a temperaturas de 28° C, y la temperatura óptima de crecimiento es de 20° C. (15,28)

#### **2.1.4.2. Precipitación pluvial.**

Durante todo su ciclo el pepino requiere precipitaciones que varían de 1000 a 1200 mm. bien distribuidos ya que es una planta que necesita buena disponibilidad de agua a nivel radicular para tener altas producciones.

El contenido de humedad en el suelo debe mantenerse a niveles cercanos a la capacidad de campo. El desarrollo de la planta en las primeras fases del cultivo se ve afectado por la falta de agua. La humedad del suelo debe ser relativamente baja de manera que reduzca la incidencia de enfermedades fungosas como mildiu lanoso (*Pseudoperonospora Cubensis*) y la cenicilla o mildiu polvoriento (*Oidium sp.*). (3)

#### **2.1.4.3. Humedad relativa.**

Los valores óptimos de humedad relativa para la germinación, crecimiento y floración es del 90 % y para el desarrollo del fruto es del 75 % (7) La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de áreas secas, lo cual se manifiesta en manchas, deformaciones y pudriciones de los frutos. (29)

#### **2.1.4.4. Velocidad del viento**

El viento es un factor determinante y muy importante, debido que vientos entre 25 y 35 Km. /h, reducen la fecundación, disminuyendo la polinización; provocan la caída de las flores y aceleran la pérdida de agua de las plantas al bajar la humedad relativa del aire. (3)

#### **2.1.5. Requerimientos edáficos.**

Los suelos livianos de origen aluvial, con un contenido alto o medio de materia orgánica son adecuados para los cultivos de pepino. Sin embargo puede adaptarse a suelos más pesados siempre y cuando estos tengan un buen drenaje.

El pepino es una planta sensible a suelos ácidos, siendo preferiblemente un pH entre 5.5 y 6.8 soportando incluso pH hasta 7.5 (15, 21, 24)

Se adapta a una gran variedad de suelos, prefiriendo los francos, franco arenosos, franco arcillosos, con buen contenido de materia orgánica y ligeramente ácidos. Muestra una mediana tolerancia a la salinidad del suelo. (15, 24)

#### **2.1.6. Requerimientos nutricionales.**

El pepino es un cultivo exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Por lo cual deben hacerse aportes adicionales en función a la producción esperada. Este cultivo extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes puros 80 – 120 Kg./Ha. de nitrógeno, 50 - 100 Kg./Ha. de fósforo, 80 – 200 Kg./Ha. de potasio. (15, 17)

##### **2.1.6.1.- Nitrógeno.**

El nitrógeno requerido para el desarrollo vegetativo presenta una fácil movilidad en el suelo.

Una deficiencia de este mineral retrasa el crecimiento a la vez que el follaje muestra un color verde mas claro. La decoloración se hace más pronunciada en las hojas más viejas, las nervaciones principales permanecen verdes contrastando con el resto del limbo. Los frutos toman un color amarillo pálido y una forma puntiaguda. En casos graves la planta entera se vuelve amarilla, los cotiledones y hojas jóvenes se mueren y se detiene su crecimiento.

El exceso de nitrógeno se manifiesta mas claramente por que las hojas toman un color verde oscuro y brillante, llegando a necrosarce parcialmente.(20)

##### **2.1.6.2. Fósforo.**

El fósforo es importante en el desarrollo inicial de la planta y en la formación de raíces. Su movilidad en el suelo es muy restringida.

En general la planta de pepino no presenta síntomas muy definidos frente a una deficiencia de fósforo y para detectar el problema solo puede recurrirse al análisis foliar. De todas formas, cuando la deficiencia es grave se detiene el crecimiento, quedando las hojas

jóvenes pequeñas y rígidas, mientras que las más viejas presentan unas manchas azuladas que se tornan color café. (20)

### **2.1.6.3. Potasio.**

El potasio participa en el metabolismo del agua, en la traslocación de azúcares y contrarresta el efecto del exceso de nitrógeno. Los síntomas que presentan las plantas con deficiencia de potasio, es la detención del crecimiento y el acortamientos de entre nudos. Al mismo tiempo se broncean las hojas y los bordes toman un color verde amarillento. A medida que avanza la carencia, la clorosis entre nervaduras se hace mas pronunciada y se acerca hacia el centro de la hoja. Los frutos, a su vez, pierden firmeza, influyendo en su peso y conservación. (20)

### **2.1.6.4. Calcio.**

El calcio forma parte de la pared celular, activador de enzimas, mantiene la estructura de los cromosomas, es necesario para la división celular, contribuye a la estabilidad de la membrana, neutraliza ácidos orgánicos de la planta. Los síntomas de la deficiencia de calcio, se presentan mas claramente en las hojas jóvenes, en las que aparecen unos puntos blancos transparentes cerca de los bordes y entre las nervaduras. Las plantas retrasan su crecimiento, los entrenudos se acortan, especialmente cerca del ápice y la clorosis intervenla aumenta gradualmente a medida que se agrava la carencia. (20)

### **2.1.7. Manejo del cultivo.**

#### **2.1.7.1. Preparación del suelo.**

Para la siembra el terreno debe prepararse arando a una profundidad de 40 cm. Con 2 – 3 pasadas de rastra luego deberá surquearse dejando una distancia de 1.20 mts. Entre surcos y sobre estos se ira sembrando de 3-4 semillas a cada 60-90 cms, enterradas a 2 cm. A los 10-12

días después de germinar las plantas, cuando ya han formado la segunda hoja se efectúa el raleo (entresaque) eliminando dos plantas y dejando las dos más desarrolladas. (17,19)

#### **2.1.7.2. Fertilización.**

El pepino extrae las siguientes cantidades de nutrientes puros, 80 – 120 Kg./Ha. de nitrógeno, 50 - 100 Kg./Ha. de fósforo, 80 – 200 Kg./Ha. de potasio. De acuerdo con el análisis del suelo y a la cantidad de nutrientes que el cultivo extrae se podrían recomendar cualquiera de las siguientes formulas de fertilizantes.

Formulas compuestas: 14-14-29, 12-12-17, 12-24-12, 15-15-15. (15, 19)

#### **2.1.7.3. Practicas de riego y drenaje**

El pepino es una planta que necesita una buena disponibilidad de agua a nivel radicular para obtener altas producciones.

El contenido de humedad en el suelo, debe mantenerse permanentemente a niveles cercanos de la capacidad de campo.

Por ser el sistema radicular tan superficial, es sensible a la falta de agua.

Asociado al concepto de agua están dos elementos: Cantidad y calidad.

Con respecto a cantidad, esta debe proporcionarse según la edad del cultivo y la evaporación potencial del sitio donde se sitúa la finca.

Referente a la calidad del agua, ella es determinante en el comportamiento del cultivo, por cuanto el agua puede estar aumentando la concentración de sales en el suelo, modificando la estructura del suelo, agregando sedimentos, diseminando malezas, produciendo acumulación de minerales a niveles tóxicos. (20)

#### **2.1.7.4.- Labores de cultivo.**

Limpias y escardas oportunas hasta que la extensión de las guías lo permita. En los periodos secos será necesario el riego para mantener la humedad que el cultivo requiere, las

malezas pueden controlarse por medio de herbicidas o por medio de control mecánico. (19)

#### **2.1.7.5.- Cosecha.**

Según FUSADES – DIVAGRO, citado por ARREAGA FUENTES (5) ; las plantas comienzan a producir de 40-50 días después de la siembra , según la variedad y el clima . Se cosecha durante uno o dos meses, recolectando los frutos cada cuatro o cinco días, cuando tienen de 17 a 25 cm. de longitud.

Para efectuar la cosecha la señal más sencilla, es cuando comienzan a desaparecer las espinas y la forma angular del fruto, lo que sucede entre los 43 a 48 días después de sembrado.

## **2.2. Aspectos relacionados con la hidroponía.**

### **2.2.1. Definición.**

Que es la hidroponía:

- En el sentido amplio podemos decir que es el cultivo de vegetales sin suelo.
- En el sentido estricto podemos decir .que la hidroponía se deriva de las raíces griegas “hydro” que significa agua y “phonos” que significa esfuerzo, trabajo, labor.

Se puede definir la hidroponía como el cultivo de plantas con la energía dinámica del agua.

La palabra hidroponía significa plantar verduras y vegetales en agua o materiales distintos a la tierra, también se le conoce como agricultura del futuro. (38)

### **2.2.2.- Origen.**

En 1930, en la Universidad de California Gericke llevo toda una serie de conocimientos de laboratorio a la producción a escala comercial de rábano, papas, zanahoria, etc. A este sistema de cultivo lo denominó con la palabra hidroponía, derivada de las raíces griegas “hydro” – “agua” y “phonos” – “labor” (38).

El cultivo hidropónico era en un principio solamente en agua a la cual se le agregaba los

elementos nutritivos. La palabra hidroponía fue inventada por W.F. Gericke, profesor de la Universidad de California. Al profesor Gericke le corresponde el merito de haber comenzado en 1938 a realizar los primeros cultivos comerciales sin suelo. (11)

### **2.2.3.- Cultivo sin suelo.**

Desde el punto de vista hortícola, la finalidad de cualquier medio de cultivo es conseguir una planta de calidad en el más corto periodo de tiempo, con costos de producción mínimos. En este sentido los cultivos sin suelo también denominados cultivos hidropónicos surge como una alternativa a la agricultura tradicional, cuyo principal objetivo es eliminar o disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal. Asociado a las características del suelo, sustituyéndolo por otros soportes de cultivo y aplicando técnicas de fertilización alternativas. (1, 12)

### **2.2.4. Factores que determinan el uso de la hidroponía.**

#### **2.2.4.1. El agua.**

La hidroponía ofrece grandes beneficios donde el agua es el factor limitante, ya que la planta crece en un contenedor en donde se provee de solución nutritiva y agua, y de esta se aplica la cantidad suficiente para que el material de sostén permanezca húmeda y como las raíces requieren de poco crecimiento por que no necesitan extenderse para buscar sus nutrimentos; el sustrato que se requiere es muy poco. El máximo gasto de agua es el que la planta ejerce para sus funciones, incluidas en ellas, la transpiración, por lo tanto los requerimientos son mínimos. (25)

#### **2.2.4.2. El suelo.**

Se recomienda el uso de la hidroponía para productores que cuenten con poco espacio para cultivar, ya que sus resultados por unidad de superficie son altos. También conviene su aplicación en regiones donde el suelo no es propio para la agricultura. (25)

### **2.2.4.3. El clima.**

Conviene la aplicación de la hidroponía en ciertos climas. Por ejemplo, en regiones con largas épocas con temperaturas muy bajas y pocas horas de luz el uso de la hidroponía incrementa la producción por superficie y baja los costos por productividad. (38)

### **2.2.5. Recipientes y contenedores adecuados para hacer cultivos hidropónicos.**

Son muchos los contenedores que se pueden usar o construir de acuerdo al espacio que haya disponible en la casa, a las posibilidades técnicas económicas y a las aspiraciones de progreso y desarrollo familiar.

Para iniciar la huerta e ir adquiriendo los primeros conocimientos prácticos podemos utilizar:

- Cajones de aquellos en los que vienen las manzanas, peras y uvas.
- Llantas viejas
- Pichingas plásticas cortadas por la mitad
- Bolsas plásticas de color negro. (9, 35)

### **2.2.6. Sustratos.**

Son materiales sobre los cuales se desarrollan las raíces de las plantas, estos pueden ser sólidos o líquidos. (Sirven para sostener y poner a disposición el agua para las plantas). (35)

#### **2.2.6.1. Características de los sustratos sólidos.**

- Tener un tamaño no inferior a 0.2 y no superior a 7 mm.
- Que retengan una buena cantidad de humedad, pero que además faciliten la salida de exceso de agua.
- Que no retengan mucha humedad en la superficie
- Que no se descompongan o se degraden con facilidad



- Preferiblemente que tengan coloraciones oscuras
- Que no contengan elementos nutritivos
- Que sean libres de microorganismos. Perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas.
- Que no contengan residuos industriales o humanos
- Abundantes y fáciles de conseguir
- De bajo costo y que sean livianos
- No deben ser biodegradables. (9, 32)

#### **2.2.6.2. Sustratos sólidos.**

##### **2.2.6.2.1. Sustrato inorgánico.**

Son los que mas se usan en la hidroponía ya que son fáciles de encontrar y no son degradables, son más duraderos. (38)

##### **2.2.6.2.1.1. Arena.**

Las arenas proceden de diferentes fuentes, destacando la de ríos, que son depósitos de materiales heterogéneos transportados por el agua a partir de la erosión de diferentes materiales de naturaleza silica. Las arenas para uso hidropónico permiten el óptimo desempeño del cultivo cuando están exentas de limos, arcillas y carbonatos de calcio. (38)

##### **2.2.6.2.1.2. La grava.**

Proporciona excelente aireación sin embargo, la retención de humedad es escasa. (38)

##### **2.2.6.2.1.3. Piedra pómez.**

La piedra pómez, pumita o lava vítrea, constituye un sustrato de gran potencial de uso, debido a su naturaleza esponjosa y cavernosa que le permite hasta flotar en el agua. Es un material de origen volcánico, muy parecido a la escoria de carbón natural y se encuentra

disponible en diversas zonas volcánicas. Posee muy buena retención de humedad y muy buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad. A veces puede presentar problemas químicos por el exceso de azufre y boro, pero estos pueden ser eliminados mediante el uso de agua caliente. (34)

#### **2.2.6.2.2. Sustratos orgánicos.**

Estos sustratos regularmente son productos de desechos de algunas actividades agropecuarias e industriales. También existen sustratos fabricados en especial para este uso: los geles y las espumas sintéticos. (38)

##### **2.2.6.2.2.1. Aserrín.**

Sustrato abundante y barato en algunas regiones. El aserrín que se utiliza es grueso en buen estado, de origen conocido y se cultiva solo para una estación; fue uno de los primeros medios usados comercialmente. (38)

##### **2.2.6.2.2.2. Cascarilla de arroz.**

Antes de sembrar o transplantar sobre ellas, es necesario lavarlas o dejarla fermentando bien humedecida durante 8 a 12 días según el clima de la región (menos días para los climas calientes). (35)

#### **2.2.6.3. Sustrato líquido.**

Otro de los medios para hacer hidroponía popular es utilizando el agua con el mismo fin de los sustratos sólidos; que permite el desarrollo de las raíces y la absorción de agua y de las sustancias nutritivas adicionadas, pero en un ambiente líquido es una mezcla de agua y solución concentrada de nutrientes y la planta esta sostenida sobre una plancha de durapac que flota sobre la superficie del líquido.

Para este sustrato se utilizan los cultivos de albahaca, apio y varios tipos de lechuga que no sean muy pesados. (29)

### **2.2.7. Métodos de siembra.**

Para sembrar vegetales existen varios tipos de siembras. Las dos mas utilizadas en hidroponía popular son:

- Siembra indirecta
- Siembra directa (35)

#### **2.2.7.1. Siembra indirecta.**

El sustrato utilizado para hacer semillero en hidroponía debe ser muy suave, limpio y homogéneo se debe nivelar muy bien para que al trazar los surcos y depositar las semillas unas no queden mas profundas que las otras ya que esto afectaría la uniformidad del nacimiento y del desarrollo inicial.

No se deben hacer almácigos en tierra para luego transplantarlos a sustratos hidropónicos.

Algunas de las plantas que se siembran por este sistema son las siguientes: apio, cebolla, chile, coliflor, espinaca, flores, lechuga, perejil, repollo, tomate, etc. (35)

#### **2.2.7.2. Siembra directa.**

No todas las especies necesitan almácigos para desarrollar las primeras etapas de vida. Existen algunas especies que se siembran directamente en el sitio definitivo, bien sea por que no resisten el transplante o por que desde el comienzo se desarrollan con mucho vigor y no requieren cuidados especiales que garanticen sus primeros días de vida como así sucede con las especies que tienen semillas muy pequeñas en los primeros días de desarrollo.

Otras especies se adaptan indistintamente a los dos sistemas.

Algunas de las que se adaptan muy bien a la siembra directa son: Arbeja china, ayote, rábano, cilantro, frijoles, melón, pipían, sandía, zanahoria y otras. (35)

### **2.2.8. Riego.**

En los cultivos hidropónicos es imprescindible el uso del sistema de riego para suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrarles los nutrientes necesarios. (12)

#### **2.2.8.1. Sistemas de riego.**

La elección de una u otra técnica de riego depende de numerosos factores como las propiedades físicas del sustrato, los elementos de control disponibles, las características de la explotación, etc. (12)

##### **2.2.8.1.1. Riego por goteo.**

De acuerdo con el clima, el riego por goteo debe de aplicarse de dos a seis veces por día considerando el clima, el sustrato, el desarrollo de la planta y los tiempos de aplicación, que por lo general oscila entre 10 a 20 minutos. (12)

##### **2.2.8.1.2. Riego por aspersión.**

En este sistema el agua es aportada a una cierta altura sobre el cultivo y cae sobre la planta.

Es un sistema que se ha utilizado mucho pero que actualmente esta en recesion. (12)

##### **2.2.8.1.3.- Riego por subirrigacion.**

La subirrigacion es una técnica de riego que consiste en suministrar el agua a la base de la maceta. Este aporte se realiza mediante el llenado del agua a una bandeja donde están localizadas las macetas. El llenado se puede realizar bien por elevación de la lamina de agua de la bandeja o haciendo fluir el agua por unos canalones. Este es el método que se esta empleando en los últimos tiempos. (12)

### **2.2.9. Nutrición de las plantas**

Los alimentos (nutrientes) para las plantas cultivadas en hidroponía son suministrados en forma de soluciones nutritivas que se consiguen en el comercio agrícola.

Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas. Las fuentes de donde provienen las sustancias que una planta requiere para vivir son: El agua, el aire y el suelo. (32, 38)

Respecto al agua que debe utilizarse en una solución, cabe mencionar que el agua de lluvia es sin duda, la más apropiada. Si tiene algún elemento no será perjudicial, por el contrario útil. El agua fluvial (arroyos y ríos) puede ser útil con la condición que sea potable, el agua de pozo también es de utilidad, salvo que no contenga suficientes sales disueltas, no se recomienda el agua de mar, lagunas o ríos interiores debido a su salinidad y contaminantes.

