

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Facultad de Ciencias Agronómicas

Departamento de Fitotecnia



**"RESPUESTA DEL CULTIVO HIDROPONICO DE PEPINO
(Cucumis sativus L.)
A CUATRO PROGRAMAS DE FERTILIZACION
Y DOS DENSIDADES DE SIEMBRA"**

Por:

*JULIO CESAR ARREAGA FUENTES
HUMBERTO NAPOLEON RAMOS MARTINEZ
HECTOR ALEJANDRO VASQUEZ*

Para Optar al Título de:

INGENIERO AGRONOMO

San Salvador,

El Salvador,

Enero de 1996.

T-UES
1304
A 774

ef. 2



321

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR : DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO : LIC. ENNIO ARTURO LUNA

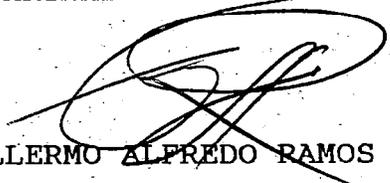
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

SECRETARIO : ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO

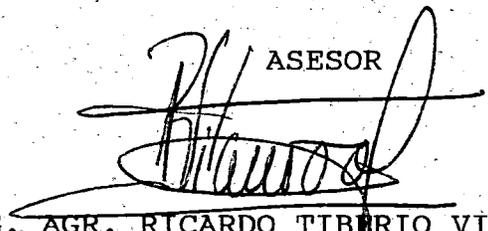
Entrada por la Secretaría de fac. C.C.A.A. 11/02/96

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA



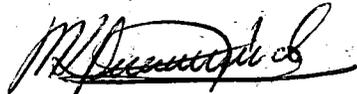
ING. AGR. GUILLERMO ALFREDO RAMOS OLIVA

ASESOR

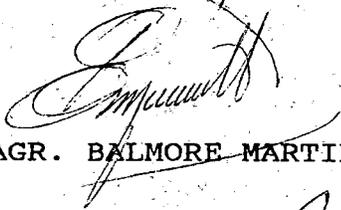


ING. AGR. RICARDO TIBIRIO VILANOVA ARCE

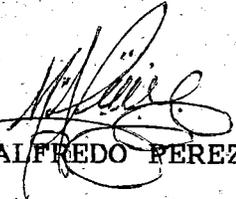
JURADO EXAMINADOR



ING. AGR. MANUEL DE JESUS HERNANDEZ JUAREZ



ING. AGR. BALMORE MARTINEZ SIERRA



ING. AGR. MARIO ALFREDO PEREZ ASCENCIO

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la terraza del edificio de aulas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, durante los meses de octubre a diciembre de 1992.

El objetivo fue evaluar cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L) variedad Poinsett 76 utilizando como sustrato escoria volcánica roja. Los programas de fertilización evaluados fueron: Programa base (Blaukorn + Nitromag-calcareo + Bayfolán), programa base sustituyendo el Bayfolán por Crop up, programa base reducido en un 50% el Blaukorn y Nitromag-calcareo + Crop up y programa base + Crop up aumentado en un 50%; los distanciamientos de siembra fueron: $d_1 = 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ y $d_2 = 30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$. Se utilizó el diseño estadístico completamente al azar en arreglo factorial 4×2 con cuatro repeticiones y ocho tratamientos. Los parámetros evaluados fueron: peso, longitud, número y diámetro del fruto; así como la incidencia de plagas y enfermedades y análisis beneficio-costó.

Aunque los programas de fertilización evaluados produjeron iguales efectos estadísticamente, el programa

base Blaukorn + Nitromag + Bayfolán con distanciamiento de 25 x 25 cm ($T_1 = P_1 D_1$) resultó ser el más rentable; el tratamiento con el programa base Blaukorn reducido en un 50% + Nitromag reducido en un 50% + Crop up y con distanciamiento de 25 x 25 cm ($T_2 = P_2 D_1$) fue el segundo económicamente rentable y de buena calidad de los frutos. El tratamiento con el programa de fertilización base Blaukorn + Nitromag + Crop up y el distanciamiento 30 x 30 cm ($T_3 = P_2 D_2$) produjo el mayor peso promedio y mejor calidad.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO

Por darme la vida, iluminar mi camino y darme las fuerzas necesarias para concluir mis estudios universitarios. Bendito y glorificado sea tu nombre.

- A MIS PADRES

Juana Cordelia y Rafael Arreaga, con mucho cariño por su amor y sacrificio que han hecho siempre, para que pudiera concluir con mi carrera universitaria.

- A MIS HERMANOS.

Aracely, Mauricio, Blanca, Francisco, Adela, Rafael e Irma, quienes siempre me apoyaron en mi formación profesional.

- A MI HIJA.

Maritza Beatriz, por venir a este mundo y llenar un vacío que existía en mí.

- A MI ESPOSA.

Maria Isabel, por su amor alentador que me brindó durante mi formación profesional.

- A TODOS LOS DOCENTES.

Les agradezco de corazón, por haber compartido sus conocimientos y enseñarme a analizar en forma más conscientes los procesos cambiantes de la vida y que Dios los bendiga.

- A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.

Por los buenos momentos que compartimos en nuestra formación profesional, en especial a Rosita de Beltrani y Macario Hernández PAZ INVERENCIAL.

ARREAGA FUENTES

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO.
Por iluminar mis Pensamientos, guiar mi vida para alcanzar las metas fijadas y haberme dado la fé necesaria para terminar mi carrera.

- A LA SANTISIMA VIRGEN MARIA.
Por haber iluminado y bendecido a mis Padres en todo momento durante mis años de estudio.

- A MIS PADRES.
 - José Gabriel Ramos Arevalo.
Lila Humbertina Martínez de Ramos.

Por su abnegado labor, por todo el sacrificio realizado y sus Prodigios consejos que han permitido la obtención de mi triunfo Profesional.

- A MIS ABUELOS.
Por su cariño y sacrificio.

- A MI ESPOSA Y MIS HIJOS.
Por su paciencia y amor alentador.
Por venir a este mundo llenando de gozo mi ser y darme una razón para seguir luchando en mi vida Profesional.

- A MIS HERMANOS, Iris, Oswaldo, Walter Ramos; Por todo su apoyo en los momentos difíciles de mi carrera.

- A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.
Por su amistad y experiencia compartida durante mis años de estudio.

- A MIS MAESTROS.
Por compartir conmigo sus conocimientos.

HUMBERTO NAPOLEON RAMOS.

DEDICATORIA

- A DIOS

Con todo respeto y amor, por darme la luz del entendimiento y sabiduria para salir adelante.

- A MIS PADRES

Narciso López, por su sacrificio y continuo apoyo incondicional en los momentos que mas necesite de su ayuda.

- A MI ESPOSA.

Marina Sanabria, por su sacrificio y amor alentador.

- A MIS HIJOS.

David y Alejandra, por venir al mundo a llenar un vacio en mi corazón.

- A MIS HERMANOS.

Por su ayuda que me la dieron cuando la necesite.

- A MIS AMIGOS.

Dr. Alfredo Gonzalez y Lic. Oswaldo Luna, sin su ayuda no hubiera sido posible este logro.

- A MIS COMPAÑEROS.

Por haber compartido los momentos mas dificiles y felices de mi carrera.

- A TODOS LOS DECENTES.

Por darme los conocimientos y la ayuda necesaria en los momentos que mas los necesite.

ALEJANDRO VASQUEZ.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION	i
RESUMEN	iii
2. REVISION DE LITERATURA	1
2.1 Concepto de hidroponía	1
2.2 Hidroponía social y sus Ventajas	1
2.3 Módulos de cultivo	2
2.3.1 Características de los módulos	3
2.3.2 Tipos de módulos	3
2.4 Sustratos	4
2.4.1 Características de los sustratos	5
2.4.2 Clasificación de los sustratos	7
2.4.2.1 Sustratos de origen organico.	7
2.4.2.2 Sustratos de origen mineral..	9
2.4.3 Desinfección del sustrato	13
2.5 Nutrición en hidroponía social	14
2.5.1 Compuestos nutritivos sólidos	15
2.5.2 Fertilización foliar	18
2.5.3 Soluciones nutritivas	21
2.6 Generalidades del cultivo del pepino	21
2.6.1 Clasificación taxonómica.....	21
2.6.2 Descripción botánica del cultivo.....	22
2.6.3 Ciclo fenológico	23

2.6.4 Composición química del pepino	23
2.6.5 Variedades	25
2.6.6 Requerimientos climáticos	27
2.6.7 Requerimientos nutricionales del pepino	28
2.6.7.1 Características de los ele- mentos esenciales para el desarrollo del cultivo del pepino	30
- Nitrógeno	30
- Fósforo	32
- Potasio	34
- Calcio	35
- Magnesio	37
- Azufre	38
- Elementos menores	39
2.7 Prácticas de manejo	45
2.7.1 Distanciamiento de siembra.....	45
2.7.2 Tutoreado	46
2.7.3 Fertilización	49
2.7.4 Control de Plagas y Enfermedades	54
2.7.5 Requerimientos de agua	58
2.7.6 Cosecha	61
2.7.7 Criterios de clasificación del pepino para el mercado interno y externo	61

2.7.8 Rendimiento	62
3. MATERIALES Y METODOS	64
3.1 Localización del estudio	64
3.2 Condiciones climáticas del lugar	64
3.3 Preparación de módulos	64
3.4 Selección y preparación del sustrato	65
3.4.1 Análisis químico de la escoria volcánica roja	65
3.4.2 Tamizado	67
3.4.3 Lavado	68
3.5 Establecimiento y manejo del cultivo	69
3.5.1 Siembra	69
3.5.2 Raleo	69
3.5.3 Escardado	71
3.5.4 Aporco	71
3.5.5 Riego	71
3.5.6 Podas	72
3.5.7 Tutoreo	72
3.5.8 Control de plagas y enfermedades	75
3.5.9 Cosecha	75
3.6 Tratamientos	76
3.7 Metodología estadística	80
3.7.1 Diseño experimental y estadístico	80
3.7.2 Variables analizadas	81

4. RESULTADOS Y DISCUSION	84
4.1 Condiciones climáticas	84
4.2 Aspectos generales del cultivo	89
4.3 Control de plagas y enfermedades	90
4.4 Peso del fruto	92
4.5 Diámetro del fruto	98
4.6 Longitud del fruto	104
4.7 Número de frutos	107
4.8 Análisis Beneficio-Costo	115
5. CONCLUSIONES	119
6. RECOMENDACIONES	121
BIBLIOGRAFIA	122

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1. Tutorio individual utilizado en hidroponía	48
Figura 2. Modalidad de tutorio individual llamado palos cruzados en caballete	48
Figura 3. Tutorios colectivos utilizados en hidroponía	48
Figura 4. Diseño de módulo para evaluar el cultivo hidropónico de pepino	66
Figura 5. Vista panorámica del cultivo hidropónico de pepino, donde se muestra como se tapan los módulos con sacos de yute después de la siembra. UES, 1992	70
Figura 6. Módulo tutorio	73
Figura 7. Cultivo hidropónico de pepino, con sistemas de tutorio colectivo. UES, 1992.....	74

Figura 8.	Temperatura máxima, media y mínima del aire durante la realización del ensayo UES, 1992	86
Figura 9.	Factores climáticos que incidieron durante el desarrollo del cultivo. Precipitación pluvial (PP), humedad relativa (HR) y luz solar (HL). UES, 1992.....	88
Figura 10	Peso promedio de frutos (Kg/m ²) utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siem- bra en el cultivo hidropónico de pepino. UES, 1992.....	96
Figura 11	Efecto del distanciamiento (d) y progra- mas de fertilización (p) sobre el diáme- tro del fruto de pepino	102
Figura 12	Efecto de la interacción entre densida- des de siembra y programas de fertiliza- ción en el diámetro de los frutos en el cultivo hidropónico de pepino. UES, 1992..	103

Figura 13	Longitud promedio (cm) de los frutos por tratamientos obtenidos en la cosecha del cultivo hidropónico de pepino	106
Figura 14	Distribución de la producción de frutos por clase utilizando dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.). UES, 1992....	109
Figura 15	Distribución de los frutos en tres clases utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.). UES, 1992.....	111
Fig.A-1.	Plano de Distribución de los Tratamientos..	133
Fig.A-2.	Daños ocasionados por el barrenador del fruto (<u>Diaphania nitidalis</u>) en el cultivo hidropónico de pepino, UES, 1992.....	134
Fig.A-3.	Ciclo Biológico de <u>Diaphania nitidalis</u>	135