Una vez preparada una solución nutritiva debe protegerse de la luz y de la oxidación de los tanques y recipientes. (30)

#### **2.2.9.1. Composición de las soluciones nutritivas.**

En el cultivo tradicional, el agua disuelve los elementos nutritivos presentes en el suelo, así se obtienen el líquido nutritivo que las plantas absorben. En el sistema hidropónico de cultivos, el agua es preparada de manera artificial y se le conoce como solución nutritiva, que consta de sales, minerales disueltas en agua y en ella se regula el pH, en casos necesarios. (36,38)

Además de los alimentos que los vegetales sacan del aire y del agua (carbono, hidrogeno y oxígeno) estos consumen alimentos que se pueden ver en la siguiente clasificación:

##### **2.2.9.1.1. Elementos mayores.**

Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Se llaman así por que las plantas lo consumen en cantidades grandes. (32,38)

### **2.2.9.1.2. Elementos secundarios.**

Calcio, azufre y magnesio, estas las plantas lo consumen en cantidades intermedias pero, son muy importantes en la concentración de los organismos vegetales. (35)

### **2.2.9.1.3. Elementos menores.**

Cobre, boro, hierro, magnesio, zinc, molibdeno y cloro.

Las plantas lo necesitan en cantidades muy pequeñas pero sin ellos no habría asimilación de los otros elementos nutritivos.

Todas las plantas necesitan para vivir imprescindiblemente de los elementos químicos antes mencionados y que son absorbidos por la raíz, si les falta cualquiera de ellos por completo la planta moriría y no habría cosecha. (32,35)

### **2.2.9.2. Elementos necesarios para preparar 10 litros de solución "A" (elementos mayores).**

- Fosfato Mono Amónico (12-61-0).....340 gramos
- Nitrato de Calcio.....2,080 gramos
- Nitrato de Potasio.....1,100 gramos (9)

### **2.2.9.3. Elementos necesarios para preparar 4 litros de solución "B" (elementos menores y secundarios).**

- Sulfato de Magnesio.....492.00 gramos
- Sulfato de Manganeso.....2.00 gramos
- Sulfato de Cobre.....0.48 gramos
- Sulfato de Zinc.....1.20 gramos
- Sulfato de Cobalto.....0.02 gramos

- Ácido Bórico.....6.20 gramos
- Molibdato de amonio.....0.02 gramos
- Citrato de hierro Amoniacal verde.....50 gramos. (9)

#### **2.2.9.4. Preparación de la solución nutritiva que se aplicara al cultivo.**

Hay dos recomendaciones que deben quedar bien claras desde el comienzo:

Nunca debe mezclarse la solución concentrada “A” con la solución concentrada “B” sin la presencia de agua, pues esto inactivaría gran parte de los elementos nutritivos que cada uno de ellos contiene, por lo que el efecto de esa mezcla seria mas perjudicial que benéfica para los cultivos. Su mezcla solo debe hacerse en agua; echando primero la solución “A” y luego la solución “B”. la proporción original que se debe usar en la preparación de la solución nutritiva es 5 partes de la solución concentrada “A” por dos partes de la solución concentrada “B” por cada litro de solución nutritiva que se quiera preparar. Después en la medida en que se va adquiriendo mayor experiencia puede disminuir las concentraciones pero conservando siempre la misma proporción de 5:2. (2,9)

#### **2.2.9.5. Dosis de aplicación de la solución nutritiva al cultivo.**

Según sea el caso de las concentraciones preparadas se aplican entre 2 y 3.5 litros de solución de nutrientes por metro cuadrado de cultivo, todos los días.

La cantidad menor se utiliza cuando las plantas están pequeñas y en todo el ciclo del cultivo como en: rábano, lechuga, apio, berro y la mayoría de las especies que producen hojas las cantidades mayores se aplican cuando la planta esta grande y en todo el ciclo de desarrollo y producción de especies que producen raíces, tubérculos, bulbos, frutos y/o semillas. (35)

Los nutrientes se deben aplicar diariamente y en algunos casos se puede rociar día de por medio en horas mas apropiadas para poner el nutriente entre las 6 y 7 horas de la mañana en

regiones muy soleadas, y de intenso calor durante el día se recomienda aplicarlo al amanecer para evitar quemaduras en los hojas. (35)

Un día a la semana no se aplica nutriente, pero se riega con una cantidad de agua mayor (2 veces la cantidad que normalmente se ha estado aplicando cada día) con el fin de lavar las sales que puedan haber acumulado en el sustrato, ya que si estas se dejan podrían producir intoxicaciones o retrasos al cultivo. (35)

#### **2.2.10. El pH y la absorción de nutrientes.**

El pH es la forma universal de medir el grado de acidez. Hidropónicamente, la planta se comporta mejor si la solución en la que se transportan los nutrientes y que se encuentra en contacto con sus raíces, es ligeramente ácida; esto significa un pH entre 5.5 y 6.8 fuera de este rango algunos minerales aunque estén presentes en la solución, no podrían ser absorbidos por las raíces. Esto por supuesto afectaría a la planta. Si el pH de la solución queda lejos del rango recomendado, entonces alguno de los minerales de la solución nunca estarían disponibles para la planta. (38)

#### **2.2.11. Ventajas y desventajas de la hidroponía.**

La hidroponía, considerada como un sistema de producción agrícola, presenta un gran número de ventajas tanto desde un punto de vista técnico como del económico con respecto a otros sistemas del mismo género. (38)

##### **2.2.11.1. Ventajas.**

- Balance ideal del aire, agua y nutrientes
- Humedad uniforme
- Excelente drenaje
- Permite una mayor densidad de población



- Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o exceso de nutrientes
- Perfecto control del pH
- Mas alto rendimiento por unidad de superficie
- Mayor calidad del producto
- Mayor precocidad del cultivo
- Posibilidad de varias cosechas al año
- Gran ahorro en el consumo de aguas
- Mayor limpieza e higiene
- Posibilidad de enriquecer los productos alimenticios con sustancias como vitaminas y minerales
- Se reduce en gran medida la contaminación del medio ambiente y de los riesgos de erosión
- No se usa maquinaria agrícola
- La recuperación de lo invertido es rápido. (26,31,38)

#### **2.2.11.2. Desventajas.**

- Requiere para su manejo a nivel comercial de conocimiento técnico combinado con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y de química orgánica
- A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto
- Se requiere cuidado con los detalles
- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultive en el sistema
- Requiere de abastecimiento continuo de agua. (38)

#### **2.2.12. Principales avances en el estudio de la hidroponía.**

La curiosidad del ser humano lo llevo a investigar como se alimentan las plantas.

El proceso para identificar el tipo de sustancia que las plantas extraían de la tierra en

solución acuosa comenzó hace mas de 300 años, puesto que woodward experimento disolviendo en agua – suelo, y en aquellas plantas en las que se utilizó mas cantidades fueron las que se desarrollaron de mejor manera. (38)

Inicialmente, la hidroponía se realizaba mediante inmersión de plantas en bañeras, disolviéndose de esta manera las nutrientes químicos artificiales que se agregaban para el cultivo. En la actualidad, se han obtenido resultados más eficaces cuando el cultivo hidropónico se efectúa sobre un sustrato estéril que facilite alas raíces utilizar los nutrientes presentes en las soluciones hidropónicas.(40)

El sistema hidropónico también funciona como una buena herramienta para resolver un amplio rango de problemas:

- Tratamiento que reduce la contaminación del suelo y del agua subterránea, y manipulación de los niveles de nutrientes no deseados en el producto. (38)

### **2.2.13.- Comparación de la Hidroponía Frente a los Cultivos Tradicionales.**

Existen regiones muy áridas en el mundo en donde la hidroponía es un sistema de producción agrícola empleado con éxito: Israel, Baja California (México) y Arizona (EE.UU.). En Japón. En este último país el principal problema lo representa el espacio. Con este tipo de cultivo de alto rendimiento se produce mas utilizando poco terreno. (38)

Ventajas de la hidroponía frente a los cultivos tradicionales.

En las prácticas de cultivo:

- Espacio entre plantas: en los cultivos tradicionales el espacio por planta es el resultado de los nutrientes que puede proveer el suelo y las necesidades del cultivo en cuanto a las cantidades de luz. En la hidroponía es posible una mayor densidad de población por unidad de superficie, ya que esta solo se ve influenciada por los requerimientos de luz que

presente el cultivo.

- Calidad en nutrición vegetal: en los cultivos tradicionales depende de los nutrientes presentes en el terreno y el pH que este mantenga. En la hidroponía existen mas posibilidades de lograr una buena alimentación, puesto que, en la solución nutritiva, se pueden adicionar todos los nutrientes y en la cantidad que el cultivo lo requiera además de controlar el pH de manera muy preciso.
- Control de malas hierbas: en lo tradicional siempre se requiere de invertir en mano de obra o plástico para evitar el nacimiento de vegetación indeseable. En la hidroponía no se presenta el nacimiento de material vegetativo no deseable.
- Riego, utilización del agua: En lo tradicional el uso del agua es ineficiente ya que se presenta percolación y una alta evaporación en la superficie del suelo; cabe aclarar que para evitar esto último se puede utilizar plásticos de uso agrícola con el consiguiente gasto. En la hidroponía existe un alto grado de eficiencia en el gasto de agua, reduciendo perdidas por percolación y evaporación, y la superficie a humedecer es mucho menor que en el cultivo tradicional, por lo que el ahorro del vital liquido es grande.
- Fertilización: en lo tradicional en la mayoría de los métodos de fertilización se utiliza grandes cantidades y distribución de los mismos no se realiza de acuerdo a los requerimientos que la planta presenta a lo largo de su desarrollo, por tal motivo la carencia o exceso de los mismos influye negativamente en el desarrollo de los cultivos y en medio ambiente. En hidroponía se utiliza en pequeñas cantidades se añaden regularmente disueltas en el agua de riego que diariamente se proporciona al cultivo y se dosifica de acuerdo al desarrollo y requerimiento del mismo.
- Calidad en los frutos: en lo tradicional las deficiencias que pueden presentar los suelos en

el calcio y potasio da lugar a frutos blandos con pocas posibilidades de conservación y menor valor nutritivo en general. En la hidroponía el fruto firme que permite una mejor conservación y alto nivel nutritivo. (38)

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Generalidades.**

##### **3.1.1. Localización del ensayo.**

El ensayo se llevo a cabo en la unidad de investigación Agropecuaria (UNIAGRO) de la Facultad Multidisciplinaria Oriental de La Universidad de El Salvador. Las coordenadas geográficas del lugar son: 13° 26' longitud norte y 88° 09' longitud oeste, cantón el Jute, Km. 144 de la carretera que conduce hacia el Cuco, a una elevación de 140 m.s.n.m. en el departamento de San Miguel.

##### **3.1.2. Periodo de ejecución.**

El ensayo se desarrollo en época lluviosa en un periodo de 122 días (01 de Junio - 30 de Septiembre de 2005).

##### **3.1.3. Características edáficas.**

El terreno donde se realizó el ensayo esta ubicado en el cuadrante 2556-11, San Miguel, cuya unidad de manejo es sma y presenta las características siguientes:

- Sma: San Miguel, franco arcilloso ligeramente inclinado en planicies.
- Fisiográfica: son áreas amplias casi sin disección, el relieve local es bajo. Las pendientes predominantes son menores del 3% y las capas inferiores generalmente son aluviones estratificados de polvo pómez volcánicos.
- Drenaje y Humedad: Los campos no son demasiado húmedos en la época lluviosa, con buen drenaje. En época seca permanecen secos.
- Tipo de suelo: latosoles arcillo-rojizos, muy pesados, profundos y bien desarrollados. (37)  
Los horizontes superficiales hasta los 25 cm. de profundidad son de textura franco arcillosa y de color pardo oscuro, de los 25 a 100 cm. es arcilla con estructura en bloques

y de color café rojizo. Las capas inferiores la constituyen cenizas y pómez volcánicas acidas estratificadas con textura que varían de franco aramosa, de color pardo amarillento. Estos suelos pertenecen a la clase II y son apropiados para la mayoría de cultivos anuales como el maíz, frijol, ajonjolí, sorgo y caña de azúcar, poseen buena capacidad de retención de agua y son moderadamente permeables, con alta capacidad de producción mediante el uso racional de fertilizantes y métodos adecuados de laboreo. (6,18)

#### **3.1.4. Vegetación natural.**

Dentro de los tipos de vegetación natural que existen en las zonas de estudio, se identificaron las especies siguientes:

##### **3.1.4.1. Vegetación arbórea.**

Ceiba (Ceiba pentandra), conacaste (Enterolobium eyclocarpum), eucalipto (Eucalyptus sp), mongollano o espino (Pithecollobium dulce), Almendro (Terminalia catappa), laurel (cordial alliodora) papaturro (coccoloba caralasangana). (27)

##### **3.1.4.2. Vegetación arbustiva.**

Higüerillo (recinus communis) y guayabo (psidium guajava). (27)

##### **3.1.4.3. Vegetación herbácea.**

Coyolio (Cyperus rotundus), zacate de agua (Ixoporus unicus), verdolaga (Portulaca olaracea), barrenillo o zacate bermuda (Cynodon dactylon), huisquilite (Amayanthus spinosus), mozote (Cenchrus briwnii), flor amarilla (Baltimore recta), cinco negritos (Lantana), escobilla (sida acuta) (27)

#### **3.1.5. Característica del sustrato hidropónico.**

La piedra pómez, constituye un sustrato de gran potencial de uso, debido a su naturaleza esponjosa y cavernosa que le permite hasta flotar en el agua. Es un material de origen volcánico, posee buena retención de humedad y muy buenas condiciones físicas de estabilidad

y durabilidad. (34)

### **3.1.6. Características de la variedad Poinsett 76.**

- Tipo de polinización: libre o cubierta
- Tolerancia de enfermedades: tolerante a una o mas razas de antrhacnosis: tolerante a mancha de la hoja: Tolerante a una o mas razas de mildiu vellos.
- Forma y color del fruto: Recto a aguzado, verde oscuro con líneas claras.
- Relación largo: 2 = 19 cm.
- Floración: monoica (24)

## **3.2. Materiales.**

### **3.2.1. Descripción de las unidades experimentales.**

En la investigación que se llevo a cabo, se utilizaron 7 observaciones en el cultivo tradicional distribuidas aleatoria mente, con una dimensión de 1 x 3.2 mt = 3.2 mt<sup>2</sup> c/u, ubicando 9 plantas en cada observación con marco de siembra de 0.30 x 1.20 mt, formando un total de 63 plantas. Para el cultivo hidropónico se utilizaron 7 observaciones con una dimensión de 1 x 1 mt = 1mt<sup>2</sup> c/u, ubicando 9 plantas en cada observación con un marco de siembra de 0.30 x 0.30 mt, formando un total de 63 plantas.

### **3.2.2. Equipo.**

El equipo utilizado par la presente investigación se detalla a continuación: Balanza tipo reloj, cinta métrica, bomba asperzora, regadera, cumas, azadones, cajas de madera (Contenedores hidropónico), pichingas, pitas, alambre, tutores y jeringas para la medición del fertilizante hidropónico.

### **3.3. Metodología de campo.**

#### **3.3.1. Construcción de contenedores para hidroponía.**

Los contenedores a utilizar en el cultivo hidropónico fueron fabricados de madera y presentan las dimensiones siguientes:

Largo: 1.0 mt.

Ancho: 1.0 mt.

Profundidad: 0.10 mt

Altura de las patas: 0.50 mt (9,35)

#### **3.3.2. Delimitación del área experimental para el cultivo tradicional.**

La delimitación del área experimental se realizó con cinta métrica colocando estacas. Las observaciones se ubicaron perpendicularmente a la pendiente del terreno con el objeto de disminuir el error debido al efecto de la gradiente.

#### **3.3.3. Preparación de suelo y piedra pómez**

La preparación del suelo (sustrato) para el cultivo tradicional se inicio un mes antes de la siembra con el objeto de eliminar malezas y realizar el mullimiento de las partículas del suelo. Esta preparación consistió en un paso de arado, dos pasos de rastra y un surqueado (con azadón).

La preparación de la piedra pómez (sustrato) para el cultivo hidropónico inicio con la recolección, lavado y desinfección con lejía, posteriormente se deposito en los contenedores de madera de un metro cuadrado luego de 5 días de preparado el sustrato se realizó la siembra.

#### **3.3.4.- Muestreo de suelo**

Con el propósito de conocer el estado de los nutrientes en el suelo se realizó un análisis (cuadro A-75). Para el cultivo tradicional el cual se tomaron muestras de suelo al azar de toda



el área de ensayo. A una profundidad de 20 cm. la muestra se analizó en el centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal (CENTA) laboratorio de suelos, para determinar el pH, textura, P, K, Ca, Mg, materia orgánica.

### **3.3.5.- Siembra.**

La siembra se realizó la tercera semana de Julio de 2005, se utilizó semilla certificada de la variedad poinsett 76. Antes de la siembra. la semilla fue tratada con un insecticida para evitar daños de plagas del suelo. La semilla se sembró manualmente colocando 3 semillas por postura a una profundidad de 2.0 cm. y a un distanciamiento de 1.20 mts. Entre surco y 0.30 mt. Entre planta para el cultivo tradicional lo que hace una densidad de 19,444 plantas por manzana.

Para el cultivo hidropónico el distanciamiento de siembra fue de 0.30 mt entre planta y 0.30 mt. entre surco lo cual hace una densidad de 77,777 plantas por manzana.

### **3.3.6 Raleo.**

El raleo se realizó a los ocho días después de la siembra, eliminando las plantas menos desarrolladas o enfermas y dejando una por postura. Para el tratamiento cero la densidad de siembra con distanciamiento de 1.20 mt entre surco y 0.30 entre planta, se obtuvieron nueve plantas por parcela útil (3.2 m<sup>2</sup>) ; en el tratamiento uno la densidad con distanciamiento de 0.30 × 0.30 mt. se dejaron nueve plantas por metro cuadrado.

### **3.3.7. Fertilización.**

La fertilización para el cultivo manejado en forma tradicional se realizó haciendo uso de la fórmula química 16-16-0 la cual tiene los porcentajes siguientes de elementos N: 16%, P: 16%, K: 0%.

La primera aplicación de esta fórmula se realizó al momento de la siembra y la segunda 30 días después de emergida la planta, en dosis de 7 gr por planta cada aplicación, la tercera

aplicación se realizó con sulfato de amonio a los 45 días después de emergida la planta con dosis de aplicación de 6 gr por planta. La dosis de aplicación mencionadas anteriormente fueron utilizadas de acuerdo al análisis de suelos realizado por el CENTA y al requerimiento del cultivo.