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Composición química del fertilizante sólido Blaukorn	17
Cuadro 2. Composición química de Nitromag-Calca- reo	17
Cuadro 3. Contenido de nutrimentos del Bayfolán...	19
Cuadro 4. Composición química del Metalosato Crop up	20
Cuadro 5. Ciclo fenológico del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.).....	24
Cuadro 6. Composición química del fruto del pe- pino por 100 gramos de porción	24
Cuadro 7. Características de las principales va- riedades comerciales de pepino adapta- dos a El Salvador	26

Cuadro 8. Distanciamiento de siembra de algunas hortalizas utilizadas en hidroponía	47
Cuadro 9. Cantidades de nitrógeno a aplicar en el cultivo de pepino, según edad	50
Cuadro 10 Ciclo de utilización del nitrógeno en el cultivo del pepino	53
Cuadro 11 Preparación de tés botánicos, ajo, cebolla, chile y tabaco utilizados para el control preventivo de plagas en cultivos hidropónicos	56
Cuadro 12 Principales plagas que atacan el cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.)	57
Cuadro 13 Principales enfermedades del cultivo de pepino	58
Cuadro 14 Capacidad de retención de agua de algunos sustratos utilizados en hidroponía	60
Cuadro 15 Análisis químico de la escoria volcánica roja	67

Cuadro 16	Composición química de los fertilizantes utilizados en la evaluación de cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino	77
Cuadro 17	Tratamientos y programas de fertilización y distanciamiento de siembra utilizados en el cultivo hidropónico de pepino	78
Cuadro 18	Programas de fertilización usando como sustratos escoria volcánica roja en el cultivo hidropónico de pepino	79
Cuadro 19	Valores climáticos promedios mensuales bajo los cuales estuvo expuesto el cultivo hidropónico de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.) variedad Poinsett durante los meses de octubre a diciembre, 1992. UES.....	85
Cuadro 20	Número de pepinos dañados por el gusano barrenador (<u>Diaphania nitidalis</u>) en el cultivo hidropónico de pepino (<u>Cucumis sativus</u> L.) por tratamiento. UES.....	92

Cuadro 21	Peso promedio de los pepinos en Kg/m ² utilizando cuatro programas de fertili- zación y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino	93
Cuadro 22	Análisis de varianza del peso promedio de los frutos aplicando cuatro progra- mas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico pepino. UES, 1992.....	94
Cuadro 23	Número y peso total, longitud diámetro y peso promedio de pepinos de los diferentes tratamientos en el cultivo hidropónico.....	97
Cuadro 24	Diámetro promedio de frutos (cm) utilizando cuatro programas de ferti- lización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico.....	98
Cuadro 25	Análisis de varianza de diámetros de los pepinos (cm)	99
Cuadro 26	Prueba de Duncan para diferencia en- tre programas fertilización en los	

	diámetros de los frutos de pepino.....	100
Cuadro 27	Longitud del fruto (cm) utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico de pepino	105
Cuadro 28	Análisis de varianza de longitud de frutos (cm) usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino	105
Cuadro 29	Clasificación de frutos según la longitud en el cultivo hidropónico de pepino	107
Cuadro 30	Distribución de pepinos (<u>Cucumis sativus</u> L.) de primera clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra....	108
Cuadro 31	Análisis de varianza del número de pepinos de primera clase	110

Cuadro 32	Distribución de pepinos de segunda clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra	112
Cuadro 33	Análisis de varianza del número de pepinos de segunda clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra ...	112
Cuadro 34	Distribución de pepinos de tercera clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra	113
Cuadro 35	Análisis de varianza del número de pepino de tercera clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra	114
Cuadro 36	Costo del cultivo hidropónico de pepino, utilizando el programa de fertilización (P ₁) y con un distanciamiento de 25cm x 25cm	116

Cuadro 37 Costo del cultivo hidropónico de pepino, utilizando el programa de fertilización (P_1) y con un distanciamiento de 25cm x 25cm 117

Cuadro 38 Costo del cultivo hidropónico de pepino, utilizando el programa de fertilización (P_2) y con un distanciamiento de 30cm x 30cm 118

INTRODUCCION

El incremento de la población en el país ha traído como consecuencia una reducción de las tierras con vocación agrícolas, ya que muchas de ellas han servido como asentamientos humanos, lo que obliga a buscar alternativas para la producción intensiva de alimentos, haciendo uso óptimo del espacio disponible.

La técnica de hidroponía popular ofrece una alternativa viable en la producción de hortalizas, ya que una de sus ventajas principales es su independencia del factor tierra. Además se obtienen alimentos no contaminados con pesticidas se ejerce un mejor control de plagas y enfermedades, malezas y aplicación de fertilizantes; con lo cual se mejoran las condiciones de salud, alimentación y se fortalece la economía familiar a través de la autogestión.

Los principios básicos de la hidroponía popular difieren de los métodos tradicionales en la producción de hortalizas, ya que con esta técnica se puede producir en aquellos lugares donde el suelo es un factor limitante como zonas marginales, urbanas, suburbanas y rurales donde la tierra no es apta para este tipo de cultivo; haciendo uso para ello de sustratos que sean fácilmente adquiridos como arena de río, piedra pómez molida, granza de arroz, escoria

volcánica, etc.

En el presente trabajo se trata de buscar alternativas viables de fertilización para el cultivo de pepino en hidroponía, evaluando fertilizantes sólidos y foliares existentes en el mercado nacional e investigando el mejor distanciamiento de siembra del cultivo en hidroponía.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Concepto de Hidroponía.

Podemos definir como cultivos hidropónicos, un tipo especial de cultivos en el que las plantas vegetan, no en un terreno normal, sino en un medio artificial como puede ser una simple solución nutritiva, o bien un substrato inerte de arenilla, grava, escoria volcánica, etc. que sirve de sostén a la planta en el cual se haya introducida una solución nutritiva (2).

2.2 Hidroponía Social y sus Ventajas.

Según RESH, citado por Aguilar et.al. (1), en América Latina ha sido más lento el desarrollo de la hidroponía implantándose a nivel experimental en los últimos 20 años y a nivel de producción en la última década; para ello se ha utilizado una técnica adaptada a los recursos de la zona, por lo que se convierte a la hidroponía en una actividad productiva más práctica y simplificada para los hidrocultivadores, es así que esta técnica en Colombia se ha venido desarrollando y perfeccionando en simposios, reuniones, hasta llegar a lo que es hidroponía social durante los últimos cinco años, donde su única restricción es el agua potable y nutrimentos.

La técnica de cultivos hidropónicos es un medio excelente para producir hortalizas en los países que tengan poca tierra cultivable o con una gran densidad de población (1). Su independencia del factor tierra es determinante para su implementación debido a que las tierras tienen alto valor y en ocasiones son de baja calidad orgánica. En hidroponía la calidad del producto es mejor, la fructificación es más rápida y regular, permite aumentar la densidad de siembra y un mejor control de los nutrimentos. Los sustratos de los cultivos hidropónicos son fácilmente desinfectados. Como los sustratos que se utilizan en hidroponía son biológicamente inertes, disminuye el riesgo de tener plagas y enfermedades que ataquen la raíz de los cultivos, lo cual contribuye a disminuir el uso de pesticidas, que tradicionalmente se utilizan para combatir plagas del suelo. Como los cultivos hidropónicos se siembran en áreas reducidas esto permite un mejor control de plagas del follaje y de las enfermedades, a través de aplicaciones de productos químicos a bajas dosis y tés botánicos en forma manual (2). Con los cultivos hidropónicos se logra el máximo aprovechamiento de la mano de obra familiar, involucrando a niños, mujeres y ancianos en su manejo (1).

2.3 Módulos de Cultivo.

Centro Las Gaviotas. Citado por Aguilar et.al. (1),

manifiesta que la principal función de los módulos es contener el sustrato en el cual crecen las raíces de las plantas.

2.3.1 Características de los Módulos.

Las características que deben tomarse en cuenta independientemente del material que se utilice para su construcción son las siguientes: profundidad, ancho y largo (1).

2.3.1.1 Profundidad.

Los módulos para cultivos hidropónicos pueden tener una profundidad hasta de 10-12 cm, lo cual permite el cultivo de una gran diversidad de hortalizas. Para los cultivos de zanahoria y remolacha es preciso construir módulos con una mayor profundidad de unos 15-20 cm (12).

2.3.1.2 Ancho.

El ancho del módulo no deberá ser superior a 1.2 m para que se puedan realizar fácilmente las labores culturales a cada lado del módulo (12).

2.3.1.3 Largo.

Se pueden tener módulos hasta de 12 m. de longitud, sin embargo se deberá considerar el área del cultivo, la facilidad para transitar el tamaño y la disponibilidad de los materiales para la fabricación del módulo (12):

2.3.2 Tipos de Módulos.

Según Calderón, citado por Aguilar et.al. (1). Para el desarrollo de las plantas en cultivos hidropónicos, existe una diversidad de dispositivos entre los cuales se pueden mencionar: módulos de madera, módulos de bambú, sistema de canales, cultivos en sacos, cultivos tubulares horizontales, bolsas individuales y otros.

2.4 Sustratos.

El sustrato es un material inerte que reemplaza al suelo y que ofrece a la planta sostén radicular, aireación, humedad y oscuridad (13). Los sustratos adecuados para los cultivos hidropónicos son aquellos que por su composición estructural, posibilitan una buena aireación (22).

2.4.1 Características de los Sustratos.

- a. Debe ser liviano.

Según MELA, citado por Campos et.al. (10) menciona que el sustrato debe ser liviano por las siguientes razones: Facilita su transporte, su manejo y la construcción de los módulos se hace más fácil debido a que no tienen que soportar demasiado peso y por consiguiente disminuye el costo de la infraestructura.

- b. Químicamente inactivo.

No debe de absorber ni proporcionar elementos nutritivos para la planta. De ocurrir lo anterior, ello representaría una alteración inaceptable en la composición de los elementos nutritivos ofrecidos a la planta (22).

- c. Buena porosidad.

En hidroponia se evidencia la importancia de la absorción del oxígeno a través de las raíces, siendo necesario un correcto suministro a través del sustrato (22). El sustrato debe contener la porosidad suficiente para que se forme una especie de cojín de aire. Se

puede obtener la mejor porosidad al respecto mezclando sustratos de diversa composición granular como por ejemplo: granza de arroz con grava y arena seca (22). En general los mejores sustratos son aquellos que permiten la presencia del 15% al 35% de aire y del 20% al 60% de agua en relación con el volumen total (22).

d. Inerte biológicamente.

El sustrato hidropónico es a diferencia del suelo, un medio ausente de actividad biológica, es en este sentido que cualquier presencia de insectos o patógenos tiene un carácter explosivo ante la total ausencia de controles naturales (22).

e. No degradarse físicamente.

Debe de conservar su estructura física para evitar variaciones en las propiedades de drenaje, retención de humedad y aireación (22).

f. Debe estar disponible.

Esta es una condición lógica, pero a veces no se toma en cuenta, generalmente el sustrato ideal no está disponible en el medio y olvidamos recursos de la

región, que eventualmente podrían reemplazarlo (22).

g. Debe ser de bajo costo.

Generalmente este factor es el que determina el sustrato a utilizar, lo que se pretende es disminuir los costos de producción, el sustrato a utilizar debe estar dentro de la zona de interés, disminuyendo el costo de transporte y por consiguiente el costo del sustrato (22).

2.4.2 Clasificación de los Sustratos.

Según RESH, citado por Claros et.al. (16) Los sustratos se pueden clasificar de acuerdo a su origen, propiedades físicas y capacidad de intercambio iónico. Resh, citado por Aguilar et.al. (1) clasifica los sustratos de acuerdo a su origen en dos tipos: orgánicos e inorgánicos o de origen mineral.

2.4.2.1 Sustrato de origen orgánico.

Entre los sustratos de origen orgánico están: granza de arroz, acerrines, virutas, turbas y cenizas.

- Granza de Arroz.

Es un sustrato biológico de baja tasa de descomposición dado su alto contenido de silicio (15%-20%), es liviano cuyo principal costo es el transporte (22). Se utiliza sola o mezclada con arena o escoria como sustrato hidropónico (12, 18). Tiene buen drenaje y aireación, pero presenta problemas para su humedecimiento inicial y puede contener residuos de cosecha (9, 29).

- Aserrines y virutas.

Para hacer uso de este sustrato debe conocerse su origen, para evitar problemas en los cultivos a causa de compuestos tóxicos de la madera. El aserrín tiene un pésimo drenaje, aumenta su peso proporcionalmente al agua que retiene, causa problema por encharcamiento, es necesario mezclarlo con virutas para mejorar el drenaje (9, 18, 22).

El aserrín tiende a descomponerse rápidamente por lo que se recomienda rastrillarse y añadir una parte nueva cada dos cosechas, además debe lavarse con agua pura aproximadamente por una semana (18).

- Turba.

La turba consiste en vegetación acuática o pantanosa. Existen tres tipos de turba; de musgo, de cañaveral y de humus. En los cultivos hidropónicos no debería usarse solamente turba como sostén por ser poco uniforme, lo que podría dar lugar a poco desarrollo de las plantas (25).

- Cenizas.

Se obtiene del carbón de leña y para usarlas se remojan con agua por un período de 24 horas y luego se lavan bien antes de colocarlas en los recipientes hidropónicos. También puede utilizarse cenizas de origen volcánico (18,25).

2.4.2.2 Sustratos de origen mineral.

Entre los sustratos de origen mineral tenemos: arenas, gravas, escoria volcánica roja, ladrillos, tejas molidas y piedra pómez.

- Arenas

Para el uso de las arenas como sustratos es necesario

conocer su procedencia para evitar contaminaciones, hay que conocer su granulometría, ya que no debe de contener partículas superiores a 2 mm de diámetro ni inferiores a 0.6 mm para que se puedan drenar con facilidad (22).

- Gravas

El mejor tamaño de las gravas es el comprendido entre 6 a 12 mm de diámetro, se puede utilizar roca triturada o proveniente de río (18, 34).

La capilaridad es baja, tiene un magnífico drenaje por lo que se puede utilizar como sustrato en hidroponía (1,2). En general este tipo de sustrato requiere de una elevada frecuencia de riego, se debe tener cuidado con los cultivos de bulbos o raíces porque con lo afilado de las partículas se puede tener problemas (17, 19).

- Escoria volcánica roja

Según CURY, citado por Aguilar et.al. (1), estas rocas son de origen volcánico, pertenecen al subtipo de rocas ígneas o eruptivas, su textura es vítrea, sin cristales definidos y ocurre cuando el magma se enfría rápidamente y los cristales minerales no tienen tiempo

de formarse. Su estructura es porosa debido a la gran cantidad de poros que se forman los cuales son el resultado de los gases que se expanden.

Aguilar et.al. (1) reporta que la escoria volcánica es un excelente sustrato para el cultivo de la remolacha (Beta vulgaris) var. Crosby Egyptian en hidropía, superando el desarrollo de la remolacha en granza de arroz como sustrato; se comprobó además que las características físicas de la escoria volcánica roja, en cuanto a la disposición de sus partículas, granulometría, peso y densidad del sustrato beneficiaron el desarrollo del cultivo más que la granza de arroz.

Claros et.al. (16), también reporta que el sustrato de escoria volcánica roja superó a la granza de arroz y la mezcla (escoria-granza), en el desarrollo de la remolacha var. Crosby Egyptian utilizando la técnica de hidroponía.

- Ladrillos y tejas molidas.

Son buenos sustratos como retenedores de humedad dado su extraordinaria porosidad. Es necesario saber su origen debido a la presencia de elementos calcáreos.

Las partículas de molienda entre 0.5 y 2 mm, conforman una buena granulometría. Es un sustrato que tiende a degradarse físicamente y lo irregular de sus partículas pueden presentar los mismos problemas de las gravas, pesado y difícil manejo (22).

- Piedra Pómez.

Según James, citado por Campos et.al. (10), la piedra pómez, pumita o lava vitrea, también puede utilizarse, ya que su naturaleza esponjosa y llena de cavidades le permite hasta flotar en el agua. Es un material de origen volcánico, muy parecido a la escoria de carbón mineral, la cual se encuentra disponible en diversas zonas volcánicas.

Según COLJAP, citado por Aguilar et.al. (1), posee muy buena retención de humedad, y buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad. A veces puede presentar problemas químicos por exceso de azufre y boro, pero estos pueden ser eliminados mediante el uso de agua caliente. En la actualidad este sustrato ha dado muy buen resultado en el cultivo de orquídeas.

2.4.3 Desinfección del sustrato.

Según COLJAP Industria Agroquímica, citado por Arévalo et.al. (6), la desinfección de los sustratos hidropónicos tiene como objetivo eliminar los microorganismos patógenos; en hidroponía se tiene la ventaja de poseer un volumen limitado de sustrato que mejora el efecto del desinfectante ya que abarca toda el área de trabajo. Entre los productos que se pueden utilizar para desinfectar se mencionan los siguientes: agua caliente, formalina, ácido sulfúrico y otros productos químicos.

2.4.3.1 Agua caliente.

Se utiliza para pequeños volúmenes de sustrato, con ella se eliminan la mayoría de microorganismos patógenos como hongos, nemátodos, bacterias y larvas de insectos. Se aplica el agua hervida a una temperatura de 95 a 100 grados centígrados y a razón de 6-8 litros por metro cuadrado (6).

2.4.3.2 Formalina.

Es de difícil manejo por sus vapores, es necesario una completa aireación del sustrato hasta que se pierda el olor a formalina antes de poder sembrar; de esta forma se eliminan larvas de insectos, hongos, nemátodos y bacterias.

La dosis utilizada es 100cc de formalina en cuatro litros de agua por metro cuadrado (10).

2.4.3.3 Acido sulfúrico.

Es eficiente en sustratos sin ninguna materia orgánica, eliminando la mayoría de microorganismos patógenos. Antes de sembrar es necesario un buen lavado y revisión del pH (13).

2.4.3.4 Productos químicos.

Existen una gran diversidad de productos químicos que son específicos para determinados patógenos entre los cuales podemos mencionar: Basamid granulado 40-60 gr/m², Volatón 25 gr/m² (17).

2.5 Nutrición en Hidroponía Social.

La función de la hidroponía social, es encontrar sistemas prácticos de nutrición que aporten los elementos esenciales para el desarrollo de los cultivos. Se trata de asegurar que el medio de cultivo contenga las fuentes de fertilizantes que constituyen el alimento vital para las plantas por lo que no debe de retrasársele el suministro de alimento a las plantas (38).

Los nutrimentos hidropónicos son compuestos minerales que se han desarrollado para suministrar los elementos nutricionales que las plantas necesitan para crecer normalmente y en óptimas condiciones de alimentación. Estos elementos esenciales pueden ser suministrados por medio de componentes nutritivos sólidos, fertilizantes y soluciones nutritivas (13).

2.5.1 Compuestos nutritivos sólidos.

En los componentes nutritivos sólidos están considerados los fertilizantes de uso tradicional clasificados según la composición en simples y compuestos (17, 25).

La hidroponía social tiende a convertirse en una técnica más práctica por la semejanza y forma de fertilizar en geponía cuyas aplicaciones se realizan cada cierto tiempo utilizando los fertilizantes tradicionales que se encuentran en el mercado. Considerando que los sustratos son inertes química y biológicamente, es necesario utilizar fertilizantes compuestos y abonos foliares para completar el programa de fertilización y asegurar de esta forma un buen suministro de los nutrimentos para un buen desarrollo de las plantas (17, 43).

Existen fertilizantes compuestos que poseen elementos menores en pequeñas cantidades como el abono azul o Blaukorn, que es un fertilizante granulado compuesto a base de elementos primarios, secundarios y oligoelementos. Su composición química se detalla en el cuadro 1 (49).

El Nitromag calcáreo es otro fertilizante sólido que tiene la ventaja de poseer en su composición química el nitrógeno en dos formas: nitrógeno amoniacal, que es absorbido inmediatamente por la planta y nitrógeno nítrico que es de absorción más lenta; en el cuadro 2 se detalla su composición química (49).

Los elementos menores requieren una atención y cuidados especiales, ya que el contenido cualitativo y cuantitativo en estos fertilizantes no es completo y de acuerdo con las necesidades de las plantas, muchas veces es necesario hacer aplicaciones complementarias de elementos menores. Estas aplicaciones se hacen por vía foliar (49).

CUADRO 1. Composición química del fertilizante sólido

Blaukorn.

ELEMENTOS PRIMARIOS	PORCENTAJE
Nitrógeno (N)	12
Fósforo (P ₂ O ₅)	12
Potasio (K ₂ O)	17
ELEMENTOS SECUNDARIOS	
Magnesio (MgO)	2
Azufre (S)	6
Calcio (Ca)	4.2
OLIGOELEMENTOS	
Boro (B)	0.02
Cobre (Cu)	0.04
Manganeso (Mn)	--
Molibdeno (Mo)	0.0005
Zinc (Zn)	0.01

FUENTE: Química Hoechst de El Salvador. Producto para la
Agricultura, 1987. (49)

CUADRO 2. Composición química del Nitromag-Calcáreo.

NITROGENO	MAGNESIO	CALCIO	EQUIVALENTE EN CAL.
26% N total 13.15% en forma NO ₃ 12.85% en forma de NH ₄ .	5%MgO	7.5% CaO	20% CaCO ₃ / MgCO ₃ .

FUENTE: Química Hoechst de El Salvador. Producto para la
Agricultura, 1987. (49).

2.5.2 Fertilización Foliar.

Se entiende por fertilización foliar, las pulverizaciones de abonos realizadas durante el ciclo vegetativo del cultivo. La absorción es más eficaz cuanto más joven es la hoja y se realiza por ambas caras de ésta, por lo que interesa mojar al máximo toda la superficie foliar (38).

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

Se recomienda como complemento de la fertilización básica, además tiene una acción correctiva, la cual anula los efectos negativos de aguas duras (alcalinas) sobre insecticidas o fungicidas y asegura la plena eficacia de éstos. En el cuadro 3, se presenta el contenido de nutrimentos del Bayfolán (8).

Los metalosatos o quelatos de aminoácidos contienen los minerales enlazados a dos o más aminoácidos que los protegen para no entrar en otras reacciones. Su bajo peso molecular permite la penetración a las membranas celulares como un

quelato intacto. Esto último hace que los metalosatos sean biológicamente activos, es decir, que al aplicarse sean compatibles inmediatamente con las plantas (20).

CUADRO 3. Contenido de nutrimentos del Bayfolán.

ELEMENTOS	CANTIDAD
SALES	P/V
Nitrógeno	11%
Fósforo	8%
Potasio	6%
QUELATOS	
Hierro (Fe)	0.0185%
Cobre (Cu)	0.008%
Cobalto (Co)	0.0004%
Manganeso (Mn)	0.016%
Zinc (Zn)	0.006%
Molibdeno (Mo)	0.00095%
Boro (B)	0.0113%

FUENTE: Bayer de El Salvador, Bayfolán, Nutrientes para fertilización foliar, 1990. (8).

El Crop Up, es un abono foliar en quelación de aminoácidos, contiene todos los elementos minerales necesarios para el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos agrícolas. Todos los elementos metálicos están presentes en forma de quelatos proteínicos. En el cuadro 4, se detalla la composición química del Crop Up (20).

CUADRO 4. Composición química del Metalosato Crop Up.

ELEMENTOS	PORCENTAJE
Nitrógeno (N)	3
Manganeso (Mn)	2.5
Azufre (S)	2.5
Zinc (Zn)	1.25
Magnesio (Mg)	0.5
Cobre (Cu)	0.25
Hierro (Fe)	0.25
Boro (B)	0.025

FUENTE: Comercial Agropecuaria S.A. de C.V. Metalosatos(20).

El Metalosato de Boro, es un producto diseñado como nutrimento vegetal para aplicación foliar, su composición química es Boro elemental al 1% (20).