La fertilización para el cultivo manejado hidropónicamente se realizó haciendo uso de la solución nutritiva la cual esta compuesta por elementos mayores (solución "A") y elementos menores (solución "B") (cuadro A - 76). El pH de la solución nutritiva fue de  $\text{pH} = 6.74$  el cual se enumera en el rango apropiado para la absorción óptima de todos los nutrientes

Se aplico 5 ml de nutriente mayor y 2 ml de nutriente menor por litro de agua. Durante el desarrollo inicial del cultivo se hicieron 2 aplicaciones de solución líquida cada una de 1.5 litros por metro cuadrado diario aumentando la dosis según el desarrollo y producción del cultivo llegando al final a una dosis de 15 litros de solución, distribuidos en tres aplicaciones diarias.

### **3.3.8. Riego.**

En el cultivo manejado en forma tradicional se hizo uso del riego solamente en periodos de canículas (sequía) ya que el ensayo se realizó en época lluviosa.

Para el cultivo manejado en hidroponía el riego se realizó durante toda la fase del cultivo ya que este es necesario para disolver y aplicar el fertilizante diariamente al cultivo.

### **3.3.9. Tutoreo.**

El uso de esta practica se hizo con el propósito de obtener una cosecha de mejor calidad, mayor facilidad para el control de plagas y enfermedades ya que se evita el contacto directo de las plantas con el suelo.

Esta labor dio inicio con el ahoyado a una profundidad de 40 cm. distanciados cada 4 metros en sentido paralelo a los surcos de siembra. Luego se colocaron los postes los cuales

tenían 2.5 mt de longitud.

Estos postes se sujetaron con tres líneas de alambre galvanizado a una altura de 0.20, 1.0 y 1.5 metros sobre el nivel del suelo en el cultivo tradicional y sobre el nivel de las cajas en el cultivo hidropónico, luego se amarraron las plantas con pita nylon desde la base hasta la parte terminal de las líneas de alambre para orientar su crecimiento.

### **3.3.10. Control de malezas.**

Esta práctica se realizó únicamente en el cultivo manejado tradicionalmente efectuándola cada 15 días en forma manual, con el fin de evitar competencia de nutrientes con el cultivo, evitar hospederos de plagas y enfermedades dentro del área experimental.

### **3.3.11. Apórco.**

El uso de esta labor se realizó solamente en el cultivo manejado tradicionalmente, los aporcós se llevaron a cabo, a los 15 días después de la siembra y el segundo 30 días después de la siembra, con el propósito de darle firmeza a la planta y contrarrestar el ataque de malezas.

### **3.3.12. Control de plagas y enfermedades.**

Una de las plagas más importantes en el cultivo de pepino es el perforador de la guía y del fruto (*Diaphania hyalinata nitidalis*) las larvas atacan los tallos y los frutos pudiéndose observar las primeras larvas en los cogollos de las plantas cuando el cultivo tenía 30 días. Se realizaron cuatro aplicaciones con Tamarón cada una a los 8 días, las primeras dos con una dosis de 5 ml / galón de agua luego aparecieron los primeros frutos dañados por lo cual fue necesario aumentar la dosis a 12 ml/galón de agua, con lo que se logró un mejor control de la plaga.

Una de las enfermedades que nos afectó en el ensayo fue la roña del pepino (*Cladosporium cucumerinum ellis nundidas*) las características de este hongo, presenta manchas hundidas, oscuras, cubiertas por los conidios, el daño ocurre en hojas, frutos y tallo.

Para el control de esta enfermedad al principio se estuvo previniendo con aplicaciones de manzate en dosis de 40 gr. por galón de agua los cuales iniciaron a los 30 días de edad del cultivo, haciendo cada aplicación a los 8 días en tres ocasiones. Al tener 60 días el cultivo se incremento el daño de la roña y se hizo uso del fungicida Bravo como ultima aplicación en dosis de 20 ml por galón de agua.

### **3.3.13. Cosecha**

Durante el presente ensayo se realizaron 5 cortes para el cultivo tradicional y 6 cortes para el cultivo hidropónico, los cuales se hicieron con la ayuda de navajas y sacos. El fruto fue cortado a tempranas horas de la mañana cosechando cada tres a cuatro días comenzado desde los 45 días después de la siembra.

### **3.3.14. Proceso de pesado, conteo y medición de los pepinos.**

Estas actividades son las que dieron los datos con los cuales se procedió a realizar los cálculos estadísticos para las variables peso de fruto por hectárea, número de frutos/mt<sup>2</sup>, longitud y diámetro de fruto. El pesado, se realizo en una balanza tipo reloj, el conteo y medición, se hizo inmediatamente después de la corta de fruto para cada tratamiento.

### **3.3.15. Cronograma de Actividades.**

Cronología de actividades desarrolladas durante el ensayo de análisis comparativo del rendimiento de pepino (*cucumis sativus* L) bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

SEMANAS	MES	ACTIVIDADES REALIZADAS
* 6	Junio	Diagnostico de la zona de Unidad de investigación agropecuaria UNIAGRO de la UES, facultad Multidisciplinaria Oriental, Cantón El Jute – San Miguel; toma de muestra de suelo para el análisis de macro y micro elementos, preparación del suelo (arado) compra de materiales , construcción de contenedores y compra de piedra pómez.
* 3	Julio	Preparación del suelo (1º, 2º paso de rastra), trazo, surcado, aplicación de furacán al suelo; lavado y desinfección de piedra pómez colocación , llenado de contenedores.  Preparación de fertilizante hidropónico. (solución A y B)
**0	Julio	Siembra del pepino en ambos tratamientos y primera fertilización con formula 16 -16- 0 al cultivo tradicional.
** 1	Agosto	Germinación del cultivo en ambos tratamientos e inicio de fertilización hidropónica, raleo, trasplante de algunas plantas.
** 2	Agosto	Segunda fertilización en el cultivo tradicional con formula 16-16-0 y colocación de tutores en ambos tratamientos y aparco.
** 4	Agosto	Primera aplicación de insecticida y fungicida, poda de las flores.
** 5	Agosto	Segunda aplicación de insecticida y aumento de dosis de aplicación de solución nutritiva al cultivo hidropónico.
** 7	Septiembre	Primer corte de pepinos, segunda aplicación de fungicida , tercera aplicación de insecticida y tercera fertilización del cultivo tradicional con sulfato de amonio.

** 8	Septiembre	Tercer corte de hidroponía y segundo corte del cultivo tradicional, tercera aplicación de fungicidas (Manzate) y cuarta aplicación de insecticida (Tamaron).
** 9	Septiembre	Cuarto, quinto, sexto cortes de pepinos en hidroponía, tercer, cuarto y quinto corte en cultivo tradicional, ultima aplicación de funguicida (Bravo)

\* Significa semanas antes de la siembra del cultivo de pepinos

\*\* Significa semanas después de la siembra del cultivo de pepino.

### 3.4. Metodología Estadística

El ensayo se realizó utilizando el cultivo de pepino variedad poinsett 76.

El área total de ensayo fue de 120 m<sup>2</sup> (12 metros de largo por 10 mt de ancho), se hicieron dos parcelas que corresponde a los dos tratamientos Tradicional e Hidropónico los cuales se dividieron en 7 partes cada uno obteniendo así las 7 observaciones.

#### 3.4.1. Diseño Estadístico

El diseño estadístico que se utilizó fue, comparación de medias para dos grupos, utilizando la prueba de distribución de “t” student y la prueba de “F” (Fisher) con la expresión estadística siguiente:

- Prueba de “t”:

$$t = \frac{\bar{X}_i - \bar{X}_j}{\sqrt{S^2_{Xi} - X_j}}$$

- Prueba de “F”

$$F = \frac{S^2_{\text{mayor}}}{S^2_{\text{menor}}}$$

$$S^2_{\text{menor}} (n)$$

En este ensayo bajo las pruebas de “t” y “F” debemos establecer una hipótesis que nos permita despejar la duda sobre el supuesto de homogeneidad.

$H_0 = S_i^2 = S_j^2$  (Varianzas homogéneas) los sistemas de cultivo se comportan de igual manera.

$H_a = S_i^2 \neq S_j^2$  (Varianza heterogéneas) Uno de los dos sistemas de cultivo es mejor que el otro.

La regla de decisión para la hipótesis es:

Si  $F_c > F_a$  rechazamos  $H_0$

Si  $F_c < F_a$  rechazamos  $H_a$ . (4)

A continuación se describirán las fuentes de variación y los grados de libertad para las pruebas estadísticas descritas.

F.d.V.

G.L.

Tratamiento (n – 1)	1
Error n(r -1)	12
Total (nr – 1)	13

Donde: n = número de tratamientos

nr = número de repetición

### **3.4.2. Factor en estudio.**

En el ensayo el único factor en estudio fue el sustrato utilizado en ambos tratamientos para la producción de pepino.

### **3.4.3 Tratamientos.**

Tratamiento 0: Cultivo tradicional, número de observaciones (7)

Tratamiento 1: Cultivo hidropónico, número de observaciones (7)

#### **3.4.4. Variables evaluadas.**

Las variables que se evaluaron en la investigación fueron: peso de fruto (ton/ha), número de frutos/mt<sup>2</sup>, longitud de fruto (cm.), diámetro de fruto (cm.) y análisis económico.

#### **3.5.- Registro de datos.**

##### **3.5.1.- Peso de fruto ton/hectárea.**

El registro de esta variable consistió en pesar los frutos obtenidos de cada corte (T0 = 5 cortes, T1 = 6 cortes) en una bascula de reloj con capacidad de 25 libras.

Los frutos fueron cortados de las plantas que se encontraban dentro de la parcela útil y depositados en bolsas plásticas que estaban identificadas para cada tratamientos y observación.

Estos datos fueron los que se utilizaron para obtener el peso acumulado de todo el ciclo productivo para determinar el rendimiento del cultivo en Lb./observación y en Ton/Ha.

##### **3.5.2.- Numero de Frutos /m<sup>2</sup>**

Se contaron los frutos de las plantas de cada observación y se tomo el dato de las plantas que había en 1 m<sup>2</sup> para T0 = 3 plantas y para T1 = 9 plantas. Esta variable fue medida 5 veces para el T0 (5 cortes) y 6 veces para el T1 (6 cortes).

##### **3.5.3.- Longitud promedio de frutos en cm.**

Esta variable se tomo al momento de realizar cada corte de frutos de las plantas en estudio. Utilizando una cinta métrica se midió cada uno de los frutos, estas longitudes se sumaron y se dividieron entre el numero total de frutos para obtener la longitud promedio de cada observación.

##### **3.5.4.- Diámetro Promedio de Frutos (cm.)**

Los datos de esta variable se tomaron al momento de realizar cada corte de frutos de las plantas en estudio.

Para esta medición se utilizó una cinta métrica con la cual se midió la circunferencia del



fruto después de de esto haciendo uso de la formula:

$$D = c/\pi$$

Donde:

D = diámetro

c = circunferencia

$$\pi = 3.1416$$

Se obtuvo el diámetro promedio de los frutos de cada observación.

### **3.5.5.- Análisis económico**

El análisis económico se realizó para cada tratamiento y la diferencia se estableció restándole los costos de producción a los beneficios obtenidos.

Los costos de producción del T0 se calcularon en concepto de preparación del terreno, insumos, materiales, mano de obra, transporte, arrendamiento, imprevistos (5%) e intereses para 3 meses (12%).

Para el T1 los costos de producción fueron: materiales, equipo, insumos, mano de obra, arrendamiento, imprevistos (5%) e intereses para 3 meses (12%).

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. Peso del fruto ( ton/ha )

La producción del fruto se evaluó por corte; como también se analizó la producción acumulada de 5 cortes de frutos en el T0 y 6 cortes en el T1, realizados en la parcela útil de cada tratamiento.

Al efectuar los análisis de varianza y prueba de “F” Fisher y “t” student para cada uno de los cortes se observó lo siguiente:

##### a) Primer corte

Los resultados del primer corte se presentan en el cuadro 1 y Fig. 1 (T0 = 21.9866 ton/ha; T1 = 23.75 ton/ha); al realizar el análisis de varianza y prueba de “t” y “F” (cuadro A-2 y A-3), se pudo determinar que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Cuadro 1. Rendimiento de peso de fruto de pepino (ton/ha) en 5 cortes durante el estudio.

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	21.9866n.s	16.9084 b	18.5823 b	6.25 b	5.1339 b	-
T1	23.75n.s	54.4643 a	31.6071 a	50.8929 a	20.0929 a	23.0357

Esta similitud en rendimiento, se atribuye a que el T0 por haber sido cosechado tres días después del T1 produjo más frutos; esta desfase de tres días entre cortes en los tratamientos se dio debido a que el cultivo hidropónico inicio precozmente su producción, por lo que, se hubiera esperado cortar el mismo día los pepinos del T1 (hidropónico), hubiesen estado muy gruesos, por lo que no serían aceptados en el mercado, lo cual, pudo haber llevado a obtener no ingreso en el primer corte para el T1 lo anterior ocasionaría problemas en el análisis económico entre tratamientos.

El inicio de cosecha de los frutos en los tratamientos T0 y T1 se dio en fechas diferentes, para el T0 a los 47 días y el T1 a los 44 días, después de la siembra, lo mencionado anteriormente es compartido por FUSADES (20); quienes mencionan que el cultivo del pepino inicia su cosecha entre 43 y 50 días después de la siembra.

#### **b) Segundo corte**

Las producciones promedio del segundo corte se encuentran en el cuadro 1 y Fig. 1 (T0 = 16.9084 ton/ha; T1 = 34.4643 ton/ha); al realizar el análisis de varianza se encontró que existió alta significación estadística entre los tratamientos (cuadro A-6); al realizar la prueba de “F” Fisher (cuadro A-5), los resultados demostraron que existe homogeneidad entre varianzas. Pero al realizar la prueba de “t” student (cuadro A-5), se observó, que existió alta significación estadística entre tratamientos en un 1% y 5% de probabilidad estadística.

Esta superioridad del T<sub>1</sub> sobre el T<sub>0</sub>, se atribuye a que el número de plantas/ unidad de área en T<sub>1</sub> son más que en el T<sub>0</sub>, esta atribución es compartida con Castillo Rivas (10); quien dice que cultivar plantas en un medio sin tierra, permite tener más plantas, en una cantidad limitada de espacio. Otra causa que podría haber provocado este comportamiento, es el aprovechamiento de nutrientes; ya que en el cultivo hidropónico, los nutrientes son mejor aprovechados por las plantas dado que no existe retención de nutrientes por parte del sustrato utilizado. Además los nutrientes son aplicados diariamente en soluciones nutritivas, sin embargo, en el cultivo tradicional los nutrientes son retenidos por el suelo, y además se pierden por lixiviación ó por erosión.

Esta causa es apoyada por Robredo (38), quien manifiesta que en la hidroponía existen más probabilidades de lograr una buena nutrición, puesto que, en la solución nutritiva se aplican todos los nutrientes, los cuales están dispuestos para la planta, sin que el sustrato los retenga.

Sin embargo, al comparar la producción de los cortes 1 y 2 del T<sub>0</sub> se noto una disminución en el segundo corte. Esto sucedió debido a que en este periodo hubo inundación, a este problema según la Enciclopedia practica de la Agricultura (15), se le denomina problema por asfixia, por lo cual, las plantas no soportan periodos largos de encharcamiento, el cuál conlleva a la ausencia del medio gaseoso en el suelo lo cual provoca, caída de frutos y disminución en desarrollo de los mismos.

El incremento de producción del segundo corte, en comparación del primero, en el T<sub>1</sub> es normal; dado que la cantidad de frutos aptos para la comercialización, eran mucho más que en el primer corte.

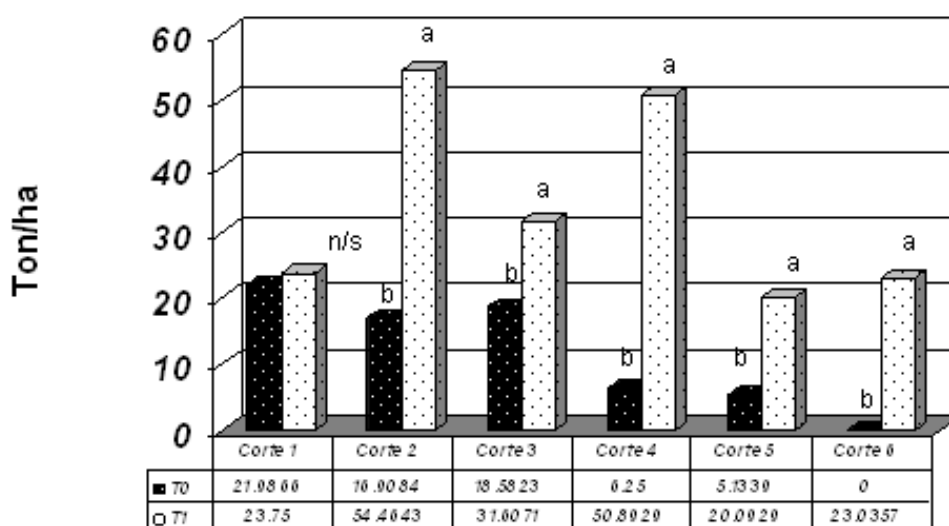


Fig. 1. Peso de fruto (ton/ha) en sistema tradicional (T0) e hidropónico (T1).

### c) Tercer corte

Las producciones promedio de los tratamientos de este corte se pueden observar en el cuadro 1 y Fig.1 (T<sub>0</sub> = 18.5823 ton/ha; T<sub>1</sub> = 31.6071 ton/ha); Los resultados del análisis de varianza mostraron alta significación estadística (1%) entre tratamientos (cuadro A-9). Al realizar la prueba de “F” (cuadro A-8); los resultados mostraron homogeneidad entre varianza,

en cambio, al efectuar la prueba de “t” student (cuadro A- 8); se determino que existe alta significación estadística entre tratamientos en un (1%) de probabilidad de el tratamiento T1 sobre el tratamiento T0.

La superioridad del T1 sobre el T0 para este corte se atribuye a las mismas causas que influyeron en el segundo corte, sin embargo, al comparar las producciones del corte 2 y 3 del T1 se pudo observar una notable disminución en la producción en el tercer corte. Esto se debió a que, en este periodo, las plantas estaban pasando por stress hídrico, que es un déficit de agua en el cultivo, que causa, según la Enciclopedia Practica de la Agricultura (15), alteración en el funcionamiento normal del organismo vegetal y las formas en que se manifiestan en las plantas, es que hay una reducción de la frondosidad de la planta, retraso de la floración, caída de flores y frutos.