El Metalosato de Calcio es un quelato de aminoácidos líquido para aplicación foliar, dicho producto se utiliza para corregir deficiencias de calcio en los estados iniciales de crecimiento, además de mantener un adecuado balance con los demás elementos nutricionales, asegurando el óptimo crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos agrícolas (20).

El complejo foliar N-P-K, es un producto diseñado para suplir nutrimentos vegetales esenciales por la vía foliar en épocas críticas del crecimiento de las plantas; contiene proteínas vegetales hidronolizadas para estimular la

absorción de los nutrimentos suplementarios, su composición química es: Nitrógeno (N) 4%, Fósforo (P_2O_5) 17%, Potasio (K_2O) 17% (20).

2.5.3 Soluciones nutritivas.

En los cultivos hidropónicos, todos los elementos esenciales se pueden suministrar a la planta disueltos en agua (9).

En Colombia, los nutrientes hidropónicos más conocidos comercialmente y utilizados a nivel popular son: 4-2-5-6 ó nutrientes mayores, que es un líquido incoloro y transparente que contiene elementos como Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio.

El nutriente menor es un líquido de color amarillo oscuro que contiene elementos como Magnesio, Boro, Zinc, Azufre, Hierro, Molibdeno, Cobre, Cobalto y Cloro (12).

2.6 Generalidades del cultivo del pepino.

2.6.1 Clasificación taxonómica.

Según Lagos y Valadez citado por García et.al. (37), la clasificación del pepino es la siguiente:

Reino	: Vegetal
Grupo	: Spermatophyta
División	: Antofita
Sub-División	: Angiosperma
Clase	: Dicotiledóneas
Sub-clase	: Coripetales
Orden	: Cucurbitales
Familia	: Cucurbitáceas
Género	: <u>Cucumis</u>
Especie	: <u>sativus</u> L.

2.6.2 Descripción botánica del cultivo.

El pepino (Cucumis sativus L.), es una planta herbácea anual, su sistema radical que consta de una raíz principal que alcanza hasta 1.20 m, ramificándose principalmente entre los primeros 0.20 y 0.30 metros (46).

Los tallos son trepadores, rastreros, angulosos, pubescentes y muy ramificados en la base, con longitudes de 2.5 - 3.0 m (46).

La hoja posee de 3 a 5 lóbulos y con longitud de 7 a 20 cm; de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva; sus pecíolos miden de 5-15 cm de longitud (46).

Es una planta monoica de polinización cruzada. Las flores masculinas se encuentran en racimos, no así las femeninas que aparecen con frecuencia solitarias. Inicialmente se presentan sólo flores masculinas; a continuación en la parte media de la planta están en igual proporción masculinas y femeninas y en la parte superior predominan flores femeninas (4).

El fruto es una baya falsa (peponide), que mide entre 18 a 35 cm de longitud, cuando es joven presenta en su superficie espinas de color blanco. Hay de 30 a 40 semillas en un gramo, las semillas son planas de color blanco y miden de 8 a 10 mm con un grosor de 3.5 mm (27).

2.6.3 Ciclo Fenológico.

Según Drozco (46), en el ciclo fenológico del cultivo del pepino se distinguen cinco fases (cuadro 5).

2.6.4 Composición química del pepino.

Valadez, citado por García et.al. (37) reporta la composición química del pepino en base a 100 gramos de porción cuya descripción se encuentra en el cuadro 6.

CUADRO 5. Ciclo fenológico del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.).

ESTADO FENOLOGICO	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA
Emergencia	4-6
Inicio de emisión de guías.	20-24
Inicio de floración	27-34
Inicio de cosecha	43-50
Términos de cosecha	75-90

CUADRO 6. Composición química del fruto del pepino por 100 gramos de porción.

ELEMENTO	CANTIDAD
Energía alimenticia	12 calorías
Agua	96 gramos
Proteínas	0.9 gramos
Grasa	0.1 gramos
VITAMINAS	
A	250 UI
Tiamina (B ₁)	0.3 Mg.
Riboflavina	0.04 Mg.
Niacina	0.04 Mg.
MINERALES	
C	12 Mg.
Ca	25 Mg.
Fe	0.3 Mg.
Mg	15 Mg.
P	27 Mg.
K	160 Mg.
Na	6.0 Mg.

2.6.5 Variedades.

Existe un gran número de materiales de pepino para consumo en estado fresco, entre los cuales se distinguen varias de polinización abierta e híbridos (38,45).

La productividad de una variedad, dependerá en gran medida de la cantidad de flores femeninas que posea, pues estas mismas se convertirán posteriormente en frutos. En pepino existen dos tipos principales de plantas: monoicas y ginoicas.

Las plantas del tipo monoico producen flores masculinas y femeninas en la misma planta, en cambio las del tipo ginoico son híbridos que producen sólo flores femeninas (38). En el cuadro 7 se presentan las características de algunas variedades.

CUADRO 7. CARACTERISTICAS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES COMERCIALES DE PEPINO ADAPTADAS A EL SALVADOR.

Variedad	CARACTERISTICAS					CASA DISTRIB.
	Tipo de variedad	Enfermedades que tolera	Desarrollo	Mercado	Días a cosecha	
Poinsett 510-02	Polinización libre	Antracnosis (<u>C. Lacenarium</u>) Mildíu lanoso (<u>P. cubensis</u>)	Vigoroso	Interno	43	Asgrow
Tropi-cuke	Híbrido ginoico	Virus del mosaico del pepino Antracnosis Mildíu polvoriento (<u>E.Cichoracearum</u>) Mildíu lanoso	Vigoroso	Interno Externo	44	Petoseed
Dasher II	Híbrido ginoico	Mildíu lanoso Antracnosis Mancha angular	Vigoroso	Interno Externo	44	Petoseed
Centurión	Híbrido ginoico	Mancha angular Antracnosis Mildíu lanoso	Vigoroso	Interno Externo	44	N. King
Encore	Híbrido ginoico	Mancha angular Mildíu lanoso Mildíu polvoriento	Vigoroso	Interno Externo	44	Asgrow
Sprint 440	Híbrido ginoico	Antracnosis Mildíu polvoriento	Vigoroso	Interno Externo	39	Asgrow
Raider	Híbrido Ginoico	Mancha angular	vigoroso	Interno Externo	44	H.Morán
Slice Nice	Híbrido ginoico	Virus del mosaico del pepino. Mildíu lanoso Mancha angular Antracnosis	Vigoroso	Interno Externo	44	Sunseeds

Fuente: Guía del agricultor para la producción comercial de pepino. FUSADES-DIVAGRO (36).

2.6.6 Requerimientos climáticos.

El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1200 msnm (36).

2.6.6.1 Temperatura.

Las temperaturas de 23°C son favorables para el desarrollo del cultivo y mayores de 28°C favorecen el brote excesivo y caídas de flores y frutos, perjudicando la producción. Temperaturas abajo de 12°C durante períodos prolongados de frío reducen la producción. Las óptimas oscilan entre 18°C y 25°C (3,24,27).

2.6.6.2 Humedad relativa.

Según ALVARADO (3), el cultivo de pepino es muy exigente, con respecto a la humedad relativa del aire, oscilando las óptimas entre 75%-90%; aunque durante la recolección de los frutos representa un problema, ya que se hace más susceptible a enfermedades fungosas. En trabajos realizados por el CENTA (29), se consideran los siguientes valores óptimos de humedad relativa: el 90% para las fases de germinación, crecimiento y floración; y 75% para el desarrollo del fruto. Los vientos mayores de 30 Km/h acelerarán las pérdidas de agua en las plantas al bajar la

humedad relativa del aire, aumentan las exigencias hídricas de las plantas, reducen la fecundación por menor humedad de los estilos florales, provoca detención del crecimiento, reduce la producción y acelera la senescencia de la planta al dañar el follaje.

2.6.6.3 Agua.

Según OROZCO (46), La necesidad mínima de agua es de 500-600 mm durante el ciclo del cultivo siendo los periodos de demanda crítica: después de la siembra hasta la emergencia, al momento próximo a la floración, cuando aparece la segunda floración y durante la formación de los frutos.

Según ALVARADO (3), el contenido de humedad en el suelo debe mantenerse permanentemente a niveles cercanos a la capacidad de campo.

2.6.7 Requerimientos nutricionales del pepino.

Puede llamarse nutrimento a toda aquella substancia que, después de ser asimilada por la planta, fomenta su desarrollo en cualquiera de sus fases de crecimiento, mejorando el rendimiento de la planta, tanto cualitativa como cuantitativamente (40).

En estudios realizados sobre requerimientos nutricionales, se ha determinado que el pepino es un cultivo exigente en nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio y calcio; por lo que deben de hacerse aportes adicionales en función a la producción esperada (4,24).

JACOB (39), opina que la fertilización tendrá éxito si se realizan los restantes factores de rendimiento en forma favorable: variedades productivas, buenas labores de cultivo, combate de maleza, irrigación, etc. los valores de pH entre 6-7, resultan ser los más favorables para el aprovechamiento y la efectividad de la mayoría de los nutrimentos vegetales.

SANCHEZ (55), por su parte opina que la época de aplicación es la que asegura un buen suministro de nitrógeno durante las etapas críticas (floración y fructificación) del crecimiento en la mayoría de los casos, postergando la única aplicación de nitrógeno hasta la primera etapa crítica o dividiendo la aplicación en dos, para una mayor eficiencia, esto es debido a que la necesidad de nitrógeno en la planta de pepino es baja en las etapas iniciales del crecimiento.

2.6.7.1 Características de los elementos
esenciales para el desarrollo del
cultivo del pepino.

Nitrógeno.

Este elemento, para ser absorbido por las plantas debe estar en forma diferente al del nitrógeno elemental. Las formas más comúnmente asimiladas por las plantas son los iones de nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) y urea (NH_2CONH_2), el nitrógeno es más eficientemente utilizado como nitrato que como amonio, ya que bajo esta última forma se puede utilizar como amoniaco (56).

RUSSELL (54) y RODRIGUEZ (52), afirman que el nitrógeno es el nutrimento que con mayor frecuencia se encuentra limitando el crecimiento de los cultivos y que la atmósfera contiene entre 78% y 79% de nitrógeno por volumen, lo que significa una gran cantidad de este elemento sobre cada hectárea de suelo; el cual debe de ser reducido de su forma molecular a inorgánica, para ser aprovechado por las plantas en forma de amonio y nitrato.

ROJAS GARCIDUEÑAS (53), considera que las plantas necesitan nitrógeno en cantidades altas, ya que cerca

del 20% del peso de la proteína está dado por este elemento. Su dosificación será adecuada si satisface la demanda de la planta y armoniza simultáneamente con las exigencias de ácidos fosfóricos y potasa.

FOTH (33), dice que un pepino deficiente en nitrógeno puede tener el extremo floral pequeño y puntiagudo. Por otra parte ALVARADO (3), opina que la planta se caracteriza por reaccionar rápidamente a los desequilibrios nutricionales, lo cual en general es perjudicial para el rendimiento total del cultivo.

En estudios realizados por RIOS (51) con la variedad de pepino Poinsett, ocupando como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio, demuestran que la mayor absorción se dió entre los 22-56 días después de la siembra, distribuyéndose de la siguiente manera: 0.6365, 5.6018, 17.14, 24.63, 14.45, 10.69 y 11.34 Kg/Ha de N, absorbido por las plantas a los 22,27,32,37,42,47,52 y 57 días respectivamente; agregando además que el nitrógeno tiene efecto 14 días después de ser aplicado.

La deficiencia de este elemento en el cultivo de pepino provoca atrofia del crecimiento y el follaje toma un color amarillento verdoso, las flores son relativamente grandes y escasas, los frutos sufren deformaciones, son

pequeños y de color amarillento.

Ante un exceso de nitrógeno de acuerdo a FOTH (33) y JACOB (39), la planta recibe un estímulo de su síntesis protéica y formación de nuevos tejidos, empleando la mayor parte de los carbohidratos en la elaboración de proteínas y aminoácidos y como consecuencia no sintetiza en cantidades suficientes los carbohidratos de peso molecular elevado que se requieren para la formación de tejidos de consistencia, retrazando la madurez y disminuyendo con frecuencia la calidad del producto. EYSINGA (32) por su parte menciona que ante un exceso de nitrógeno el cultivo de pepino presenta un color verde oscuro y el crecimiento se reduce, las hojas viejas y maduras son curvadas y los peciolos se doblan y entre sus nervaduras aparecen manchas transparentes.

- Fósforo.

Se considera que las plantas absorben la mayor parte del fósforo en forma de ión primario ortofosfato $H_2PO_4^-$ y pequeñas cantidades como ión secundario ortofosfato HPO_4^{2-} , siendo la absorción de $H_2PO_4^-$ es diez veces más rápida que la del HPO_4^{2-} , teniendo que valores bajos de

pH incrementan la absorción del ión $H_2PO_4^-$, mientras que valores altos aumentan la forma HPO_4^{2-} (56).

El ácido fosfórico desempeña un importante papel dentro de los procesos de transformación de energía, participando en forma decisiva en el metabolismo graso. Es un importante constituyente de compuestos vitales, como la fitina, lecitina y los nucleótidos. La mayoría de las enzimas hasta ahora conocidas contienen ácido fosfórico.

Las plantas afectadas por deficiencias fosfóricas presentan un sistema radical poco desarrollado, así como perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos son frecuentemente pequeños y de coloración verde rojiza, café-rojiza, purpúrea o bronceada. La floración y la madurez son retardadas, permaneciendo pequeñas las semillas y los frutos; los rendimientos son bajos y los productos de mala calidad (40).

Las plantas de pepino con deficiencias de fósforo son atrofiadas, las hojas jóvenes son pequeñas, rígidas y de color verde oscuro. En condiciones de insuficiencia extrema, en las hojas aparecen áreas grandes humedecidas, comenzando en las cotiledonales y hojas viejas, propagándose a las hojas más jóvenes, el sitio

se torna de color castaño y se seca. Toda la hoja se marchita excepto el peciolo, el cual permanece hinchado por algún tiempo (32).

- Potasio.

El potasio es absorbido como ión K^+ y se encuentra en los suelos en cantidades variables, pero la fracción cambiante o en forma asimilable para las plantas del total del potasio es generalmente pequeña (56).

El potasio es un elemento móvil que se traslada a los tejidos meristemáticos jóvenes, de ahí que los síntomas de deficiencia aparecen al principio en las hojas más bajas de las plantas anuales, progresando hacia la parte superior a medida que se incrementa la gravedad de la deficiencia (56).

RODRIGUEZ (52), expresa que los principales síntomas de deficiencia son clorosis, que se inicia en el ápice de la hoja y avanza por los márgenes, marchitez y caída temprana de las hojas, crecimiento lento, semillas y frutos resecos.

La deficiencia de potasio se asocia con una disminución de la resistencia de la planta a las enfermedades y

además la fotosíntesis decrece, mientras al mismo tiempo la respiración puede incrementarse. Esto reduce seriamente la formación de carbohidratos y por consiguiente, el crecimiento de la planta (56).

La deficiencia de potasio en el pepino produce crecimiento atrofiado de la planta, acortamiento de los entrenudos y hojas pequeñas; éstas son de color bronceado y color verde amarillento cerca de los márgenes, la nervadura principal está hundida y en una etapa posterior la clorosis internerval se vuelve más pronunciada y se extiende hacia el centro de la hoja; seguido por necrosis. Los márgenes de las hojas se desecan, sin embargo las nervaduras se mantienen verdes por algún tiempo. Los síntomas se extienden de la base con dirección al ápice de la planta (32).

- Calcio.

El calcio es un elemento requerido por todas las plantas superiores, absorbido bajo la forma de ión Ca^{2+} , se le encuentra en abundantes cantidades en las hojas y en algunas especies, precipitado en forma de oxalato cálcico en las células. Una deficiencia de calcio se manifiesta en la falta de desarrollo de los brotes terminales del tallo y de los tejidos apicales

de las raíces (56).

El calcio tiene poco movimiento de traslación en la planta, acumulándose especialmente en los tejidos adultos. Conforme a ello, los síntomas de deficiencia de calcio se presentan principalmente en los tejidos más jóvenes, en los ápices radicales y en las hojas que circundan los ápices vegetativos (40).

Los síntomas de deficiencia de calcio son: las hojas jóvenes muestran puntos blancos transparentes próximos al margen y entre las nervaduras. Una clorosis internerval gradualmente creciente aparece en las hojas y las nervaduras mantienen su color verde. El crecimiento es atrofiado y hay un acortamiento de los entrenudos especialmente cerca del ápice de la planta. Las hojas jóvenes son pequeñas, sus bordes son rizados hacia arriba; las hojas viejas se curvan hacia abajo. En severas deficiencias los pecíolos son quebradizos y las hojas se desprenden fácilmente (32).

El calcio aumenta el pH de los suelos ácidos a un valor más favorable y mejora la estructura de los mismos. Un exceso de calcio inhibe la asimilación del potasio y viceversa. Este elemento desempeña cierto papel en la neutralización de los ácidos orgánicos de la planta y

según parece también es importante en la absorción del nitrógeno (40).

- Magnesio.

El magnesio es absorbido en forma de ión Mg^{2+} y es el único mineral constituyente de la molécula de clorofila. El magnesio es un elemento móvil y se traslada rápidamente de las partes viejas a las jóvenes en caso de deficiencia. En consecuencia, el síntoma aparece a menudo en primer lugar en las hojas más bajas (56).

Los principales síntomas de deficiencia los revela la desaparición de la clorofila, a manera de moteado, en los espacios comprendidos entre las nervaduras de las hojas. El amarillamiento se inicia generalmente a partir de los márgenes foliares, abarcando principalmente los espacios intercostales, en tanto que las nervaduras permanecen verdes (40).

Los síntomas de deficiencia de magnesio en el cultivo de pepino son: las hojas viejas presentan clorosis internerval trasladándose del margen hacia el interior de la lámina; con una moderada deficiencia los tallos y hojas crecen normalmente, pero a mayor deficiencia la

clorosis se desarrolla y solamente la nervadura principal queda de color verde. Los síntomas se desarrollan desde las hojas inferiores a las hojas más jóvenes y finalmente la planta entera se vuelve amarilla (32).

- Azufre.

El azufre es absorbido por las raíces de las plantas casi exclusivamente en forma de ión sulfato SO_4^{2-} y en pequeñas cantidades bajo la forma de dióxido de azufre (SO_2) a través de las hojas. Se ha descubierto que el elemento azufre aplicado en forma de polvo sobre las hojas de los frutales se introduce en pequeñas cantidades en un intervalo de tiempo relativamente corto, pero no se conoce la forma como este material insoluble en agua penetra en la planta.

El azufre en la planta es importante para la síntesis de proteína y aminoácidos que contienen azufre, cistina, cisterina y metionina, es activador de ciertas vitaminas, de coenzimas A y del glutati6n, y los enlaces (-S-S-) se han asociado recientemente con la estructura del protoplasma (56).

Una deficiencia de azufre se manifiesta por un retardo

en el crecimiento y por plantas uniformemente cloróticas y de troncos delgados. Estos síntomas pueden parecerse a la deficiencia de nitrógeno e indudablemente han conducido a muchos dictámenes equivocados (56).

Los síntomas de deficiencia de azufre en el cultivo de pepino son: el crecimiento de la planta es restringido, las hojas son pequeñas, particularmente las más jóvenes, encorvadas hacia abajo y de color verde pálido o amarillo; a diferencia de la deficiencia de nitrógeno, el amarillamiento es menos pronunciado en las hojas viejas (32).

- Elementos menores.

a) Boro.

Al boro se le encuentra en los ápices vegetativos, flores y tejidos de conducción, siendo su presencia especialmente necesaria en aquellos sitios donde se verifica una activa división celular. Además, tiene una gran importancia en la germinación del polen, en la formación de frutos, flores y raíces, en la absorción de cationes y en el transporte de las sustancias dentro de las plantas (40).

El boro presenta una baja movilidad en la planta. De ahí que la manifestación de su deficiencia tenga lugar en las zonas de crecimiento, las cuales mueren después de que las hojas padecen una inmensa atrofia y deformación. Se presenta también la frecuente formación de brotes o yemas, que mueren después de un determinado tiempo. Otros tantos síntomas que acompañan frecuentemente a las deficiencias de boro suelen ser el agrietamiento de la corteza, la gomosis, la muerte de las ramas y la deformación que sufren los frutos y flores (32).

b) Hierro.

El hierro es absorbido por las raíces de las plantas en forma iónica o como sales orgánicas complejas. También es absorbido por las hojas cuando se aplican pulverizaciones foliares de sulfato de hierro y sales complejas de hierro, llamadas quelatos (40).

Una deficiencia de hierro se muestra primero en las hojas jóvenes de las plantas. No parece haber traslación de los tejidos adultos a la punta de los meristemas y como resultado cesa el crecimiento. Las hojas jóvenes presentan una

clorosis internerval que progresa rápidamente por la hoja entera. En casos extremos las hojas vuelven completamente blancas (56).

Los síntomas de deficiencia de hierro en el cultivo de pepino son: Las hojas jóvenes presentan un color verde en las nervaduras y entre ellas un color amarillo. En un estado más avanzado la clorosis se extiende hasta la nervadura; tornando a la hoja de un color amarillo limón a blanco amarillento. El crecimiento de los brotes se detiene y los síntomas prosiguen del ápice a la base de la planta. Los brotes axilares y los frutos se tornan de un color amarillo limón (32).

c) Manganeso.

El manganeso al igual que el hierro, es un elemento imprescindible en la formación de la clorofila, en la reducción de nitratos y en la respiración. Tanto la reacción ácida del suelo, como su baja aireación y alto contenido de humus fomentan la reducción del manganeso a su forma divalente, de fácil asimilación (38).

La deficiencia de este elemento causa una clorosis, cuya apariencia es frecuentemente

similar a la del magnesio. Las áreas foliares intercostales adquieren una tenue coloración verde, conservando las nervaduras su color obscuro. Este tipo de deficiencia puede corregirse por medio de una fertilización simple de sulfato de manganeso (45-67 Kg/Ha), o mediante una aspersión al 0.5 - 2% del mismo compuesto (40).

Los síntomas de deficiencia de manganeso en el cultivo de pepino son: amarillamiento internerval moteado, desarrollándose en hojas jóvenes, las nervaduras secundarias y terciarias mantienen su color verde. Luego, todo el mesofilo, excepto la nervadura, se torna de un color amarillo a blanco amarillento y se desarrolla una necrosis hundida en medio de las nervaduras. Los brotes son severamente atrofiados y las hojas nuevas quedan pequeñas (32).

d) Cobre.

El cobre es absorbido por las plantas en forma de ión cúprido Cu^{2+} . Las sales de cobre son absorbidas a través de las hojas y las deficiencias son a menudo corregidas o prevenidas por las aplicaciones de este elemento en pulverizaciones sobre las hojas (56).

En situaciones de escasas de agua los síntomas de deficiencia cúprica se presentan en forma muy marcada como clorosis, provocando en casos agudos, la defoliación y muerte de las ramas (40).

Los síntomas de deficiencias de cobre en el cultivo de pepino se presentan como crecimiento restringido de la planta, acortamiento de los entrenudos, dando la apariencia de arbusto. Puede aparecer en las hojas viejas clorosis internerval y manchas. Después las hojas se vuelven de color verde oscuro a rojizo, produciendo necrosis y se marchitan (32).

e) Zinc

El zinc es absorbido en forma de ión Zn^{2+} y también bajo forma de un complejo molecular de agentes queláticos. Pulverizaciones con sales solubles de zinc o complejos de zinc se aplican al follaje de las plantas para corregir su deficiencia (56).

La deficiencia provoca atrofia de los cloroplastos, achaparramiento, enanismo y formación de rosetas. Estas últimas tienen su origen en el considerable acortamiento de los

entrenudos de las ramas jóvenes (40).

En el cultivo de pepino aparece un ligero moteado en las hojas viejas, extendiéndose a las más jóvenes, los entrenudos dejan de crecer y las hojas se juntan dando la apariencia de arbusto a la planta(32).

Con un exceso de zinc la planta es severamente atrofiada, síntomas cloróticos semejantes a la deficiencia de hierro aparecen en las hojas jóvenes y más tarde estos síntomas se extienden también a las hojas viejas (32).

f) Molibdeno.