Este problema sucedió por que hasta este momento, se estaba utilizando las recomendaciones dadas por REDES (35); quienes dicen que al cultivo se le aplican dos litros de agua con nutrientes, al principio del ciclo vegetativo por metro cuadrado; y una cantidad de tres litros, cuando las plantas están grandes y durante el ciclo de producción. Al notar que la cantidad de solución nutritiva que se aplicaba no llenaba los requerimientos del cultivo, decidimos hacer un incremento en la aplicación de agua y nutrientes, aplicando 15 litros de solución líquida por metro cuadrado dividida en tres aplicaciones diarias.

En el T0 se observo un pequeño incremento en la producción del tercer corte, en comparación, con el segundo ya que para el tercer corte se había corregido el problema de la inundación que sufrió para la segunda cosecha.

#### **d) Cuarto corte**

Las producciones promedio de los tratamientos para el cuarto corte se detallan en el cuadro 1 y Fig. 1 (T0 = 6.25 ton/ha; T1 = 50.8929 ton/ha); Al realizar el análisis de varianza, mostró

alta significación estadística entre tratamientos (cuadro A-12). Al realizar las pruebas de “F” Fisher y “t” student (cuadro A-11); para determinar el tratamiento superior se determino que el T1 fue superior en un 1% y 5% de la probabilidad estadística sobre el T0.

Cuadro 1. Rendimiento de peso de fruto de pepino (ton/ha) en 5 cortes durante el estudio.

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	21.9866n.s	16.9084 b	18.5823 b	6.25 b	5.1339 b	-
T1	23.75n.s	54.4643 a	31.6071 a	50.8929 a	20.0929 a	23.0357

Esta dominancia que tiene el T1 sobre el T0 para este corte se atribuye a las causas mencionadas en los cortes 2 y 3, sin embargo, al analizar las producciones del tercer y cuarto corte del T0 se observa, una disminución de producción en el cuarto corte. Lo cual sucedió debido al ataque de la roña del pepino (Cladosporium cucumerinum Ellis), la cual es provocada por un hongo, que según García J. M. (22); la proliferación de este es favorecida por la alta humedad relativa.

El daño se manifestó en las hojas, con manchas negras que dan apariencia de quemadas; en los frutos, las lesiones se presentan como costras sarnosas y en los tallos, las lesiones se desarrollan de tal forma que terminan estrangulándolos.

Ante la presencia de esta enfermedad se realizaron aplicaciones frecuentes del fungicida Bravo, para tratar de disminuir el daño, ya que el fungicida manzate no funciono como preventivo de la enfermedad dado que las condiciones ambientales favorecieron el desarrollo de está.

En el T1 la producción del cuarto corte en comparación del tercer corte muestra un incremento de producción, esto sucedió debido a que el problema ocasionado por stress

hídrico, que causo daño en el tercer corte, ya había sido corregido.

#### **e) Quinto corte**

Las producciones del quinto corte se encuentran en el cuadro 1 y Fig. 1 ( $T_0 = 5.1339$  ton/ha;  $T_1 = 20.0929$  ton/ha); Al realizar el análisis de varianza y pruebas de “F” y “t” se determino que existe alta significación estadística entre tratamientos, superando el  $T_1$  en un 1% y 5% de probabilidad estadística sobre el  $T_0$  (cuadro A-14 y A-15 respectivamente). La superioridad del  $T_1$  sobre el  $T_0$  se mantuvo hasta el final de la cosecha este comportamiento sucede, debido a las causas atribuidas en los cortes 2, 3 y 4, sin embargo, al comparar las producciones del  $T_0$  en el cuarto corte, con el corte numero 5, es muy poco la diferencia este comportamiento es normal ya que el cultivo estaba finalizando su ciclo productivo.

Al comparar las producciones del  $T_1$  en los cortes 4 y 5 la diferencia de producción es bien marcada debido al daño ocasionado por el hongo (roña del pepino); esta enfermedad se desarrollo por el exceso de humedad. Otro factor que favoreció fue la edad de la planta ya que el daño aumento cuando estaba finalizando el ciclo productivo.

#### **f) Sexto corte**

Los resultados de este corte realizado únicamente para el tratamiento  $T_1$ , se presentan en el cuadro A-16, ( $T_1 = 23.0357$  ton/ha); el cual es utilizado para determinar el resultado acumulado del mismo (cuadro A-2).

El  $T_1$  tiene una cosecha mas que el  $T_0$ , esto se debe, a que el  $T_1$  inició su producción antes que el  $T_0$  y finalizaron iguales su ciclo productivo. Este comportamiento es debido, a la disponibilidad de nutrientes que tienen ambos tratamientos ya que en el  $T_0$  los nutrientes son aplicados en fertilizantes granulados, los cuales tienen que pasar por un proceso de disoluciones en el suelo, para estar disponibles para las plantas, sin embargo, el  $T_1$  el tiempo que se tarda el fertilizante en disolverse no existe ya que los nutrientes son disueltos en agua,

formando de esta manera la solución nutritiva la cual es aplicada directamente al cultivo, quedando los nutrientes disponibles para la planta al momento en que se fertiliza.

**g) Peso acumulado de frutos.**

Al resultado del rendimiento acumulado de cada tratamiento cuadro 2 y Fig. 2 (T0 = 68.8615 ton/ha; T1 = 204.6428 ton/ha); se le efectuó el análisis de varianza y pruebas de “t” studenty y “F” Fisher con lo cual se observo lo siguiente.

Al realizar el análisis de varianza (cuadro A-19) y las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-18); se encontró que existe alta significación estadística entre los tratamientos, ya que el T1 superó al T0 en 1% de probabilidad estadística.

Para verificar la diferencia existente entre las producciones de pepino manejado en el sistema de cultivo tradicional y sistema de cultivo hidropónico, se tomo como referencia la producción obtenida por FUSADES-DIVAGRO (20); la cual es de 45.35 ton/ha con espaldadera y manejado en forma tradicional. Se puede observar que este rendimiento es cercano al obtenido en el tratamiento T0 el cual es de 68.86 ton/ha, el cual fue manejado en espaldadera y se fertilizó en base a la recomendación dada por el CENTA, de acuerdo al análisis de suelo (cuadro A-75) y los requerimientos del cultivo.

Para la producción en el sistema de cultivo hidropónico, se tomo como referencia la producción obtenida por Robredo (38); la cual es de 200 ton/ha, manejado con sistema hidropónico artesanal. Se observó, que esté, es similar al obtenido en el tratamiento T1 que fue de 204.64 ton/ha, el cual se fertilizó en base a los requerimientos del cultivo con soluciones nutritivas (cuadro A-76); recomendadas por REDES (35), quienes mencionan que la solución nutritiva debe aplicarse diariamente.

Esta notable diferencia en el rendimiento de T1 sobre T0, se debe a que el numero de plantas por unidad de área es mayor en el cultivo hidropónico, ya que en una hectárea de



cultivo tradicional la densidad de plantas es de 27,777.77 plantas/ha, en cambio en el hidropónico es de 90,000 plantas/ha.

Lo que esta de acuerdo con Castillo Rivas (10); que dice que cultivar plantas, en un medio sin tierra, permite tener mas plantas en una cantidad limitada de espacio.

También estos resultados son respaldados por Robredo (38) quien afirma que la densidad de plantas en el sistema tradicional, es el resultado de los nutrientes que puede producir el suelo y las necesidades del cultivo en cuanto a la cantidad de luz, en cambio, la densidad de plantas en hidroponía tiene una mayor población por unidad de superficie, ya que está, solo se ve influenciada por los requerimientos de luz que presente el cultivo, debido a que los nutrientes son proporcionados diariamente y son mejor aprovechados por las plantas, ya que no existe retención de estos, por parte del sustrato utilizado

#### **4.2. Numero de frutos por mt<sup>2</sup>**

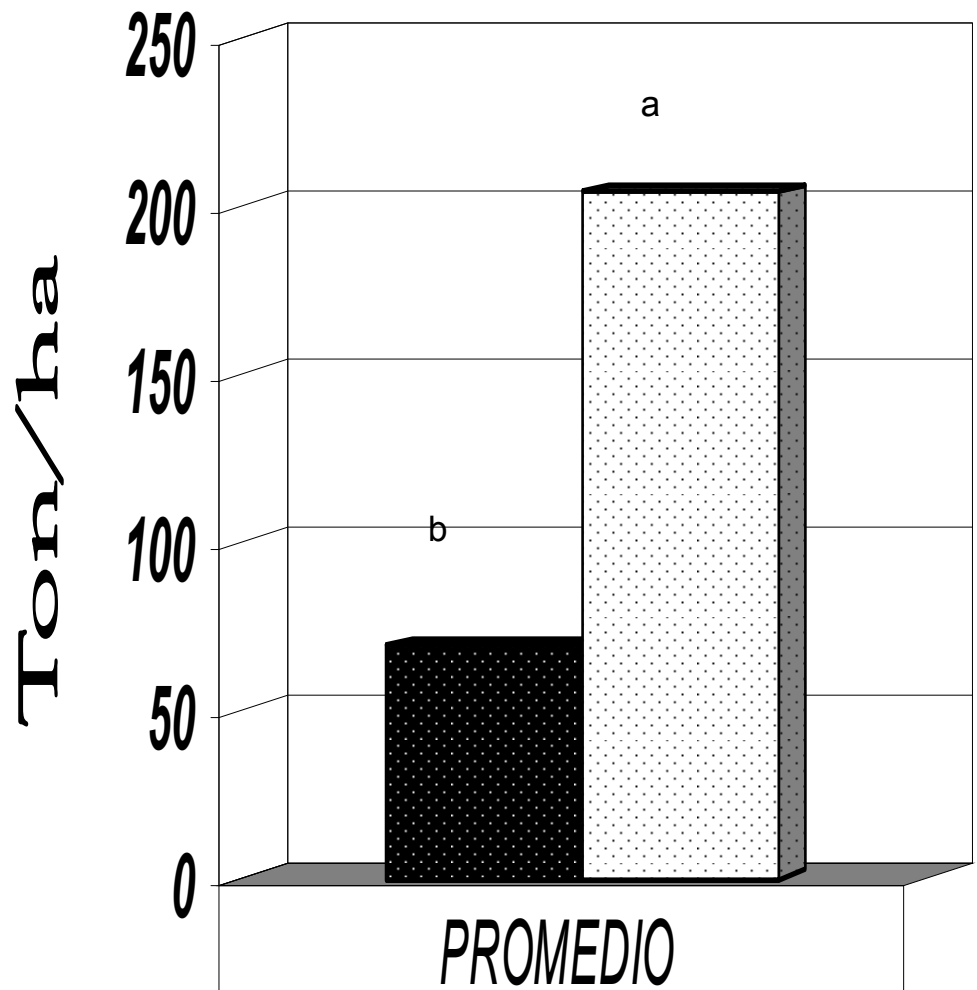
Para obtener la respuesta de esta variable, en ambos tratamientos, se evaluó cada corte de frutos como también se evaluó la producción acumulada obtenida de las plantas que se encontraban en el área útil, la cual era de 3.42 mt<sup>2</sup> para el T0 (manejo tradicional), y 1 mt<sup>2</sup> para el T1 (manejo hidropónico). Cabe mencionar que cada tratamiento estaba formado por 7 observaciones, cada una con nueve plantas en su área útil. Al evaluar cada uno de los cortes con las pruebas de “F” Fisher y “t” student y el análisis de varianza se determino lo siguiente:

##### **a) Primer corte**

Los datos obtenidos en este corte se presentan en el cuadro 3 y Fig. 3 (T0 = 6.4285 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 6.4285 frutos/m<sup>2</sup>); al realizar las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-21) se observo que no hay diferencias significativas entre los tratamientos ya que el resultado de “t” fue cero, razón por la cual no fue necesario realizar el análisis de varianza.

Cuadro 2. Transferencia del peso promedio de cada parcela útil (cuadro A – 17) en ambos tratamientos a ton/ha de todo el ciclo productivo.

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	70.7031	201.25
2	71.0937	213.25
3	61.7187	222.5
4	69.1406	212.5
5	67.9687	196.25
6	74.2187	200.0
7	67.1875	186.25
$\Sigma$	<b>482.031</b>	<b>1432.5</b>
<b>X</b>	<b>68.8615</b>	<b>204.6428</b>



■ <i>Tradicional</i>	68.8615
▣ <i>Hidropónico</i>	204.6428

Fig. 2. Peso acumulado promedio de todo el ciclo productivo ton/ha.

Cuadro 3. Número de frutos por metro cuadrado promedio de cada corte en ambos tratamientos.

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	6.4285 ns	4 b	5.4285 b	2.2857 b	2.8571 b	-
T1	6.4285 ns	16.4285 a	9.8571 a	16.8571 a	8.571 a	10.1428

**b) Segundo corte.**

Los frutos obtenidos en este corte se presentan en el cuadro 3 y Fig. 3 (T0 = 4.0 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 16.4285 frutos/m<sup>2</sup>); al efectuar las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-23) y el análisis de varianza (cuadro A-24) los resultados obtenidos, demostraron que existe alta significación estadística entre los tratamientos ya que el T1 supera al T0 en 1% y 5% de la probabilidad estadística.

**c) Tercer corte.**

El promedio de frutos cosechados en este corte se presentan en el cuadro 3 y Fig. 3. Al realizar las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-27), (T0 = 5.4285 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 9.8571 frutos/m<sup>2</sup>); al realizar las pruebas de “F” y “t” (cuadro A-26), se encontró alta significación estadística entre los tratamientos, para determinar cual de los tratamientos es el mejor, se realizó el análisis de varianza (cuadro A-27) con el cual se observó que el T1 es mejor ya que supera al T0 en un 1% y 5 % de probabilidad estadística.

**d) Cuarto corte**

El promedio de frutos obtenido en este corte se presenta en el cuadro 3 y Fig. 3, (T0 = 2.2857 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 16.8571 frutos/m<sup>2</sup>); Para evaluar estas producciones se utilizó las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-29), y el análisis de varianza (cuadro A-30), con lo cual se

comprobó que el T1 es el mejor ya que supera al T0 en 1% y 5% de probabilidad estadística.

#### e) Quinto corte

El promedio de frutos obtenidos en este corte se presenta en el cuadro 3 y fig. 3 (T0 = 2.8571 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 8.571 frutos/m<sup>2</sup>); Al realizar las pruebas de “t” y “F” y el análisis de varianza (cuadro A-32,33), Se pudo observar que el T1 es mejor ya que supera al T0 en 1% y 5% de probabilidad estadística.

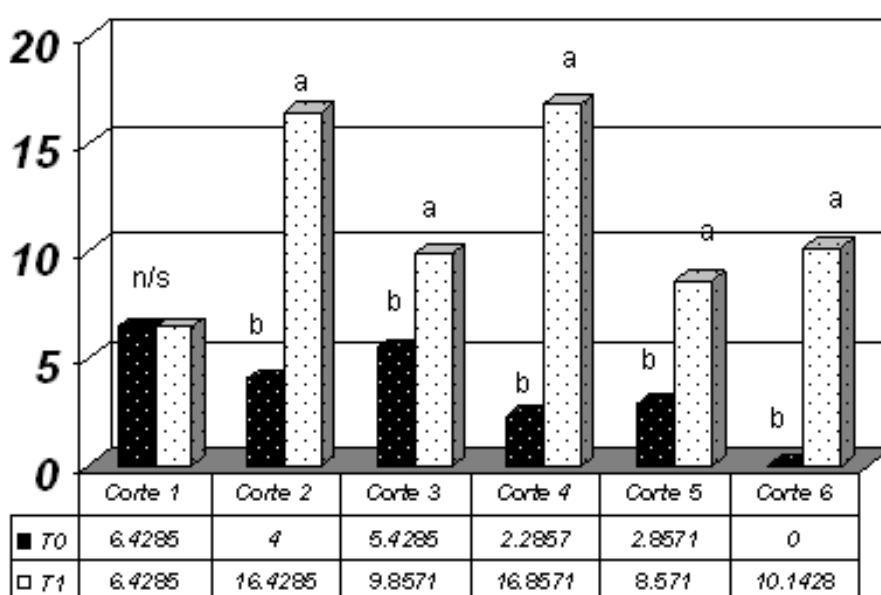


Fig. 3. Numero de frutos promedio por metro cuadrado en cada corte para ambos tratamientos

#### f) Sexto corte

Este dato de numero de fruto se obtuvo únicamente para el T1 (cuadro A-34), ya que este tratamiento fue al que se realizó un corte mas que al T0, obteniendo un promedio en cada observación del T1 = 10.1428 frutos/m<sup>2</sup>. Esto se dio debido al manejo que se le dio al cultivo ya que la disponibilidad de los nutrientes favoreció a que fructificara precozmente. Esto lo respalda Robredo (38), quien afirma que una de las ventajas de la hidroponía es la precocidad

en la producción.

Al evaluar el comportamiento de cada corte (cosecha) para cada tratamiento se puede observar en la grafica (Fig.3), que las barras se comportan de igual manera con las de la variable anterior (peso de fruto en ton/ha) en cada uno de los cortes. Esto se debió a que las causas como fueron la inundación, el stress hídrico, el hongo, el número de plantas/unidad de área y el aprovechamiento de los nutrientes, las cuales se discutieron en la sección anterior (peso de fruto), afectaron también esta variable.

#### **g) Numero promedio de frutos/m<sup>2</sup>**

Al número promedio de frutos cosechados en todo el ciclo productivo (cuadro 4 y Fig. 4) se le realizó la prueba de “t” student y “F” Fisher (cuadro A-35), con lo cual se observó que existe diferencia estadística entre los tratamientos (T0 = 20.8571 frutos/m<sup>2</sup>; T1 = 67.5714 frutos/m<sup>2</sup>). Para identificar cual tratamiento era el mejor se realizó el análisis de varianza (cuadro A-36) y se observó que el T1 es superior al T0 en 1% y 5% de probabilidad estadística.

Para verificar la diferencia existente entre el numero de frutos por cada uno de los tratamientos en estudio, se tomo como referencia el numero de frutos obtenidos por Sorto Portillo (41), que es de 22 frutos por metro cuadrado lo cual permite determinar que este dato es similar al obtenido en el T0 siendo este de 21 frutos por metro cuadrado.

Para el número de frutos en hidroponía artesanal se tomo como referencia el número de frutos obtenido por REDES (35), que es de 60 frutos por metro cuadrado el cual es similar al obtenido en el T1 en donde se cosecharon 68 frutos por metro cuadrado.