El molibdeno es absorbido en forma de ión MoO_4^{2-} . Es requerido por la Rhizobia para la fijación del nitrógeno y también por las plantas no leguminosas para la reducción de los nitratos. Interviene en la acumulación de éstos y en un evidente descenso de la actividad de la oxidasa del ácido ascórbico. Se le conoce como específico para la activación de la reductasa del nitrato y de la oxidasa de la xantina (56).

La deficiencia de este elemento en el cultivo de

pepino muestra los siguientes síntomas : El color verde de las hojas viejas disminuye entre las nervaduras, volviéndose de un color verde pálido; posteriormente se tornan amarillas y mueren (32).

2.7 Prácticas de manejo.

2.7.1 Distanciamientos de siembra.

En cultivos hidropónicos no hay competencia entre el cultivo y la maleza, por los nutrimentos. Esto permite disminuir los distanciamientos de siembra hasta un 50%, en relación al sistema tradicional (13).

En el cultivo de pepino en hidroponía, el distanciamiento de siembra que recomienda el CENTRO LAS GAVIOTAS (13), es de 0.30 m entre plantas y 0.40 m entre surco.

En un trabajo de investigación realizado por el CENTA, en la estación experimental de San Andrés en el Valle de Zapotitán en pepino, se utilizaron distanciamientos entre surco de 1.8 m y de 0.5 m entre postura, dejando dos plantas por postura, obteniendo un rendimiento de 53.83 Ton/Ha con la aplicación de 75 Kg N/Ha (14).

En las variedades de pepino Poinsett 76, Centurion y Calypso recomiendan utilizar distanciamientos de 1.5 m entre surco y 0.4 m entre plantas, poniendo de 3 a 4 semillas por postura, para obtener una población de 8000 a 12000 plantas por manzana (14).

El Programa de Diversificación Agrícola, DIVAGRO de FUSADES, recomienda los distanciamientos de 1.2 - 1.5 m entre surco y 0.15 a 0.20 m entre plantas (36).

En el cuadro 8 se presenta un listado de hortalizas con su respectivo distanciamiento de siembra utilizados en la técnica de hidroponía.

2.7.2 Tutoreado.

En hidroponía los sistemas de tutoreo empleados se dividen en dos grupos: individuales y colectivos.

- Tutores individuales.

Cada planta es sostenida por un tutor que puede ser de un diámetro de 2 a 3 cm y un largo variable según el desarrollo posible de la planta, colocado verticalmente (Fig. 1). Otra modalidad individual son los palos cruzados en caballete (Fig. 2), a la altura de 1.50 m ó

2.0 m se extiende un hilo sostenido a su vez por los soportes opuestos y en el cual se atan los que están en caballete. El hilo puede ser sustituido por una caña o rama horizontal (23).

CUADRO 8. Distanciamiento de siembra de algunas hortalizas utilizadas en hidroponía.

CULTIVO	DISTANCIAMIENTOS ENTRE PLANTAS (cm)	DISTANCIAMIENTO ENTRE SURCO (cm)
Remolacha	10	15
Chile dulce	30	40
Tomate	40	60
Rábano	5	10
Zanahoria	8	10
Cebolla	5	10
Repollo	30	30
Brócoli	30	40
Nabo	5	10
Lechuga de Cabeza	25	25
Lechuga de Hoja	20	20
Coliflor	30	40
Perejil	3	15
Pepino	30	40

FUENTE: Centro Las Gaviotas. Manual de Hidroponía Social. 1989 (13).

- Tutores colectivos.

Un conjunto de plantas es sostenida por dos soportes

verticales o más y por un conjunto de hilos que se ponen de acuerdo al crecimiento de la planta, como puede verse en la figura 3 (23).

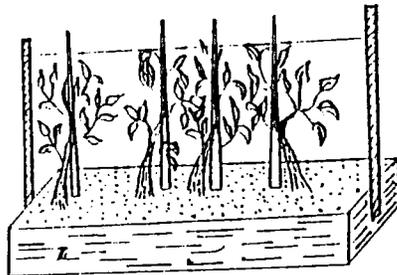


Figura 1: Tutorado individual utilizado en hidroponía

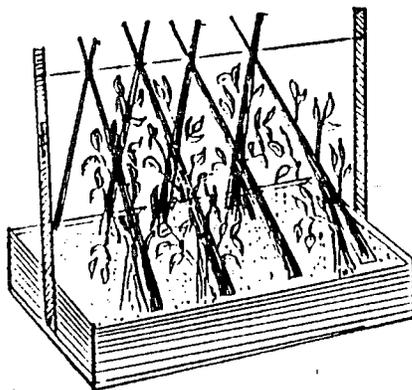


Figura 2: Otra modalidad de tutorado individual; llamado palos cruzados en caballete.

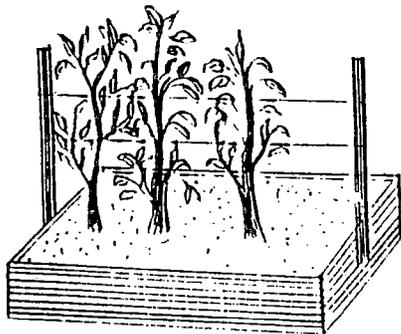


Figura 3: Tutorados colectivos utilizados en hidroponía.

2.7.3 Fertilización.

RODRIGUEZ (52), menciona que las condiciones edáficas y climáticas tienen mucho que ver en la eficiencia de los fertilizantes y en general se considera que la eficiencia de los nitrogenados varía aproximadamente en un 40 a 70%, la de los fosforados en un 5 a 20% y la de los potásicos de 40 a 65%.

Algunos autores sugieren aplicar ciertas dosis distribuidas en diferentes etapas fenológicas del cultivo, es así como CRUZ AVENDAÑO (21), basado en experiencias personales, recomienda aplicar 275 Kg/Ha de sulfato de amonio (57.75 Kg N/Ha) cuando el cultivo inicia la emisión de guías.

RUSSELL (54) recomienda aplicar 259 Kg/Ha (400 Lbs/Mz) de superfosfato triple de calcio (46% P_2O_5) y 324 Kg/Ha (500 Lbs/Mz) de un fertilizante completo (15-15-15) incorporado al suelo antes de la siembra. Tres semanas después que las plantas broten, aplicar 65 Kg/Ha (100 Lbs/Mz) de sulfato de amonio (21% N) y dos semanas más tarde 130 Kg/Ha (200 Lbs/Mz) del mismo fertilizante.

ALVARADO (3), considera que para el caso de los pepinos que se cultivan en la zona costera del país, los mejores

niveles de nutrimentos a aplicar son 285.71 Kg N/Ha; 142.87 Kg P₂O₅/Ha y 71.43 Kg K₂O/Ha, utilizando como fuentes la fórmula (15-15-15), 0-20-0, sulfato de amonio y urea; suministrando todo el fósforo, el potasio y el 25% del nitrógeno a la siembra, luego durante el ciclo del cultivo, el 75% del nitrógeno.

La Fundación Chile (35), tomando como base antecedentes generales sobre los niveles de fertilidad de los suelos de la zona costera de El Salvador y los requerimientos de fertilización del cultivo de pepino, recomienda fertilizar de acuerdo a la edad del cultivo (cuadro 9).

CUADRO 9. Cantidades de nitrógeno a aplicar en el cultivo de pepino, según la edad.

DIAS POST-SIEMBRA	NITROGENO (Kg/Ha)
0	75.00
20	14.29
30	14.29
45	14.29
60	14.29
75	14.29
90	14.29

FUENTE: FUSADES- Fundación Chile. Diagnóstico de Diversificación Agrícola para El Salvador. (35)

FUSADES-DIVAGRO (36), al evaluar diferentes variedades de pepino en dos zonas utilizando 292.86 Kg de nitrógeno/Ha, obtuvo para la zona de Zapotitán mejor respuesta con la variedad Comet con una producción de 64,545.45 Kg/Ha (332 gr/fruto) en época lluviosa y 21,168.83 Kg/Ha (165 gr/fruto) en época seca y bajo riego; en Chalchuapa las variedades que dieron mejores resultados fueron la Tropi-cuke con una producción de 93,311.69 Kg/Ha (281 gr/fruto) y Dasher II con 91,558.44 Kg/Ha (263 gr/fruto), ambas evaluadas en época seca y bajo riego.

Por otro lado, CHINCHILLA y VIELMAN (14), en estudios con la variedad Poinsett realizado en la Estación Experimental de San Andrés, Zapotitán, durante la época seca, aplicando niveles de 0,75,150 y 225 Kg N/Ha, utilizando sulfato de amonio y niveles de 0,75 y 150 Kg/Ha de sulfato de magnesio; obtuvieron los mejores rendimientos con 75 Kgr N/Ha; 83,222 pepinos/Ha de primera clase y 39,236 pepinos/Ha de segunda. La mitad de la dosis del nitrógeno se aplicó ocho días después de emergido el cultivo y el resto a los 30 días después de la siembra. En otros estudios realizados por los mismos investigadores en el cantón Sitio del Niño, San Juan Opico, durante la época seca con el cultivar Poinsett, aplicando niveles de 0,75,150 y 225 Kg N/Ha, con sulfato de amonio y niveles de 0,50 y 100 Kg/Ha de P_2O_5 con superfosfato simple encontraron que la producción

se ve más influenciada por el nitrógeno que por el fósforo y el nivel de 150 Kg N/Ha fue el que produjo los mejores rendimientos, aunque estadísticamente no existen diferencias significativas con el de 75 Kg N/Ha (14).

CARDOZA (11), en un estudio similar realizado en La Habana, Cuba, con la variedad Ashley, sobre suelo ferralítico rojo, comprobó que el nitrógeno mostró una respuesta cuadrática en el rendimiento y que el fósforo y potasio no ejercieron efecto alguno. Los más altos rendimientos los obtuvo con la aplicación de 45 Kg/Ha de nitrógeno, 40 Kg/Ha de P_2O_5 y 75 Kg/Ha de K_2O .

En estudios realizados en El Salvador por RIOS (51), sobre las curvas de absorción de nutrientes por el cultivo de pepino, determinó que el ciclo de mayor utilización del nitrógeno fue de los 27 a 57 días, en el cual absorbe el 86% del nitrógeno total. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 10.

El mismo autor menciona que para la zona de San Andrés, lugar de ejecución del ensayo, después de aplicar 199.85 Kg N/Ha, se observa que 111.13 Kg/Ha constituyen la absorción total o acumulación de nitrógeno, distribuyéndose de la siguiente forma: 54.80 Kg/N/Ha son removidos por el fruto y el resto (56.33 Kg N/Ha, es absorbido por la planta,

obteniendo así una producción de 58,717 Kg de pepino/Ha.

CUADRO 10. Ciclo de utilización del nitrógeno en el cultivo del pepino.

NUMERO DE ORDEN MUESTRA	EDAD PLANTA (DIAS)	NITROGENO ABSORB. (Kg/Ha)
1	17	0.8547
2	22	0.6365
3	27	5.6018
4	32	17.1369
5	37	24.6251
6	42	16.7268
7	47	14.4487
8	52	10.6946
9	57	11.3456
10	62	9.0526

FUENTE: Tesis. Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino. Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador (51).

JARAMILLO y PATARROYO (41), reportan que el pepino necesita mayores cantidades de potasio que de otros elementos y para producir 15 toneladas/Ha, el cultivo extrae del suelo aproximadamente 15 Kg de nitrógeno, 6 Kg de fósforo y 26 de potasio.

Estudios realizados en Ludwigshafen, Alemania por la BASF (50), reporta que para obtener una producción de 300

qq/Ha de pepino, se necesita de 60 Kg N/Ha, 40 Kg F_2O_3 /Ha, 100 Kg K_2O /Ha y de 20 Kg MgO /Ha. Además menciona que el cultivo de pepino es sensible al cloruro y que necesita de altos requerimientos de magnesio.

DIVAGRO-FUSADES (36), en evaluaciones de variedades de pepino, llevadas a cabo en San Diego, (zona costera de El Salvador), aplicando 28 gramos de fórmula 15-15-15 por postura a la siembra, 7 gramos por planta a los 15 días después, y a los 30 días aplicación foliar de sulfato de magnesio al 1.5%, obtuvieron resultados con la variedad Rider de 161,700 frutos con un peso de 42,204.1 Kg/Mz; Pacer con 141,680 frutos y un peso de 36,185.45 Kg/Mz; Monarch con 155,540 frutos y un peso de 41,342.72 Kg/Mz.

TREJO (57), en estudios realizados en el cultivo de pepino con la variedad Poinsett en San Andrés (Zapotitán), encontró que el mejor nivel de nitrógeno fue 150 Kg/Ha con una producción de 28.5 Ton/Ha. Además menciona que en una evaluación de 15 cultivares de pepino con y sin espalderas, la variedad Poinsett con espaldera produjo 72.5 Ton/Ha y sin espaldera 21.4 Ton/Ha.

2.7.4 Control de Plagas y Enfermedades.

Según STOLL, citado por AGUILAR ET.AL. (1), dentro de

los extractos muy útiles para el control de plagas se conocen los de ajo, chile, tabaco y sávila; algunos de éstos además de poseer características insecticidas presentan propiedades fungicidas y bactericidas. El mejor método de controlar enfermedades es prevenir la entrada de éstas al cultivo. En el cuadro 11 se presentan los principales extractos botánicos.

Los insectos también están relacionados con la presencia de enfermedades, algunos virus pueden ser transmitidos por afidos, otros insectos dejan heridas en los frutos y el follaje por donde pueden penetrar enfermedades; un buen programa de control de plagas, es importante para el control de enfermedades (1,58).

En los cuadros 12 y 13 se presenta un resumen de las principales plagas y enfermedades que atacan el cultivo de pepino.

Cuadro 11. Preparación de té botánicos: ajo, cebolla, chile y tabaco, utilizados para el control preventivo de plagas en cultivos hidropónicos.

TE DE AJO	TE DE CEBOLLA	TE DE CHILE	TE DE TABACO
1 onza de aceite mineral o aceite de almendra	1 onza de aceite mineral.	1 onza de aceite mineral.	3 hojas de tabaco, 2 puros ó 4 cigarrillos
2 cabezas de ajo grande, macerados, se dejan 24 horas en un recipiente.	Se machacan 2 cebollas.	8 chiles espuela de gallo machacados.	Hervir en 1.5 litros de agua.
Se cuelan	Se deja reposar la mezcla 24 horas.	Se deja reposar 24 horas esta mezcla.	Nota: Esta solución no debe asperjarsele a solanáceas.
Se completa el aceite con agua hasta 250cc.	Se cuela, se completa con agua hasta 250 cc.	Se cuela, se completa con agua hasta 250 cc.	

NOTA: Para asperjar los cultivos con cualquiera de los Té se toman 30 cc. de esta solución por cada litro de agua.

FUENTE: AGUILAR, W.; MORENO CATOTA, M.E.; NIETO MARTINEZ, C.A. 1992. Cultivo hidropónico de remolacha (*Beta vulgaris*) variedad Crosby Egipitian en sustratos de escoria volcánica roja y granza de arroz (*Oriza sativa*) utilizando fertilizantes tradicionales. Tesis Ing. Agrónomo. San Salvador, Universidad de El Salvador.

Cuadro 12. Principales plagas que atacan el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DAÑO
Perforador del fruto.	<u>Diaphania nitidalis</u>	as larvas se alimentan de hojas, guías y perforan el fruto.
Gusano soldado	<u>Spodoptera exigua</u>	Se alimenta de hojas, tallo, flores y fruto tierno.
Minador de la hoja.	<u>Liriomyza sp</u>	Mina la hoja en forma irregular.
Gusano peludo	<u>Stygmenes acraea</u>	Las larvas se alimentan de hojas, tallos y frutos.
Gusano del fruto.	<u>Heliothis zea</u>	Perforan el fruto.
Zompopos	<u>Atta mexicana</u>	Cortan las plantas recién emergidas.
Gusanos, cuervos, tierreros hecheros o cortadores.	<u>Feltia subterranea</u> <u>Agrotis sp</u> <u>Prodenia sp</u>	Las larvas se alimentan de raicillas y generalmente cortan los tallos de plantas pequeñas.
Tortuguillas	<u>Diabrotica sp</u>	Los adultos se alimentan del follaje y también dañan tallos.
Pulgones	<u>Myzus persicae</u>	Succiona savia de plantas, transmitiendo virus.
Gusano falso medidor.	<u>Trichoplusia ni</u>	Las larvas de alimentan de hojas, tallos, flores y frutos tierno.

FUENTE: Guía del agricultor para la producción comercial de pepino (36).

Cuadro 13. Principales enfermedades del cultivo de pepino.

NOMBRE COMUN	N. CIENTIFICO	DAÑO
Virus del mosaico del pepino.	Virus	Acolocha las hojas, da amarillamiento, reduce el crecimiento y producción.
Pudrición del fruto.	<u>Phythium sp</u>	Micelio blanco algodonoso sobre el fruto, pudrición acuosa.
Mal del talluelo.	<u>Phythium sp</u>	Estrangulamiento en el cuello de plántulas, muerte preemergente.
Mildiú polvoriento.	<u>Oidium sp</u>	Crecimiento blanco polvoso en la superficie de la hoja.
Mildiú lanoso.	<u>Pseudoperonospora cubensis.</u>	Ataca las hojas, produce manchas angulares de color amarillo en el haz, en días húmedos o en las primeras horas de la mañana, se observa un moho gris en el envés de la hoja.

FUENTE: Guía Técnica Agropecuaria, CENTA (27).

2.7.5 Requerimientos de agua.

Lo primero que se debe saber cuando se pretende establecer un cultivo hidropónico es el agua que se tiene disponible, para esto hay que tener en cuenta el tipo de

cultivo, el clima de la zona y los vientos que se presentan; como norma se debe disponer de un mínimo de 3 litros por planta al día para hortalizas (22).

El pepino tiene un sistema de raíces profundas, pero su ramificación lateral es extensa, la planta extrae la mayor parte del agua en los primeros 60 cm del suelo (36).

Los periodos críticos de riego del pepino, se presentan durante la germinación, la floración y formación de frutos (30).

En hidroponía la frecuencia de riego está en relación directa con la humedad y temperatura ambiental; lo que producirá un mayor o menor grado de evaporación del agua, siendo necesario reemplazar el agua que se pierde por evaporación. Los sustratos con granulometría gruesa deberán regarse con mayor frecuencia que aquellos más pequeños e irregulares (48).

Según COLJAP, citado por Aguilar et.al. (1), la cantidad de agua necesaria para un cultivo está determinada por el tipo de planta, edad y el nivel de desarrollo del cultivo, la temperatura, la transpiración, el viento, el sustrato en el cual está sembrado y el tipo de drenaje de la cama o del recipiente. En general el consumo diario oscila

entre 2 y 3 litros por metro cuadrado.

La retención de humedad en peso nos indica la cantidad de agua que es capaz de retener un Kg de sustrato, mientras que la retención de humedad expresada en volumen nos indica la cantidad de humedad que puede retener la unidad de volumen de sustrato. Por ejemplo: 100 gramos de escoria volcánica puede retener 14.5 gr de agua y 100 ml de escoria volcánica pueden retener 13 ml de agua (13).

La capacidad de retención de agua de los sustratos utilizados en la técnica de hidroponía puede observarse en el cuadro 14:

CUADRO 14. Capacidad de retención de agua de algunos sustratos utilizados en hidroponía.

SUSTRATOS	CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA	
	% EN PESO	% EN VOLUMEN
Grava	4.2	6.7
Piedra pómez	59.1	20.4
Escorias volcánicas	14.5	13.0
Sílice	4.9	7.8
Vermiculita	329.0	43.6
Arena	12.0	16.0
Cascarilla o granza de arroz.	40.0	11.0

FUENTE: COLJAP Industria Agroquímica. Los sustratos 1991.

2.7.6 Cosecha.

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 (36).

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 (36). Entre los índices de cosecha están: la madurez fisiológica, color verde oscuro y fruto fresco Y tamaño apropiado según la variedad (44).

2.7.7 Criterios de clasificación del pepino para el mercado interno y externo.

2.7.7.1 Calidad interna.

En estudios realizados por CHINCHILLA y VIELMAN (14), clasificaron el pepino para mercado interno en tres clases:

- Primera clase: Frutos mayores de 18 cm de largo.
- Segunda clase: Frutos menores o iguales a 18 cm y mayores o iguales a 14 cm.
- Tercera clase : Frutos menores de 14 cm de largo.

- Avería: Frutos mal formados, dañados por el sol.

2.7.7.2 Calidad externa.

Las cualidades que deben reunir los pepinos para el mercado americano según RUSSELL (54), son: color verde, forma uniforme, atractivos y sanos.

Un pepino exportable pesa un promedio de 350 gr y la caja debe contener un promedio de 80 pepinos de ese peso, existiendo además una clasificación para exportación (36).

2.7.8 Rendimiento.

DIAZ, LORIA Y GURDIAN (24), en la estación experimental "Fabio Baudrit" de Costa Rica, obtuvieron con el cultivar palomar efectos cuadráticos del nitrógeno en donde la aplicación de 150 Kg/Ha dió la mayor producción con 42.13 Ton/Ha de pepinos, lo que equivale a 42,130 Kg/Ha, aproximadamente 4.21 Kg/m₂.

FENNINGSFIELD y KURZMANN (48), informan que en Sudáfrica, con una distancia de plantación de 45 cm x 45 cm sólo se obtuvieron de 2 a 3 Kg de pepino/m₂ en cultivo hidropónico; también informan que en Israel se han obtenido

producciones de pepino en hidroponía (sustrato grava) entre 12-15 Kg por m_2 . Además menciona sobre un estudio donde se compararon los rendimientos de la variedad "Spot Resisting" en cultivo en tierra o cubeta, grava de cuarzo; para un tiempo total de 185 días, en la grava se cosecharon 24 Kg/ m_2 , lo cual representó un 31% mayor que en las parcelas comparativas.

En el Valle de Zapotitán se cultivan aproximadamente 150 Mz por año de pepino con un rendimiento promedio de 125.5 a 217.2 qq/Mz, aproximadamente 1.41 Kg/ m^2 (15).

Entre las variedades mejor adaptadas a nuestro medio están la Poinsett y la Ashley, cuyos ciclos vegetativos oscilan entre los 60 y 80 días con un rendimiento promedio de 300 a 500 qq/Mz, aproximadamente de 1.94 a 3.24 Kg/ m^2 (31).

En una evaluación preliminar del cultivo de pepino en hidroponía llevada a cabo por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UES, se obtuvieron rendimientos de 7.8 Kg/ m^2 a distanciamientos de 20 cm x 20 cm y de 12 Kg/ m^2 a distanciamientos de 25 cm x 25 cm (58).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Estudio.

El ensayo se realizó en la terraza del edificio de aulas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en San Salvador, durante los meses de octubre a diciembre de 1992. Sus coordenadas geográficas son: 89°13' longitud oeste y 13°43' latitud norte y a una altura de 710 metros sobre el nivel del mar.

3.2 Condiciones climáticas del lugar.

Durante el período en que se realizó el ensayo, se colectaron mensualmente valores promedios de temperatura, humedad relativa, horas luz al día, precipitación pluvial, velocidad del viento, obtenidos de la estación meteorológica ubicada en la Universidad de El Salvador.

3.3 Preparación de módulos.

3.3.1 Construcción.

Se construyeron módulos de madera de 1 m de ancho por 1 m de largo con profundidad de 0.10 m y una altura sobre el suelo de 0.40 m. el diseño del módulo se presenta en la

figura 4.

3.3.2 Plastificado.

Los módulos se forraron con plástico negro calibre 200, con el objeto de contener el sustrato, para evitar la lixiviación del fertilizante en forma rápida, retener por más tiempo el agua y evitar el rápido deterioro del módulo. El plástico se agujereó para favorecer el escurrimiento del exceso de agua.

3.4 Selección y preparación del sustrato.

El sustrato utilizado fue ~~escoria~~ volcánica roja, la cual se seleccionó por presentar características adecuadas, tales como: proporcionar mejor sostén a la planta, mayor aireación y facilitar las labores culturales.

La escoria volcánica se obtuvo de una cantera ubicada en el cerro El Cerrito, jurisdicción de Quezaltepeque, departamento de La Libertad.