Es notable la diferencia entre el numero de frutos para ambos tratamientos, lo cual se debe a la cantidad de plantas que se pueden sembrar en un metro cuadrado; ya que el manejo tradicional permite alojar tres plantas por metro cuadrado, mientras que en el manejo

hidropónico, se pueden alojar nueve plantas por metro cuadrado. Lo cual esta de acuerdo con Castillo Rivas (10) que dice que, cultivar plantas en un medio sin tierra permite tener mas plantas en una cantidad limitada de espacio.

Robredo (38), también comenta que el espaciamiento entre las plantas en los cultivos tradicionales es el resultado de los nutrientes que provee al suelo y las necesidades del cultivo en cuanto a luz y en hidroponía es posible una mayor densidad de población de plantas por unidad de superficie ya que está, solo se ve influenciada por los requerimientos de luz que presente el cultivo.

Otra de las razones por la cual la hidroponía fue mejor que el manejo tradicional pudo haber sido, por el aprovechamiento de los nutrientes ya que en el T1 los nutrientes son aplicados diariamente a las plantas y siempre están a disposición de ellas, por que a veces estos se pierden por lixiviación; y en otras ocasiones el suelo los retiene y las plantas no lo pueden absorber completamente esto es apoyado por Robredo (38) que dice que en hidroponía existe mas posibilidades de lograr una buena nutrición, puesto que, en la solución nutritiva se aplican todos los nutrientes, los cuales están dispuestos para la planta, sin que el sustrato lo retenga.

#### **4.3 Longitud de fruto**

La respuesta a esta variable se obtuvo, tomando en consideración todos los frutos cosechados en ambos tratamientos. Los cuales se midieron con cinta métrica, desde el extremo superior hasta el extremo inferior.

Al efectuar el análisis de varianza y las pruebas de “F” Fisher y “t” student para cada uno de los cortes se observo lo siguiente:

Cuadro 4. Numero promedio de frutos por metro cuadrado de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	21	64
2	20	71
3	18	71
4	21	69
5	21	69
6	23	68
7	22	61
<b>X</b>	<b>20.8571</b>	<b>67.5714</b>
<b>Σ</b>	<b>146</b>	<b>473</b>



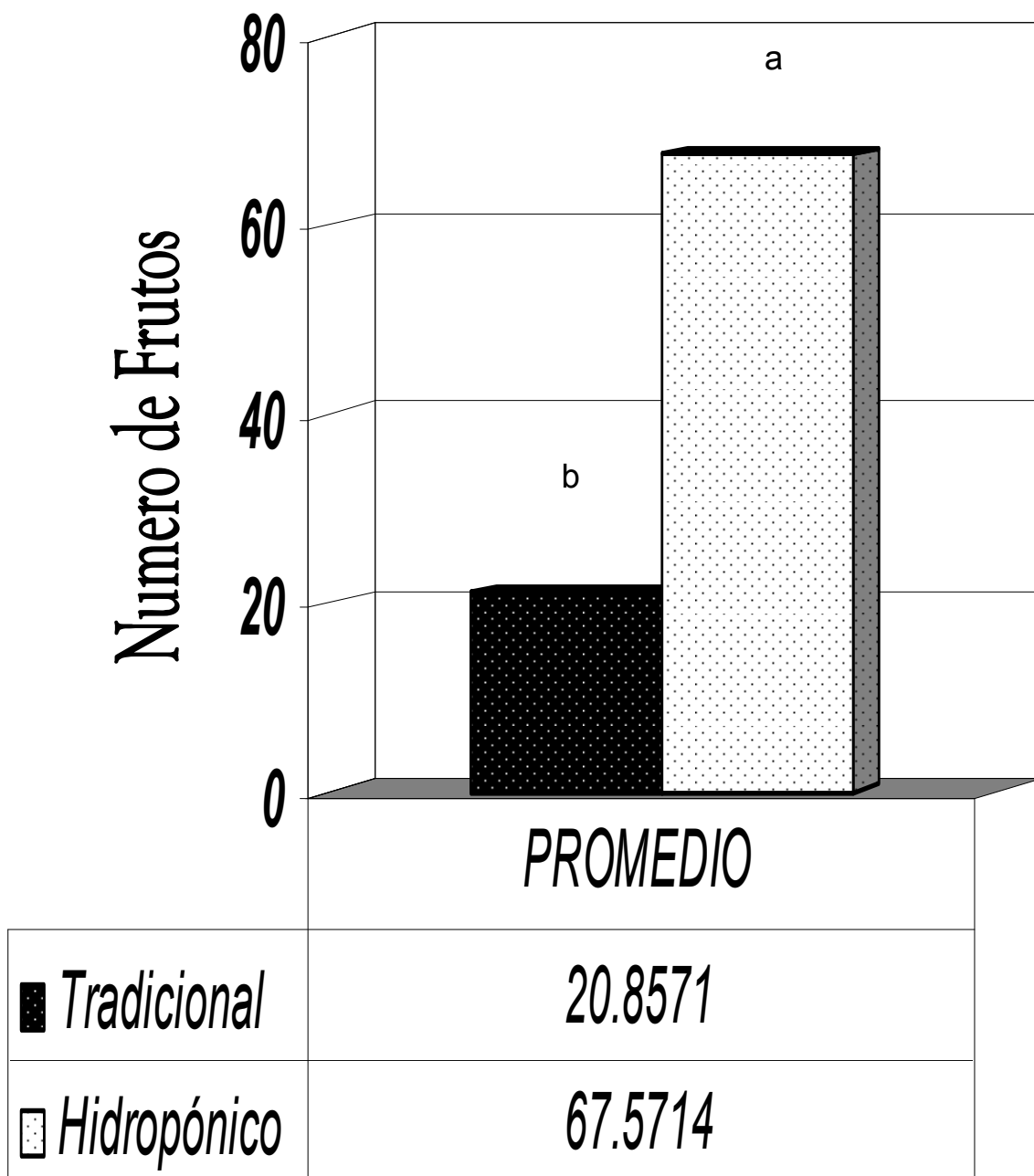


Fig. 4. Numero promedio de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento.

### a) Primer corte

Los resultados de la longitud promedio de frutos del primer corte, se presentan en el cuadro 5 y Fig.5 (T0 = 19.8513 cm./frutos; T1 = 20.7632 cm./frutos); al realizar el análisis de varianza y las pruebas de “t” y “F” (cuadro A-39 y A-38) se pudo verificar que no existió diferencia estadística entre los tratamientos.

Cuadro 5. Longitud promedio de frutos por corte en cada tratamiento

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	19.8513 ns	21.1531ns	19.9586 a	18.4441 b	15.9743 b	-
T1	20.7232 ns	20.2939 ns	18.9231 b	20.2822 a	17.9632 a	16.2511

### b) Segundo corte

Los resultados de la longitud promedio de frutos para el segundo corte se presentan en el cuadro 5 y Fig.5 (T0 = 21.1531 cm./frutos; T1 = 20.3934 cm./frutos); al efectuar el análisis de varianza y las pruebas de “t” student y “F” Fisher (cuadro A-42 y A-41) se puede determinar que no existió diferencia entre los tratamientos.

### c) Tercer corte

Los datos de longitud promedio del fruto para el tercer corte se encuentran en el cuadro 5 y Fig.5 (T0 = 19.9586 cm./frutos; T1 = 18.9231 cm./frutos); al realizar el análisis de varianza se encuentra que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (cuadro A-45). Al realizar la pruebas de “F” Fisher (cuadro A-44) los resultados demuestran que existe una homegenidad entre varianzas, sin embargo, al realizar la prueba de “t” student (cuadro A-44) se observa que existe alta significación estadística entre tratamientos en un 1% del T0 sobre el T1.

#### d) Cuarto corte

Los resultados de longitud promedio de frutos de los tratamientos de este corte se encuentran en el cuadro 5 y Fig.5 (T0 = 18.4441 cm./frutos; T1 = 20.2822 cm./frutos); al efectuar el análisis de varianza se demostró que existió alta significación estadística en 1% y 5% de probabilidad entre tratamientos (cuadro A-48). Al realizar la prueba de de “F” Fisher (cuadro A-47) los resultados demostraron que existe homogeneidad de varianzas. En cambio al efectuar la prueba de “t” student (cuadro A-47) se observo que existió alta significación estadística entre tratamientos en un 1% y 5% de probabilidad de el T1 sobre el T0.

Cuadro 5. Longitud promedio de frutos por corte en cada tratamiento

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	19.8513 ns	21.1531ns	19.9586 a	18.4441 b	15.9743 b	-
T1	20.7232 ns	20.2939 ns	18.9231 b	20.2822 a	17.9632 a	16.2511

#### e) Quinto corte

Los datos de longitud promedio para el quinto corte de ambos tratamientos se encuentran en el cuadro 5 y Fig.5 (T0 = 15.9743 cm./frutos; T1 = 17.9632 cm./frutos). Para evaluar los resultados se utilizaron las pruebas de “t” y “F” que demostraron alta significación estadística entre tratamientos (cuadro A-50). De igual manera al efectuar el análisis de varianza (cuadro A-51) se pudo observar que existió una alta significación estadística de 1% y 5% entre tratamientos siendo superior el T1.

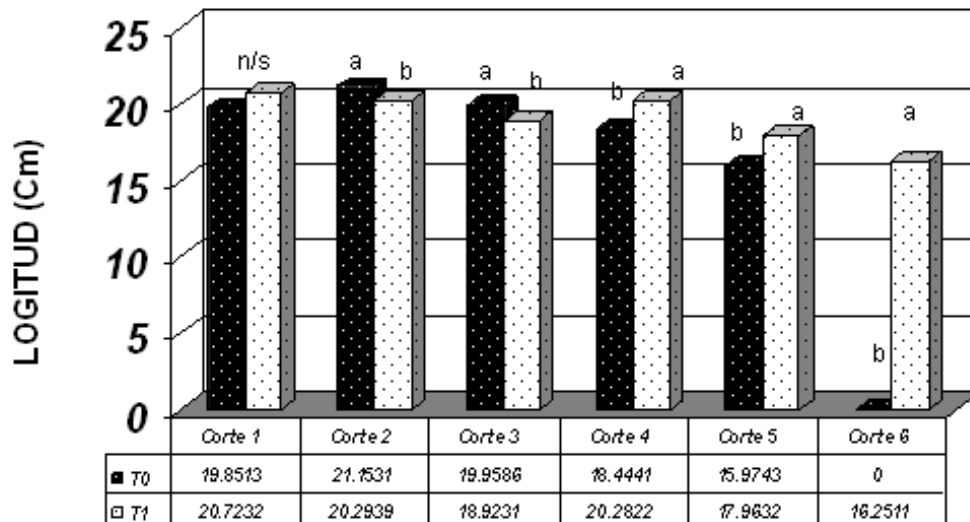


Fig. 5 Longitud promedio de frutos por corte en cada tratamiento

**f) Sexto corte**

Los datos de este corte realizado únicamente en el T1, se presentan en el cuadro A-52 (T0 = 16.2511 cm./frutos). El cual se utilizó para la determinación del resultado acumulado de este corte.

**g) Longitud promedio de frutos**

A la longitud promedio de los frutos cosechados en cada tratamiento (cuadro 6 y Fig. 6) se les realizó las pruebas de “t” student y “F” Fisher (cuadro A-53) y el análisis de varianza (cuadro A-54) con lo cual se pudo determinar que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio.

Independientemente de las variaciones de cada corte (cuadro 5 y Fig.5) para cada uno de los tratamientos, al final se comprobó que los tratamientos se comportan de igual manera. Esta variación según Cáceres (7), es normal ya que el pepino es un fruto de forma y tamaño variable.

Para verificar la longitud promedio de los frutos de cada tratamiento se tomó como

referencia la longitud de fruto; obtenida por Julio Cesar Arreaga (5) que es de 19.0 centímetros por frutos. Lo cual permite determinar que este dato es similar al obtenido en los tratamientos T0 y T1 en donde es de 19.07 centímetros de longitud por fruto.

#### **4.4 Diámetro de fruto**

El diámetro de cada uno de los frutos en cada uno de los tratamientos se determino al momento de la cosecha, utilizando una cinta métrica para determinar en primer lugar la circunferencia, la cual fue tomada a la mitad de cada fruto. Luego el valor del diámetro se obtuvo utilizando la formula siguiente:

$$D = C \div \pi$$

En donde:

D= Diámetro

C = Circunferencia

$$\pi = 3.1416$$

Al evaluar cada corte con las pruebas de “F” Fisher y “t” student y análisis de varianza se determino lo siguiente:

##### **a) Primer corte**

Los datos promedios de diámetro de fruto obtenidos en este corte se presentan en el cuadro 7 y Fig. 7 (T0 = 5.4374 cm./frutos; T1 = 5.5383 cm./frutos); al realizar las pruebas de “F” Fisher y “t” student (cuadro A-56) y el análisis de varianza (cuadro A-57) se pudo determinar que no existe diferencia significativa entre tratamientos.

##### **b) Segundo corte**

Los resultados de diámetro promedio de frutos de este corte se encuentran en el cuadro 7 y Fig. 7 (T0 = 5.6086 cm./frutos; T1 = 5.6102 cm./frutos); al realizar las pruebas de “F” Fisher y “t” student (cuadro A-59) y realizar el análisis de varianza (cuadro A-60) se observó que no

Cuadro 6. Longitud promedio de frutos (cm.) de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	19.8401	19.1565
2	19.8694	19.1515
3	18.5406	19.6798
4	19.0836	18.9370
5	18.8300	18.8206
6	18.6830	18.8623
7	18.6870	18.9013
<b>X</b>	<b>19.0762</b>	<b>19.0727</b>

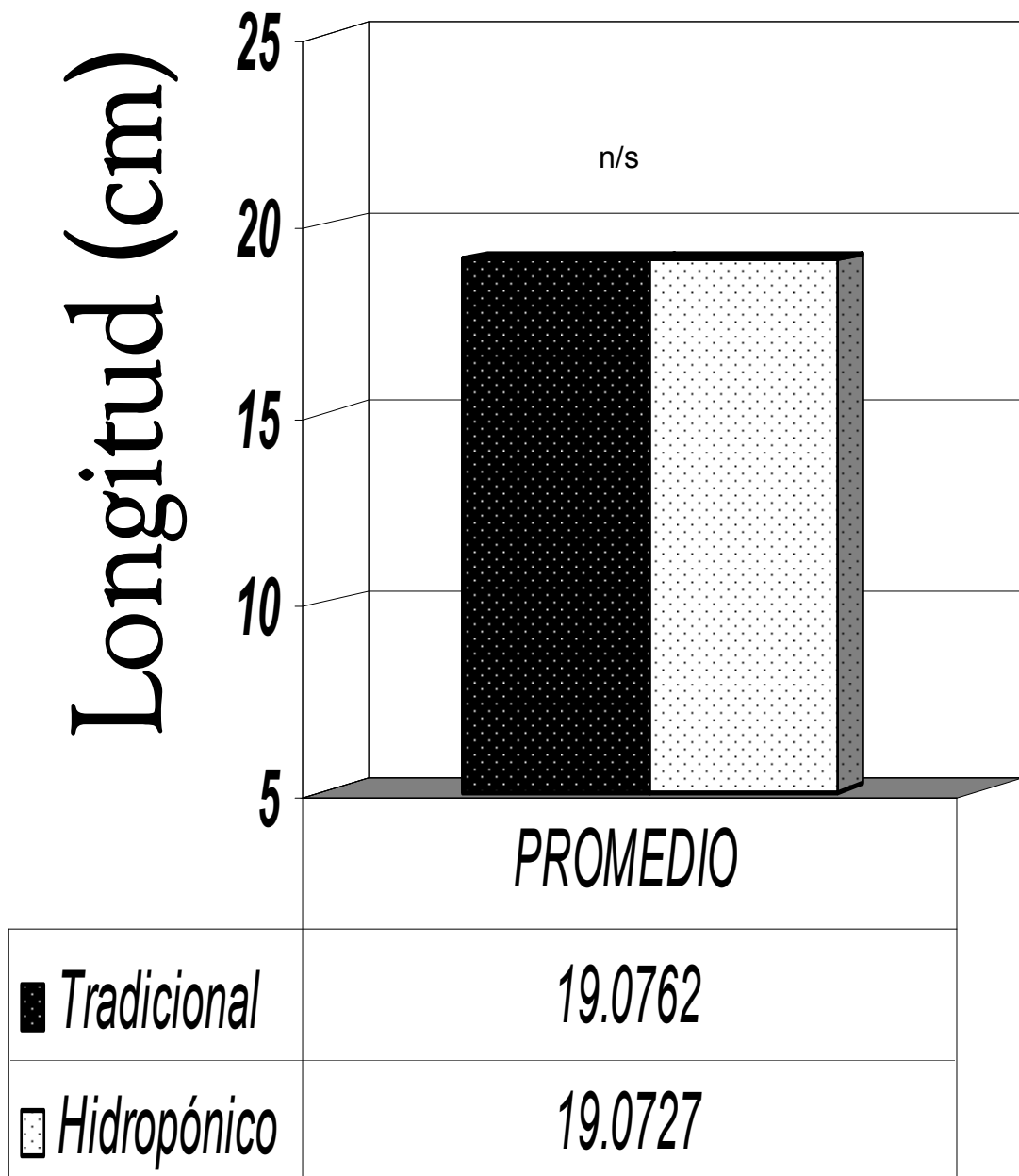


Fig. 6 Longitud promedio de frutos para cada tratamiento.

hay diferencia significativa en los tratamientos.

Cuadro 7 Diámetro promedio de frutos por corte en cada tratamiento

Tratamientos	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	Corte 5	Corte 6
T0	5.4374 n/s	5.6086 n/s	5.6628 a	5.3511 b	4.9442 b	-
T1	5.5383 n/s	5.6102 n/s	5.431 b	5.4999 a	5.3029 a	4.8019

**c) Tercer corte**

Los datos promedio de este corte se presentan en el cuadro 7 y Fig. 7 (T0 = 5.6628 cm./frutos; T1 = 5.431 cm./frutos). Al realizar la prueba de “F” Fisher (cuadro A-62) los resultados demostraron que las varianzas son homogéneas.

En cambio al realizar la prueba de “t” student (cuadro A-62) y el análisis de varianza (cuadro A.63) demostraron que el T0 supera al T1 en 5% y 1% de probabilidad estadística.

**d) Cuarto corte**

Los resultados del promedio de diámetro de fruto de este corte se encuentran en el cuadro 7 y Fig. 7 (T0 = 5.3511 cm./frutos; T1 = 5.4999 cm./frutos). Al efectuar la prueba de “F” Fisher (cuadro A-65) se observa que existe una homogenidad de varianzas. Y al realizar la prueba de “t” (cuadro A-65) y el análisis de varianza (cuadro A-66) se observó que el T1 es mejor, ya que supera al T0 en 5% y 1% de probabilidad estadística.

**e) Quinto corte**

Los datos promedio del diámetro de fruto obtenidos en este corte se presentan en el cuadro 7 y Fig. 7 (T0 = 4.9442 cm./frutos; T1 = 5.3029 cm./frutos). Para evaluar estos datos se utilizó la prueba de “F” (cuadro A.68) que demostró que las varianzas son homogéneas. Al realizar la prueba de “t” (cuadro A-68) y el análisis de varianza (cuadro A-69) se observa que hay alta



significación estadística entre tratamientos ya que el T1 supera al T0 en un 1% y 5% de probabilidad estadística.

Cuando se efectuó el análisis comparativo para los tratamientos con respecto al diámetro de fruto en cada corte realizado (cuadro 7 y Fig. 7). Se comprobó que el T0 con el T1 en el primer corte, ambos se comportaron de igual manera, eso nos da a entender que todos los requerimientos que el cultivo necesita fueron completos en ambos tratamientos. Para el corte dos sucede lo mismo, ya que los resultados indican que no existe diferencia estadística, sin embargo, los resultados de los próximos tres cortes son diferentes ya que para el tercer corte el T0 es superior al T1 en un 1% de probabilidad estadística; esta diferencia se debió a que el T1 sufrió stress hídrico el cual ya se hizo mención en la variable anterior. Con respecto al cuarto corte los resultados obtenidos son diferentes para cada tratamiento siendo superior el T1 al 1% de probabilidad estadística que el T0, este cambio sucedió debido que en el T1 el problema de stress hídrico ya se había corregido. Esta superioridad del T1 sobre el T0 se mantuvo también en el quinto corte ya que el T1 fue siempre mejor al T0 en el mismo porcentaje de 1% de probabilidad estadística.

#### **f) Sexto corte**

Los promedios de diámetro de fruto de este corte realizado únicamente para el T1, se presentan en el cuadro A-70 ( $T1 = 4.8018$ ), los cuales son utilizados para el resultado acumulado de esta variable.

#### **g) Diámetro promedio de frutos.**

Al diámetro promedio de los frutos cosechados en cada tratamiento cuadro 8 y Fig. 8 ( $T0 = 5.4293$  cm./frutos;  $T1 = 5.3624$  cm./frutos) se les efectuó las pruebas de “F” Fisher y “t” student (cuadro A-71) y análisis de varianza (cuadro A-72) con lo que se observó, que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio.

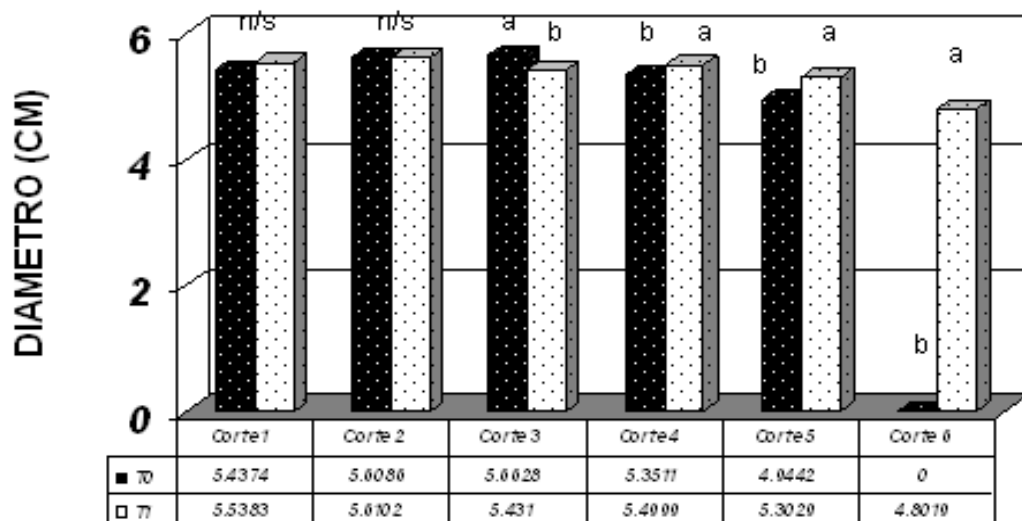


Fig. 7 Diámetro promedio de frutos por corte en cada tratamiento

Independientemente de las variaciones en diámetro que se dieron en cada corte (cuadro 7 y Fig. 7) para cada uno de los tratamientos, al final se pudo comprobar que ambos tratamientos se comportan de igual manera; según Cáceres (7) estas variaciones son normales ya que el pepino es un fruto de forma y tamaño variable.

Para comprobar el diámetro de los frutos obtenidos en ambos tratamientos se tomo como referencia el diámetro obtenido por FUSADES (20) que es de 5.4 cm./frutos, lo cual indica que este resultado es similar al obtenido en los tratamientos T0 = 5.42 cm./fruto y T1 = 5.36 cm./frutos .

#### 4.5 Análisis económico

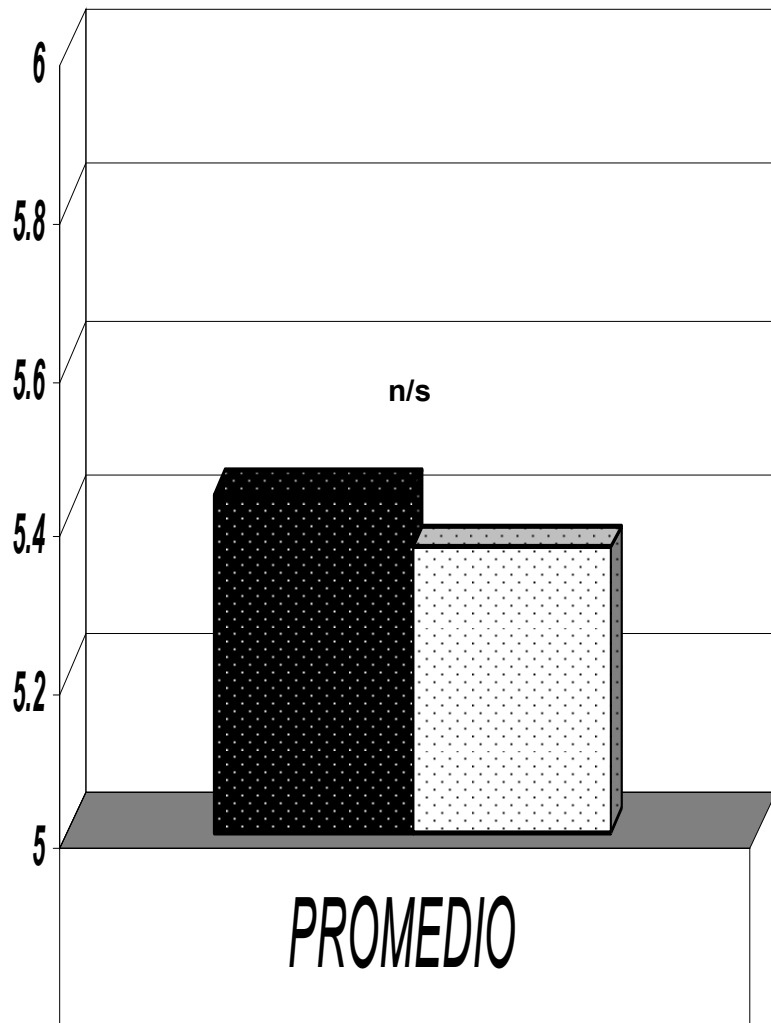
Para realizar la evaluación económica se tomaron en consideración los costos de producción y los beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos en estudio (cuadro 9 y 10).

Al analizar estos resultados, se determino que existe diferencia entre tratamientos, esta

**Cuadro 8.** Diámetro promedio (cm.) de fruto bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	5.4672	5.4171
2	5.5651	5.3859
3	5.4796	5.2839
4	5.3080	5.3614
5	5.3664	5.3102
6	5.3843	5.3951
7	5.4350	5.3834
$\Sigma$	<b>38.0057</b>	<b>37.5370</b>
<b>X</b>	<b>5.4293</b>	<b>5.3624</b>
<b>Sx</b>	<b>0.0847</b>	<b>0.0482</b>
<b>S<sup>2</sup>x</b>	<b>0.0071</b>	<b>0.0023</b>

**Diámetro (cm)**



■ <i>Tradicional</i>	5.4293
▤ <i>Hidropónico</i>	5.3624

Fig. 8. Diámetro promedio (cm.) de frutos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico

diferencia se debe al incremento en los costos de producción del T1 en comparación con los costos de producción del T0; tal incremento es debido a que el sistema de cultivo hidropónico (T1) es un sistema en el cual los materiales de construcción, equipos, insumos y mano de obra son utilizados en mayor cantidad, que el sistema de cultivo tradicional (T0).

El costo de producción por hectárea para el sistema de cultivo tradicional fue \$ 4,466; y la producción obtenida de 208,482 frutos por hectárea; los cuales se comercializaron en el mercado interno local (San Miguel), a un precio de \$ 0.10 cada uno, obteniendo un ingreso de \$ 20,848.2 por hectárea, dando como resultado un beneficio de \$16,382.2 por hectárea.

Los costos de producción por hectárea para el sistema de cultivo hidropónico fue de \$64,225.51; y la producción obtenida de 675, 714 frutos por hectárea; los cuales se vendieron en el mercado interno local (San Miguel), a un precio de \$ 0.10 cada uno, de los cuales se obtuvo un ingreso de \$67,571.4 por hectárea, dando como resultado un beneficio de \$3,345.89 por hectárea.

#### **Relación beneficio – Costo (B/C).**

La determinación de la relación benéfico-costos (B/C); de acuerdo a los valores obtenidos (cuadro 11), nos demuestra que se puede recuperar la inversión utilizada, así para el sistema de cultivo tradicional, se determinó una relación beneficio costo igual \$4.67, siendo ligeramente mayor el beneficio que se obtiene por cada dólar invertido, ya que está generando \$ 3.67 en concepto de beneficio. Esto en comparación con el sistema de cultivo hidropónico que presenta una relación beneficio costo igual a \$ 1.05 generando \$0.05 cvs. en concepto de beneficio.

**Los resultados presentados anteriormente, nos indican que el hecho de producir más, como sucedió con el sistema de cultivo hidropónico, no siempre da mayores ingresos ya que estos dependen de los egresos, los cuales en el cultivo hidropónico son bastante elevados. Sin embargo el B/C del cultivo hidropónico salió bajo por que hubieron elevados costos en el uso de las cajas de madera, estos costos hubiesen disminuido haciendo uso de otro tipo de cajas (de plástico o durapac) que tienen un menor costo, con lo cual B/C hubiese sido mayor para este cultivo**

**Cuadro 9. Análisis económico por hectárea de T0 (cultivo tradicional)**

<b>DETALLES</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>N° COSECHAS</b>	<b>COSTO DE AMORTIZACION (\$)</b>
Preparación de suelo	149.00	1	149.00
Análisis de suelo	18.00	6	3
Insumos	379.07	1	379.07
Materiales	2,296.32	4	574.08
Mano de Obra	1,588.00	1	1,588.00
Cosecha	572.00	1	572.00
Transporte	100.00	1	100.00
Sub total	-	-	3,365.15
Arrendamiento	100.00	2	50.00
Imprevistos (5%)	170.76	1	170.76
Administración	500.00	1	500.00
Visita técnica	250.00	1	250.00
Intereses (12%)	130.08	1	130.08
Total	-	-	4,466.00
<b>INGRESO</b>			<b>\$ 20,848.20</b>
<b>EGRESO</b>			<b>\$ 4,466.00</b>
<b>BENEFICIO</b>			<b>\$ 16,382.20</b>

**Cuadro 10. Análisis económico por hectárea de T1 (cultivo hidropónico)**

<b>DETALLES</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>Nº COSECHAS</b>	<b>COSTO DE AMORTIZACION (\$)</b>
<b>MATERIALES</b>	-	-	-
Modulo	108,000	9	12,000
Plástico negro	8,571.43	6	1,428.57
Piedra pómez	10,968.5	9	1,218.00
Pita nylon	13,928.57	4	3,482.14
Postes	2,083.5	4	520.87
Alambre	3,428.57	4	857.14
Bolsa plástica	2,214.28	1	2,214.28
Sacos de nylon	1,428.57	1	1,428.57
Tarimas	14,300.0	9	1,588.89
<b>EQUIPO</b>	-	-	-
Regaderas	353.4	9	39.27
Barriles	300.0	9	33.33
jeringas	13.68	1	13.68
<b>INSUMOS</b>	18,414.95	1	18,414.95
Mano de Obra	14,124.0	1	14,124.00

Cosecha	960.00	1	960.00
Transporte	300.00	1	300.00
Sub total	-	-	58,623.69
Arrendamiento	100	2	50.00
Imprevistos (5%)	2,931.18	1	2,931.18
Administración	500.00	1	500.00
Visita técnica	250.00	1	250.00
Intereses (12%)	1,870.64	1	1,870.64
TOTAL	-	-	64,225.51
<b>INGRESO</b>			<b>\$ 67,571.4</b>
<b>EGRESO</b>			<b>\$ 64,225.51</b>
<b>BENEFICIO</b>			<b>\$ 3,345.89</b>



**Cuadro 11. Análisis económico por hectárea para los tratamientos T0 y T1**

	T0 tradicional	T1 Hidropónico
Detalles	Costo total \$	Costo total \$
Preparación de suelo	152.0	0.0
Insumos	379.07	18.414.95
Materiales	574.08	24,824.74
Mano de obra	2,260.0	15,384.0
Arrendamiento	50.0	50.00
Imprevisto (5%)	170.76	2,931.18
Administración	500.0	500.0
Visita técnica	250.0	250.0
Intereses (12%)	130.08	1,870.64
TOTAL	4,466.0	64,225.51
Ingreso	20,848.20	67,571.4
Egreso	4,466	64,225.51
beneficio	16,382.20	3,345.89
B/C	4.67	1.05

Relación beneficio – costo (B/C)

Cultivo tradicional (T0)       $B/C = \$ 20,848.20 \div \$ 4,466 = \$ 4.67$

Cultivo Hidropónico (T1)       $B/C = \$ 67,571.4 \div \$ 64,225.51 = \$ 1.05$

## 5. CONCLUSIONES.

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos, bajo las condiciones en que se realizó la investigación, se presentan las siguientes conclusiones:

1. Al comparar la producción acumulada (ton/ha) del cultivo de pepino, el hidropónico reportó mayor peso significativo ( $T1= 204.6428$ ) que el cultivo tradicional ( $T0= 68.8615$ ).
2. Existe diferencias significativas entre la evaluación del número de frutos por metro cuadrado; en hidroponía, 68 frutos/m<sup>2</sup> y en el sistema tradicional, 21 frutos/m<sup>2</sup>.
3. Al comparar las condiciones de manejo tradicional e hidropónico en el cultivo de pepino, se constato que la longitud del fruto no es afectada por el método de cultivo, ya que estadísticamente no existen diferencias ( $T0=19.07$  cm/fruto,  $T1= 19.07$  cm/fruto).
4. Con respecto al diámetro de fruto, en ambos tratamientos se comportan de igual manera, estadísticamente los resultados obtenidos fueron no significativos, en el manejo tradicional 5.4292 cm/fruto, y el hidropónico es de 5.3624 cm/fruto.
5. Aunque estadísticamente el T1 es superior al T0 en producción, el análisis económico muestra que el T0 se obtiene un beneficio mayor que en el T1( $T0 = \$ 16,382.21/ha$ ,  $T1 = \$3,345.89/ha$ ).

## **6. RECOMENDACIONES.**

Finalizado y concluido los resultados en el estudio, se recomienda.

1. En las condiciones en que se realizó la investigación para la producción de pepino, se recomienda el sistema de manejo tradicional, por que genera mayor beneficio, que el manejado hidropónica mente.
2. Ante la experiencia obtenida en el manejo hidropónico, recomendamos aumentar el número de riegos. Tomando en cuenta las etapas de desarrollo del cultivo.
3. Desarrollar un plan de manejo que conlleve un mejor control de plagas y enfermedades.
4. Que se verifique y certifique con el distribuidor de semilla (insumo) que la variedad sea en realidad resistente a la Roña del pepino.
5. Hacer uso de contenedores de menor costo ya que los utilizados en el presente ensayo poseen un precio bastante elevado.
6. Realizar nuevos estudios utilizando un mayor número de riegos en hidroponía siempre comparándolo con el cultivo tradicional.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

1. AGENCIA DE RECURSOS FORESTALES Y MONTES. 2000. Hidroponía Popular: Productividad en Cultivos Hidropónicos y Tradicionales. Chile. Consulado 22 de Abril. 2005. Disponible en <http://html.rincondelvago.com/cultivo.hidroponico.html>
2. AGROCIENCIA. 2001. como cultivar con la técnica hidropónica: una guía completa de esta técnica novedosa y práctica para producir alimento. Tegucigalpa, Hd . p 5-12 .
3. ALVARADO, V. 1998. Fundamentos teóricos y prácticos de agricultura bajo riego: cultivo de pepino de ensalada, Ministerio de Agricultura y Ganadería. El Salvador,12,20,43p
4. ANGEL RODRIGES, J.M. del. 1991 Métodos de investigación Pecuaria: Comparación de medidas para dos grupos. D.F., México. Trillas.p22-27
5. ARREAGA FUENTES, JC. 1996. Respuesta del cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) A cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra. Ing. Tesis. Universidad de El Salvador. 61 , 97 p.
6. BOURNE, WC. QUIROZ, B.A.1962. Levantamiento general del suelo de la republica de El Salvador.
7. CACERES, E.1984. Producción de hortalizas, 5 c. d. San José, Costa Rica. IICA. 322.p
8. CAÑAS. P.G. 1964 Agricultura en EL Salvador: cultivo de pepino Ministerio de agricultura y Ganadería. El Salvador

9. CASTAÑEDA, F. 2000. Manual Técnico de Hidroponía Popular. Trd. M. Rodríguez. San Salvador, ESA. p 45-57
10. CASTILLO RIVAS, ch. 1995. La hidroponía como alternativa de producción vegetal: Cuadro comparativo de la producción que se puede obtener. California. Consultado 28 de Abril. 2005 disponible en <http://chcastillo.tripod.com/hidroponia/concepto.htm>
11. CASTILLO RRIVAS, ch.sf: Una nueva agricultura altamente eficiente para lograr mayor productividad y mayor calidad a bajo costo y con menor trabajo: Productividad comparativa de cultivos en suelo vs. Cultivos hidropónicos de flores. Japon. Consultado 28 de Abril. 2005 disponible en <http://chcastillo.tripod.com/hidroponia/concepto.htm>
12. CORREA MOLNAR, M. sf. El riego en hidroponía: sistemas de riego. Consultado 7 de Marzo. 2005. Disponible en <http://www.ilustrado.com/publicaciones/EPYPFIFI2P;MJEYOCH.php.56k>
13. DEVLIN R. 1980, Fisiología Vegetal. Trad. Xavier LI, pages 3ª ed. Barcelona España. OMEGA
14. EDMON JB. 1984. Principios de Hortalizas. 3ª ed. México, continental, 137 p.
15. ENCICLOPEDIA PRACTICA DE LA AGRICULTURA Y LA GANADERIA. Hortalizas aprovechables por sus frutos: Barcelona, España, Océano/centrum. 625p
16. FERTICA. 2000. fertilizantes hidrosolubles de Israel. Consultado 5 de Abril. 2005. Disponible en <http://www.fertica.com/-29k>

17. FERSINA, A. 1976 Horticultura Practica. R. Gayol, 2ª ed. Tlacoquemecatl, México D.F. DIANA, S:A: p. 417-421
18. FONSECA, JR. 1974 Capacidad productiva de la tierra. Diseñado y dibujado por el departamento de desarrollo de la secretaria Regional de los estados Americanos. ESC. 250,000. SP. "color"
19. FUSADES, 1990. El riego en pepino: programa de diversificación agrícola. San Salvador, El Salvador.
20. \_\_\_\_\_1990. producción comercial del pepino: Programa de diversificación Agrícola, 4ª ed. San Salvador, El Salvador, FUSADES. P 32,35,56
21. GARCIA FERNANDEZ, J.1971. Cultivos herbáceos. Sevilla, sp. Agrociencias. p. 458
22. GARCIA, JM. 1997. Manejo integrado de plagas en hortalizas. Tegucigalpa, Honduras. Imagen y textos de R.L. P. 41-46.
23. GODINES, PD. OORJO, EC. 1988. Ensayos de densidades de siembra en pepino (cucumis sativus) CENTA. Informe del departamento de horticultura. San Andrés
24. GUDIEL, VM. 1984. Manual Agrícola Super B. 6ª ed. Guatemala SUPER B. p. 162-165
25. ISQUIERDO, J. Situación de las empresas familiares hidropónicas: estudios de casos I. Chile. Cosulado 28 de Abril 2005. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/segalim/prodalim/prodveg/agrourb>.
26. ISTA (Instituto Salvadoreño de transformación agraria). 2002. Cultivos hidropónicos. San Miguel, ES. p.4

27. LAGOS, JA. 1983. Compendio de Botánica Sistemática. 2ª ed. Ministerio de Educación. San Salvador, El Salvador, 240p.
28. LEÑANO, F. 1978. Hortalizas de fruto. Barcelona, España, VECCHI. P. 105-116
29. LEON, J, 1989. producción de hortalizas, México, LIMUSA 298p
30. LOPEZ TORRES, M. 1994. Horticultura. México. TRILLAS. p. 151.
31. MANUALES PARA EDUCACION AGRARIA: cucurbitáceas. 1989. 2 ed. México. TRILLAS. p.50
32. MARULANDA TABARES, CH. 1999. Guía técnica de hidroponía familiar. CA de Mata. San Salvador, imprenta offset Ricaldone. P 20, 35, 51-54
33. MONTES, A. 1993. Cultivos de hortalizas en el trópico. Tegucigalpa, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana el Zamorano, Depto Horticultura, sección de comunicación de programa de desarrollo rural. p 137-143.
34. PENNINGSFELD, F; KURZMANN, P. 1995. Cultivos Hidropónicos y en turba. Madrid España. Mundiprensa. P 235-237
35. REDES (Fundación Salvadoreña para la reconstrucción y desarrollo). 2004 guía técnica para el cultivo de hortalizas sin suelo: guía técnica de cultivos hidropónicos. Gualococtí; departamento de Morazan, E.S. REDES. P 4-7
36. RESH, HM. Es la hidroponía orgánica o inorgánica. Consultado 12 de marzo 2005. disponible en <http://www.lomalinda.edu.pe/hidroponia/boletin1-5/boletin2.html>

37. RICO M. 1974. Mapa podológico de El Salvador. Universidad de El Salvador. ESC. 1:300000.sp. “color”
38. ROBREDO, . 1997. cultivos hidropónicos en invernadero. □p<sup>2</sup> ; QUIROGO Y M<sup>3</sup> ; ECHAZU, R consultado 7 de Marzo 2005. disponible en <http://g.unsa.edu.ar/asades/actas2000/02-13html-40k>
39. RODRIGEZ, M. 1990. Fertilizantes en Hortalizas. El Salvador. FUSADES – ICNAT, USA. p. 3,6,26.
40. SOLORZANO, J. 1995 huertos hidropónicos como una alternativa de producción de hortalizas y vegetales en las escuelas. Consultado 15 de Marzo 2005. disponible en <http://www.incap.org.gt>
41. SORTO PORTILLO, CE. 1999. Producción de pepino (cucumis sativus L.) Evaluando abono orgánico en época lluviosa en el campo experimental de la Facultad Multidisciplinaria Oriental. Ing. Tesis. Universidad de El Salvador. p.37.



## **8. *ANEXOS***

**Cuadro A-1 Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su primer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	20.3125	20
2	21.0937	27.5
3	17.1875	25
4	23.4375	20
5	22.6563	27.5
6	27.3438	20
7	21.875	26.25
$\Sigma$	<b>153.9063</b>	<b>166.25</b>
<b>X</b>	<b>21.98.66</b>	<b>23.75</b>

**Cuadro A-2. Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el primer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.3493 n/s	5% 4.28	0.9798 n/s	5% 2.179
	1% 8.45		1% 3.055

**Cuadro A-3. Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el primer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	10.8833	10.8833	0.9601 n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	136.0219	11.3351			
Total	13	146.9052				

n/s = no significativo

**Cuadro A-4 Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su segundo corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	14.0625	55.0
2	21.0937	55.0
3	21.4844	50.0
4	14.0625	63.75
5	14.0625	55.0
6	13.6719	60.0
7	19.9218	42.5
$\Sigma$	<b>118.3394</b>	<b>381.25</b>
<b>X</b>	<b>16.9048</b>	<b>54.4643</b>

**Cuadro A-5. Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
3.4115 n/s	5% 4.28	12.7728**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-6. Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el segundo corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	4936.5334	4936.5334	163.1419**	4.75	9.33
Error exp.	12	363.1096	30.2591			
Total	13	5299.6430				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-7 Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su tercer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	19.9200	26.2500
2	14.8436	35.0000
3	15.6250	42.5000
4	24.2187	21.2500
5	22.6563	31.2500
6	20.3126	32.5000
7	12.5000	32.5000
$\Sigma$	<b>130.0763</b>	<b>221.2500</b>
<b>X</b>	<b>18.5823</b>	<b>31.6071</b>

**Cuadro A-8. Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el tercer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
2.3732 n/s	5% 4.28	4.3260**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-9. Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el tercer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	593.7602	593.7602	18.7150**	4.75	9.33
Error exp.	12	380.7172	31.7264			
Total	13	974.4774				

\*\* = significativo ( P < 0.01)

**Cuadro A-10** Peso de fruto (ton/ha) para cada tratamiento en su cuarto corte.

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	10.9375	48.75
2	5.4688	42.50
3	3.5156	67.50
4	4.2969	65.0
5	3.1250	52.5
6	9.7656	30.0
7	6.6406	50.0
$\Sigma$	<b>43.75</b>	<b>356.62</b>
<b>X</b>	<b>6.25</b>	<b>50.8929</b>

**Cuadro A-11.** Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el cuarto corte.

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
17.6258**	5% 4.28	8.9461**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-12.** Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el cuarto corte.

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	6975.4465	6975.4465	80.0331**	4.75	9.33
Error exp.	12	1045.8842	87.1570			
Total	13	8021.3307				

\*\* = significativo (P <0.01)

**Cuadro A-13** Peso de frutos (ton/ha) para cada tratamiento en su quinto corte.

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.4688	36.2500
2	8.5938	25.0000
3	3.9062	5.0000
4	3.1250	17.5000
5	5.4688	22.5000
6	3.1250	27.5000
7	6.2500	12.5000
$\Sigma$	<b>35.9376</b>	<b>146.25</b>
<b>X</b>	<b>5.1339</b>	<b>20.0929</b>

**Cuadro A-14.** Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha en el quinto corte.

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
27.5199**	5% 4.28	3.7836**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-15.** Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha en el quinto corte.

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	869.2018	869.2018	15.8879**	4.75	9.33
Error exp.	12	656.5017	54.7084			
Total	13	1525.7035				

\*\* = significativo (P <0.01)

**Cuadro A-16 Peso de frutos (ton/ha) para el cultivo hidropónico, en su sexto corte.**

OBSERVACIONES	T1 = HIDROPONICO
1	15
2	28.75
3	32.5
4	25.0
5	7.5
6	30.0
7	22.5
X	23.0337
$\Sigma$	161.25
Sx	8.9517
Sx <sup>2</sup>	80.1339

**Cuadro A-17. Peso promedio en lb/parcela útil 3.2 mt<sup>2</sup> para el T0 y 1 mt<sup>2</sup> para el T1 de todo el ciclo productivo.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	45.25	40.25
2	45.50	42.75
3	39.50	44.5
4	44.25	42.5
5	43.50	39.25
6	47.50	40.0
7	43.0	37.25

**Cuadro A-18. Análisis estadístico para el rendimiento en ton/ha**

Prueba de “F” fisher		Prueba de “t” student	
FC	Ft	tc	tt
9.8654 **	5% 4.28	27.88 **	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

\*\* Altamente significativo

FC: “F” calculado

Ft: “F” tabla

tc: “t” calculado

tt: “t” tabla

**Cuadro A-19. Análisis de varianza para el rendimiento en ton/ha.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	64,527.9514	64,527.9514	776.5658**	4.75	9.33
Error exp.	12	997.1278	83.0939			
Total	13	65,525.0792				

\*\* = significativo (P < 0.01)



**Cuadro A-20 Número de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento en su primer corte.**

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	6	5
2	6	7
3	5	6
4	7	5
5	7	8
6	8	6
7	6	8
$\Sigma$	<b>45</b>	<b>45</b>
<b>X</b>	<b>6.4285</b>	<b>6.4285</b>

**Cuadro A-21. Análisis estadístico para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el primer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.70 n/s	5% 4.28	0.0 n/s	5% 2.179
	1% 8.45		1% 3.055

**Cuadro A-22 Número de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento en su segundo corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	3	16
2	4	17
3	6	16
4	3	20
5	3	16
6	4	19
7	5	11
$\Sigma$	<b>28.0</b>	<b>115.0</b>
<b>X</b>	<b>4.0</b>	<b>16.4285</b>

**Cuadro A-23. Análisis estadístico para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el segundo corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
6.2144 *	5% 4.28	10.6027**	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

**Cuadro A-24. Análisis de varianza para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el segundo corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	540.6429	540.6429	112.4108**	4.75	9.33
Error exp.	12	57.7143	4.8095			
Total	13	598.3575				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-25 Número de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento en su tercer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5	5
2	4	11
3	5	12
4	7	7
5	7	12
6	6	10
7	4	9
$\Sigma$	<b>38.0</b>	<b>69</b>
<b>X</b>	<b>5.4285</b>	<b>9.8571</b>

**Cuadro A-26. Análisis estadístico para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el tercer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
2.3539 n/s	5% 4.28	5.0290**	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

**Cuadro A-27. Análisis de varianza para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el tercer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	68.6428	68.6428	25.2893**	4.75	9.33
Error exp.	12	32.5715	2.7142			
Total	13	101.2143				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-28 Número de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento en su cuarto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	4	15
2	2	15
3	1	20
4	2	21
5	1	18
6	3	11
7	3	18
$\Sigma$	<b>16</b>	<b>118.0</b>
<b>X</b>	<b>2.2857</b>	<b>16.8571</b>

**Cuadro A-29. Análisis estadístico para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el cuarto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
9.5391**	5% 4.28	10.6734**	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

**Cuadro A-30. Análisis de varianza para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el cuarto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	743.1428	743.1428	113.9122**	4.75	9.33
Error exp.	12	78.2858	6.5238			
Total	13	821.4286				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-31 Número de frutos/mt<sup>2</sup> para cada tratamiento en su quinto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	3	12
2	4	9
3	2	2
4	2	6
5	3	11
6	2	10
7	4	5
$\Sigma$	<b>20</b>	<b>55</b>
<b>X</b>	<b>2.8571</b>	<b>7.8571</b>

**Cuadro A-32. Análisis estadístico para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el quinto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
16.2357**	5% 4.28	3.5415*	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

**Cuadro A-33. Análisis de varianza para el número de frutos/mt<sup>2</sup> en el quinto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	87.5	87.5	12.5426**	4.75	9.33
Error exp.	12	83.7143	6.9761			
Total	13	171.2143				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-34 Número de frutos por metro cuadrado (frutos/m<sup>2</sup>) en el sexto corte en condiciones de manejo hidropónico.**

OBSERVACIONES	T1 = HIDROPONICO
1	15
2	28.75
3	32.5
4	25
5	7.5
6	30
7	22.5
<b>X</b>	<b>23.0337</b>
$\Sigma$	<b>161.25</b>

Número promedio de frutos por metro cuadrado de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	21	64
2	20	71
3	18	71
4	21	69
5	21	69
6	23	68
7	22	61
<b>X</b>	<b>20.8571</b>	<b>67.5714</b>
$\Sigma$	<b>146</b>	<b>473</b>

**Cuadro A-35. Análisis estadístico para el número promedio de frutos por mt<sup>2</sup>**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
5.6347 *	5% 4.28	30.4943 **	5% 2.447
	1% 8.47		1% 3.707

**Cuadro A-36. Análisis de varianza para número promedio de fruto por metro cuadrado.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	7,637.7857	7,637.7857	929.8270**	4.75	9.33
Error exp.	12	98.5715	8.2142			
Total	13	7,736.3572				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-37 Longitud de fruto (cm) de cada tratamiento corte uno.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	20.94	22
2	19.84	21.5714
3	20.00	22.1666
4	20.07	20.2000
5	18.85	20.1250
6	19.42	19.5000
7	19.83	19.500
$\Sigma$	<b>138.95</b>	<b>145.063</b>
<b>X</b>	<b>19.85</b>	<b>20.7133</b>

**Cuadro A-38. Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm) para el primer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
3.2960n/s	5% 4.28	1.7466n/s	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-39 Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm) primer corte**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	2.6692	2.6692	3.050n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	10.5014	0.8751			
Total	13	13.1706				

n/s = no significativo

**Cuadro A-40 Longitud de fruto (cm) de cada tratamiento segundo corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	22.43	19.1562
2	20.22	19.5764
3	20.45	20.0625
4	21.65	19.9750
5	19.92	20.5312
6	20.50	20.2894
7	22.90	22.3636
$\Sigma$	<b>148.07</b>	<b>142.0543</b>
<b>X</b>	<b>21.1529</b>	<b>20.2935</b>

**Cuadro A-41. Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm) para el segundo corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.3354n/s	5% 4.28	1.47n/s	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-42 Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm) segundo corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	2.5849	2.5849	2.1523 n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	14.4121	1.2010			
Total	13	16.9969				

n/s = no significativo



**Cuadro A-43 Longitud de fruto (cm) de cada tratamiento tercer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	20.4117	19.5000
2	20.6253	19.2727
3	19.2666	19.3333
4	19.6956	18.4285
5	19.9523	17.5833
6	20.0000	18.9000
7	19.7692	19.444
$\Sigma$	<b>139.7107</b>	<b>132.4622</b>
<b>X</b>	<b>19.9586</b>	<b>18.9232</b>

**Cuadro A-44. Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm) para el tercer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
2.4016n/s	5% 4.28	3.2912**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-45 Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm) tercer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	3.7529	3.7529	10.8340**	4.75	9.33
Error exp.	12	4.1575	0.3464			
Total	13	7.9104				

\*\* = significativo (P< 0.01)

**Cuadro A-46 Longitud de fruto (cm) de cada tratamiento cuarto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	18.50	20.533
2	20.00	20.1666
3	17.50	20.9800
4	19.20	20.1190
5	18.00	20.8888
6	18.41	19.8181
7	17.5	19.5000
$\Sigma$	<b>129.11</b>	<b>141.9755</b>
<b>X</b>	<b>18.4443</b>	<b>20.2822</b>

**Cuadro A-47. Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm) para el cuarto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
2.8531n/s	5% 4.28	4.5947**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-48 Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm) cuarto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	11.8229	11.8229	21.1123**	4.75	9.33
Error exp.	12	6.7204	0.5600			
Total	13	18.5433				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-49 Longitud de fruto (cm) de cada tratamiento quinto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	16.4444	16.875
2	16.4615	18.2222
3	15.7142	19.5
4	16	18.5
5	15.7	17.5454
6	15.6667	17.5
7	15.3333	17.6
$\Sigma$	<b>111.8201</b>	<b>125.7426</b>
<b>X</b>	<b>15.9743</b>	<b>17.9631</b>

**Cuadro A-50. Análisis estadístico para la longitud de fruto (cm) para el quinto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
6.1725*	5% 4.28	5.6874**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-51 Análisis de varianza para la longitud de fruto (cm) quinto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	13.8455	13.8455	32.3342**	4.75	9.33
Error exp.	12	5.1386	0.4282			
Total	13	18.9841				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-52 Longitud de frutos para el cultivo hidropónico, en su sexto corte**

OBSERVACIONES	T1 = HIDROPONICO
1	16.875
2	16
3	16.0666
4	16.4
5	16.25
6	17.1666
7	15
<b>X</b>	<b>16.2511</b>
$\Sigma$	<b>113.7582</b>

Longitud promedio de frutos (cm.) de pepinos cultivados bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	19.8401	19.1565
2	19.8694	19.1515
3	18.5406	19.6798
4	19.0836	18.937
5	18.83	18.8206
6	18.683	18.8623
7	18.687	18.9013
<b>X</b>	<b>19.0762</b>	<b>19.0727</b>

**Cuadro A-53. Análisis estadístico para la longitud promedio de frutos (cm).**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
3.4748 n/s	5% 4.28	0.0146 n/s	5% 2.179
	1% 8.75		1% 3.055

**Cuadro A-54. Análisis de varianza para la longitud promedio de fruto (cm).**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.00004414	0.00004414	0.000220n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	2.402151	0.200179			
Total	13	2.402196				

n/s = no significativo

**Cuadro A-55 Diámetro de fruto (cm) de cada tratamiento en su primer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.5527	5.4078
2	5.5117	5.6432
3	5.5279	5.4050
4	5.3895	5.4523
5	5.2867	5.6095
6	5.3561	5.5704
7	5.4374	5.5704
$\Sigma$	<b>38.062</b>	<b>38.6984</b>
<b>X</b>	<b>5.4374</b>	<b>5.5383</b>

**Cuadro A-56. Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm) en el primer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.0927n/s	5% 4.28	1.8789n/s	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-57 Análisis de varianza para el diámetro de fruto en el primer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.0289	0.0289	2.9393n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	0.1179	0.0098			
Total	13	0.1468				

n/s = no significativo

**Cuadro A-58 Diámetro de fruto (cm) de cada tratamiento en su segundo corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.7744	5.6997
2	5.8219	5.5704
3	5.5101	5.5107
4	5.4786	5.5624
5	5.5460	5.6301
6	5.4775	5.4531
7	5.6519	5.8453
$\Sigma$	<b>39.2604</b>	<b>39.2717</b>
<b>X</b>	<b>5.6086</b>	<b>5.6102</b>

**Cuadro A-59. Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm) en el segundo corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.2n/s	5% 4.28	0.0219n/s	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-60 Análisis de varianza para el diámetro de fruto (cm) en el segundo corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.000075	0.000075	0.0040n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	0.2246	0.0187			
Total	13	0.2247				

n/s = no significativo

**Cuadro A-61 Diámetro de fruto (cm) de cada tratamiento en su tercer corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.6578	5.5306
2	5.6036	5.4112
3	5.7518	5.4775
4	5.5050	5.2975
5	5.7025	5.2703
6	5.7290	5.5226
7	5.6902	5.5079
$\Sigma$	<b>39.6399</b>	<b>38.0176</b>
<b>X</b>	<b>5.6628</b>	<b>5.4310</b>

**Cuadro A-62. Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm) en el tercer corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.6478n/s	5% 4.28	4.4728**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-63 Análisis de varianza para diámetro de fruto (cm) en el tercer corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.1879	0.1879	19.8528**	4.75	9.33
Error exp.	12	0.1135	0.0094			
Total	13	0.3014				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-64 Diámetro de fruto (cm) de cada tratamiento en su cuarto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.3120	5.6128
2	5.2386	5.4961
3	5.4521	5.6022
4	5.3839	5.4794
5	5.4725	5.4819
6	5.2656	5.4691
7	5.3333	5.3582
$\Sigma$	<b>37.4580</b>	<b>38.4997</b>
<b>X</b>	<b>5.3511</b>	<b>5.4999</b>

**Cuadro A-65. Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm) en el cuarto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.0675n/s	5% 4.28	3.2**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-66 Análisis de varianza para diámetro de fruto (cm) en el cuarto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.0776	0.0776	10.0779**	4.75	9.33
Error exp.	12	0.0928	0.0077			
Total	13	0.1704				

\*\* = significativo (P < 0.01)



**Cuadro A-67 Diámetro de fruto (cm) de cada tratamiento en su quinto corte.**

OBSERVACION	T0 = TRADICIONAL	T1 = HIDROPONICO
1	5.0393	5.3134
2	4.6501	5.4466
3	5.1563	4.9338
4	4.7837	5.5704
5	4.8245	5.0929
6	5.0933	5.4749
7	5.0624	5.2839
$\Sigma$	<b>39.6096</b>	<b>37.1209</b>
$\bar{X}$	<b>4.3029</b>	<b>5.3029</b>

**Cuadro A-68. Análisis estadístico para el diámetro de fruto (cm) en el quinto corte.**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
1.3949n/s	5% 4.28	3.2268**	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-69 Análisis de varianza para diámetro de fruto (cm) en el quinto corte.**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.4504	0.4504	9.7700**	4.75	9.33
Error exp.	12	0.5534	0.0461			
Total	13	1.0038				

\*\* = significativo (P < 0.01)

**Cuadro A-70 diámetro del fruto (cm) del T1 sexto corte**

CAJA	Diámetro (cm)
1	4.9338
2	4.7481
3	4.7746
4	4.8064
5	4.7746
6	4.8807
7	4.695
$\bar{X}$	4.8018
$\Sigma$	33.6132

Diámetro promedio (cm.) de fruto bajo condiciones de manejo tradicional e hidropónico.

<b>OBSERVACION</b>	<b>T0 = TRADICIONAL</b>	<b>T1 = HIDROPONICO</b>
1	5.4672	5.4171
2	5.5651	5.3859
3	5.4796	5.2839
4	5.308	5.3614
5	5.3664	5.3102
6	5.3843	5.3951
7	5.435	5.3834
$\Sigma$	<b>38.0057</b>	<b>37.537</b>
<b>X</b>	<b>5.4293</b>	<b>5.3624</b>

**Cuadro A-71. Análisis estadístico para el diámetro promedio de fruto (cm.)**

Prueba de "F" fisher		Prueba de "t" student	
FC	Ft	tc	tt
2.5357n/s	5% 4.28	1.2085n/s	5% 2.179
	1% 8.47		1% 3.055

**Cuadro A-72 Análisis de varianza para diámetro promedio de fruto (cm) .**

F de V	g.l.	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos	1	0.0157	0.0157	3.4130 n/s	4.75	9.33
Error exp.	12	0.056	0.0046			
Total	13	0.0717				

**Cuadro A-73 Análisis económico Para el área útil en el cultivo tradicional 22.4 m<sup>2</sup>**

<b>DETALLES</b>	<b>COSTO TOTAL (\$)</b>	<b>N° COSECHAS</b>	<b>COSTO DE AMORTIZACION (\$)</b>
Preparación de suelo	0.33376	1	0.33376
Análisis de suelo	0.04032	6	0.0067
Insumos	0.8491	1	0.8491
Materiales	5.1437	4	1.2859
Mano de Obra	3.5571	1	3.5571
Cosecha	1.28128	1	1.28128
Transporte	0.224	1	0.224
Sub total	-	-	7.53784
Arrendamiento	0.224	2	0.112
Imprevistos (5%)	0.3825	1	0.3825
Administración	1.12	1	1.12
Visita técnica	0.56	1	0.56
Intereses (12%)	0.29137	1	0.29137
Total	-	-	10.00371
<b>INGRESO</b>			<b>\$ 46.6999</b>
<b>EGRESO</b>			<b>\$ 10.0037</b>
<b>BENEFICIO</b>			<b>\$ 36.3962</b>

**Relación beneficio costo.**

$$B/C = \frac{\$46.6999}{\$10.0037} = \underline{\underline{\$ 4.67}}$$

Por cada dólar que se invierte se obtiene un beneficio de **\$ 3.67**

**Cuadro A-74 Análisis económico para el área útil (7 m<sup>2</sup>) en el cultivo hidropónico.**

DETALLES	COSTO TOTAL (\$)	Nº COSECHAS	COSTO DE AMORTIZACION (\$)
MATERIALES	-		
Modulo	75.6	9	8.4
Plástico negro	6.0	6	1.0
Piedra pómez	7.68	9	0.85
Pita nylon	9.75	4	2.44
Postes	1.46	4	0.36
Alambre	2.4	4	0.6
Bolsa plástica	1.55	1	1.55
Sacos de nylon	1.0	1	1.0
Tarimas	1.43	9	0.16
EQUIPO	-	-	-
Regaderas	6.20	9	0.69
pichingas	1.88	9	0.21
jeringas	0.24	1	0.24
INSUMOS	15.08	1	15.08
Labores culturales (m.o.)	10	1	10
Sub total	-	-	42.58
Imprevistos (5%)			2.13
Administración			0.35
Visita técnica			0.18
TOTAL			45.24
<b>INGRESO</b>			<b>\$ 47.30</b>
<b>EGRESO</b>			<b>\$ 45.24</b>
<b>BENEFICIO</b>			<b>\$ 2.06</b>

**Relación beneficio costo.**

$$B/C = \frac{\$47.30}{\$45.24} = \underline{\underline{\$ 1.05}}$$

Por cada dólar que se invierte se obtiene un beneficio de \$ 0.05 centavos

Cuadro A-75 Análisis de suelos.

**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA  
AGROPÉCUARIA Y FORESTAL  
LABORATORIO DE SUELOS  
TEL. 23020200 EXT. 248**

San Andres, 11 de Julio de 2005.

CARTA N° 20089

NOMBRE DEL AGRICULTOR: <b>EDGAR LEONEL MARTINEZ</b>
NOMBRE DE LA FINCA: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
CANTON: EL JUTE
DEPARTAMENTO: SAN MIGUEL

N° LABORATORIO	MUESTRA N° 20134
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	
PROFUNDIDAD DE LA MUESTRA	0-15 CM
UTILIZA RIEGO SI O NO	SI
ÁREA REPRESENTADA/MUESTRA	0.5 MZ
CULTIVO QUE DESEA FERTILIZAR	PEPINO
MES EN QUE SEMBRARA	JULIO
TOPOGRAFIA DEL TERRENO	PLANO

RESULTADO DEL ANALISIS

TEXTURA	FRANCO ARCILLOSO ARENOSO
pH EN AGUA	7.1 NEUTRO
FOSFORO (PPM)	6 MUY BAJO
POTASIO (PPM)	140 MUY ALTO
ZINC (PPM)	1.37 BAJO
MANGANESO (PPM)	19.65 MUY ALTO
HIERRO (PPM)	3.83 BAJO
COBRE (PPM)	0.35 MUY BAJO
MATERIA ORGANICA (%)	3.04 MEDIO
CALCIO INTERCAMBIABLE (Meq/100 g)	12.42 ALTO
MAGNESIO INTERCAMBIABLE (Meq/100 g)	7.64 ALTO

**Cuadro A-76 Elementos mayores y menores utilizados en la solución nutritiva para la fertilización del cultivo hidropónico.**

Elementos mayores necesarios para preparar 10 lts de solución "A"	Elementos menores necesarios para preparar 4 lts de solución "B"
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fosfato monoamónico (12-61-0) 340 gr</li> <li>- Nitrato de calcio 2,080 gr</li> <li>- Nitrato de potasio 1,100 gr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sulfato de magnesio 492.0 gr</li> <li>- Sulfato de manganeso 2.00 gr</li> <li>- Sulfato de cobre 0.480 gr</li> <li>- Sulfato de zinc 1.20 gr</li> <li>- Sulfato de cobalto 0.02gr</li> <li>- Acido bórico 6.20</li> <li>- Molibdato de amonio 0.020 gr</li> <li>- citrato de hierro amoniacal verde 50 gr</li> </ul>

**Cuadro A-77 Datos climáticos obtenidos de Junio a Noviembre del 2005**

Meses	T° X	H.R.	V. viento	Lluvia total
Junio	27.5° C	78%	5.7 Km/h	152.0 ml
Julio	27.6° C	75%	6.1 Km/h	160.7 ml
Agosto	27.6° C	76%	5.7 Km/h	358.6 ml
Septiembre	26.6° C	82%	5.7 Km/h	337.0 ml
Octubre	26.5° C	82%	5.4 Km/h	319.8 ml
Noviembre	26.5° C	74%	6.1 Km/h	43.1 ml

Fuente: Estación metereológica de la Universidad de El Salvador Facultad Multidisciplinaria Oriental.

Simbología: T° X: temperatura promedio

H.R.: humedad relativa

V.viento: velocidad del viento

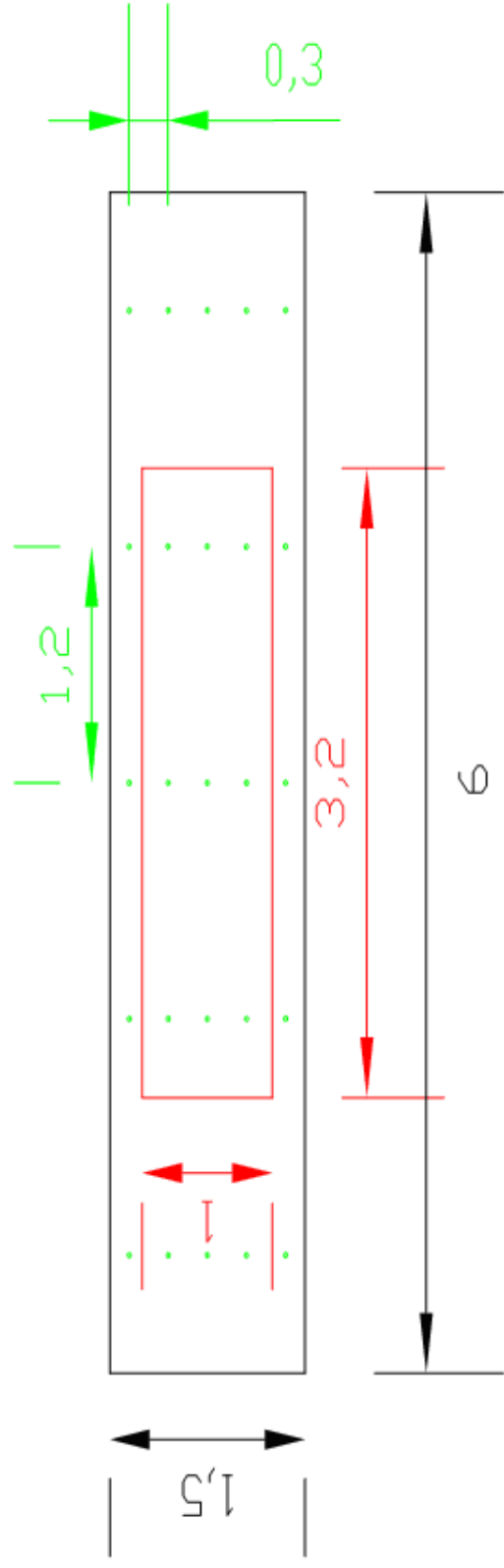
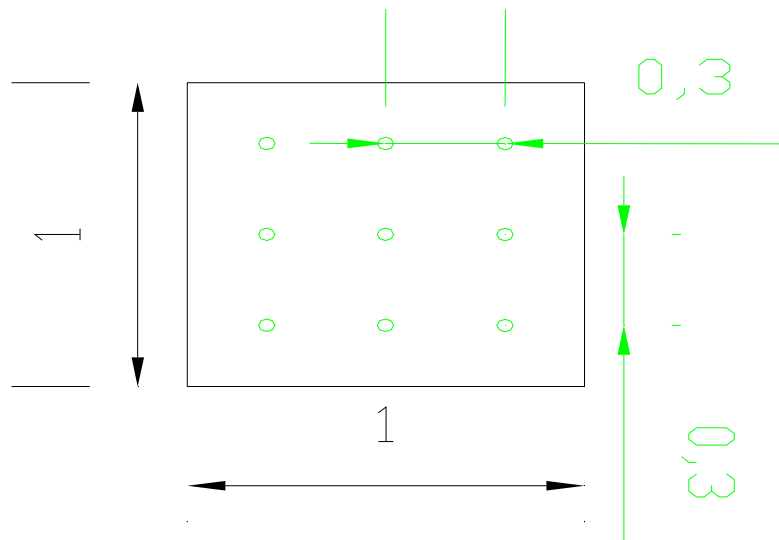


Fig. 9. Distanciamiento entre plantas y surcos de cada unidad experimental y area util en el cultivo manejado tradicionalmente  
 Unidad experimental: 9,0 mt<sup>2</sup>. (1,5 X 6)  
 Area Util: 3,2 mt<sup>2</sup> (1 X 3,2)

- Posturas en la unidad experimental
- Area unidad experimental
- Area util de unidad experimental



○ Posturas

Fig. 10 Distanciamiento entre surcos y plantas de cada area util en el cultivo manejado hidroponicamente.  
Area util: 1 mt 2 (caja de 1 X 1)



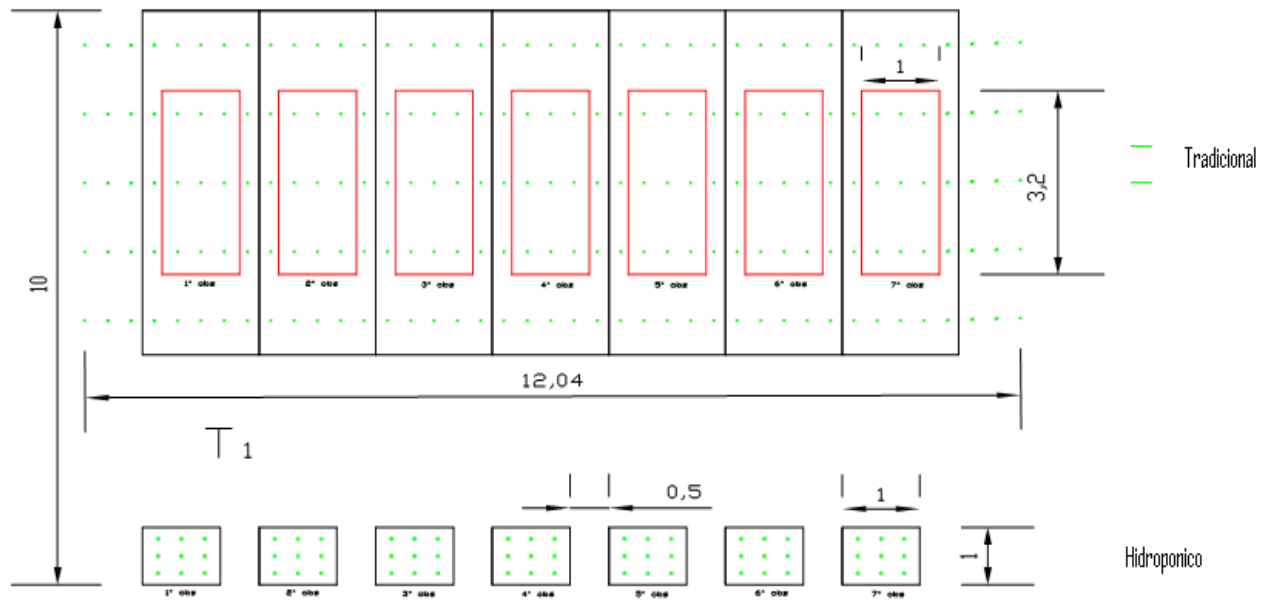


Figura # 11 Distribucion de los tratamientos y ubicacion de las observaciones (area util  $T_0 = 3.2 \text{ mt}^2$  ,  $T_1 = 1 \text{ mt}^2$ ) = 9 plantas.