3.4.1 Análisis químico de la escoria volcánica roja.

El análisis químico demuestra que no es un material completamente inerte ya que contiene elementos químicos en cantidades mínimas que no están disponibles para ser

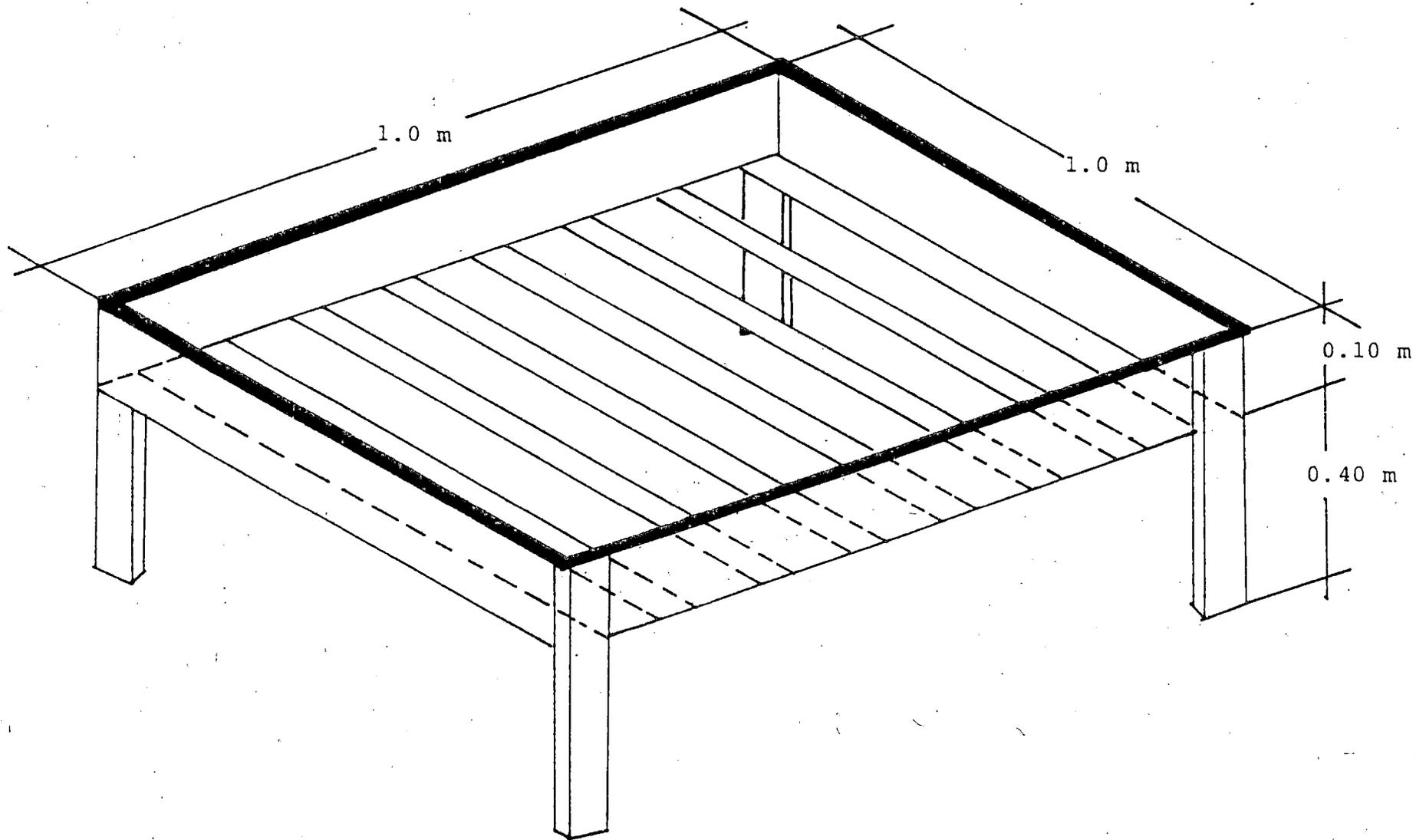


FIGURA: 4. Diseño de módulo para evaluar el cultivo hidropónico de pepino. Dimensiones 1.0 x 1.0 x 0.1 m. UES 1992

aprovechadas por las plantas. En el cuadro 15 se presentan los resultados de dicho análisis.

CUADRO 15. Análisis químico de la escoria volcánica roja, utilizada en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett.

CARACTERISTICA	UNIDADES	VALOR
Textura	-	Vitrea
Estructura	-	Porosa
pH	-	7.1
Materia orgánica	-	-
Nitrógeno nítrico	ppm	35
Nitrógeno total	-	-
Fósforo	ppm	10.45
Sodio	ppm	60.0
Potasio	ppm	38.75
Calcio	ppm	602.50
Magnesio	ppm	70.00
Manganeso	ppm	23.75
Cobre	ppm	1.00
Hierro	ppm	31.50
Zinc	ppm	2.18
Boro	-	-
Azufre	-	-

FUENTE: Universidad de El Salvador, 1990. Informe de Análisis de muestra de escoria volcánica roja, San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.

3.4.2 Tamizado.

El tamizado se realizó con la finalidad de separar las partículas por su tamaño con una zaranda No. 3, para obtener una granulometría homogénea del sustrato, aumentando así el

área de superficie para una mayor retención de agua y nutrientes.

3.4.3 Lavado.

El lavado consistió en aplicar agua potable a la escoria volcánica durante 15 minutos, con el objeto de eliminar impurezas, así como partículas de suelo.

3.4.4 Colocación del sustrato en los módulos.

Se colocaron dos capas de escoria dentro de los módulos: una inferior de 4 cm. de espesor, con partículas de 5 a 7 mm. de diámetro y otra superior de 6 cm. de espesor, con partículas de 3 mm de diámetro; ésto se realizó con el propósito de ~~darle una mayor~~ aireación a las raíces del cultivo y mejorar el drenaje.

3.4.5 Desinfección del sustrato.

La desinfección de la escoria se realizó con formalina al 1%, utilizando 4 lt/m² y posteriormente se cubrieron los módulos con plástico transparente durante 8 días para evitar el escape de gases y provocar un efecto de solarización, ayudando a controlar la mayoría de microorganismos patógenos

tales como hongos, bacterias y nemátodos. Posteriormente se retiró el plástico, para permitir el desaparecimiento de olor a formalina.

3.5 Establecimiento y manejo del cultivo.

3.5.1 Siembra.

Se trabajó con la variedad Poinsett, por ser una de las variedades mejor adaptada a nuestro medio, se evaluaron dos distanciamientos: D1 = 25 cm x 25 cm y D2 = 30 cm x 30 cm entre plantas.

La siembra se efectuó en forma directa en cuadro, colocando 3 semillas por postura a una profundidad de 1 cm. Después se procedió a colocar sacos de yute para uniformizar la germinación y mantener la humedad; al emerger las plántulas los sacos fueron retirados. En la figura 5 puede observarse los módulos tapados con sacos de yute.

3.5.2 Raleo.

El raleo se realizó a los 8 días después de la siembra, eliminando las plantas menos desarrolladas o enfermas y dejando una por postura. Para la primera densidad de siembra con distanciamiento de 25 cm. entre surco y 25 cm. entre

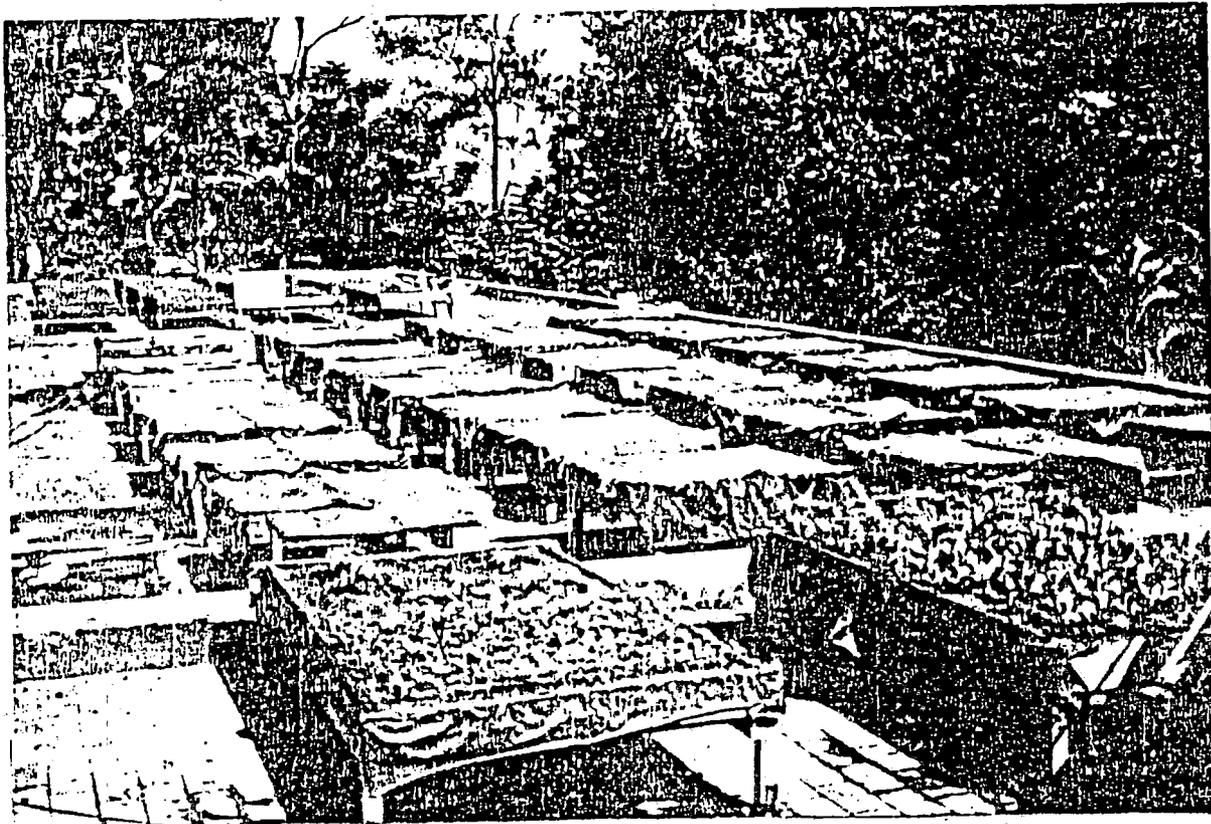


Figura 5. Vista panorámica del cultivo hidropónico de pepino, donde se muestra al fondo los módulos con sacos de yute después de la siembra. UES, 1992.

planta, se obtuvieron 16 plantas por parcela; en la segunda densidad con distanciamientos de 30cm. x 30cm. se dejaron 12 plantas por parcela.

3.5.3 Escardado.

Se realizó cada dos días durante el primer mes, con el objetivo de proporcionar un mayor contenido de aire a las raíces, evitar la compactación del sustrato y el exceso de humedad.

3.5.4 Aporco.

Se realizó con la finalidad de darle un mayor anclaje a la planta, con el fin de evitar el acame de la misma.

3.5.5 Riego.

Este se aplicó diariamente uno por la mañana y otro por la tarde, tomando como criterios el aspecto que presentaban las plantas y el resecamiento del sustrato; la cantidad de agua aplicada por metro cuadrado durante el día fue aproximadamente 8 litros distribuidos en dos riegos.

3.5.6 Podas.

Se realizaron podas de limpieza, eliminando hojas que presentaron daños por insectos y hojas viejas. Para realizar la poda se utilizó una navaja, teniendo el cuidado de desinfectarla con hipoclorito de sodio (lejía) primeramente y luego introducirla en agua potable; esta labor se realizó siempre antes de podar una planta, para evitar la posible transmisión de enfermedades.

3.5.7 Tutoreo.

Se realizó a los 20 días después de la siembra, utilizando reglas de madera de 5 cm. de ancho por 250 cm. de largo, clavadas en las patas de los módulos; las plantas fueron orientadas con pitas de nylon amarradas en su base sujetándola a 4 hilos de alambre que estaban amarrados en las reglas de madera a una distancia de 50 cm. entre hileras, como puede observarse en las figuras 6 y 7.

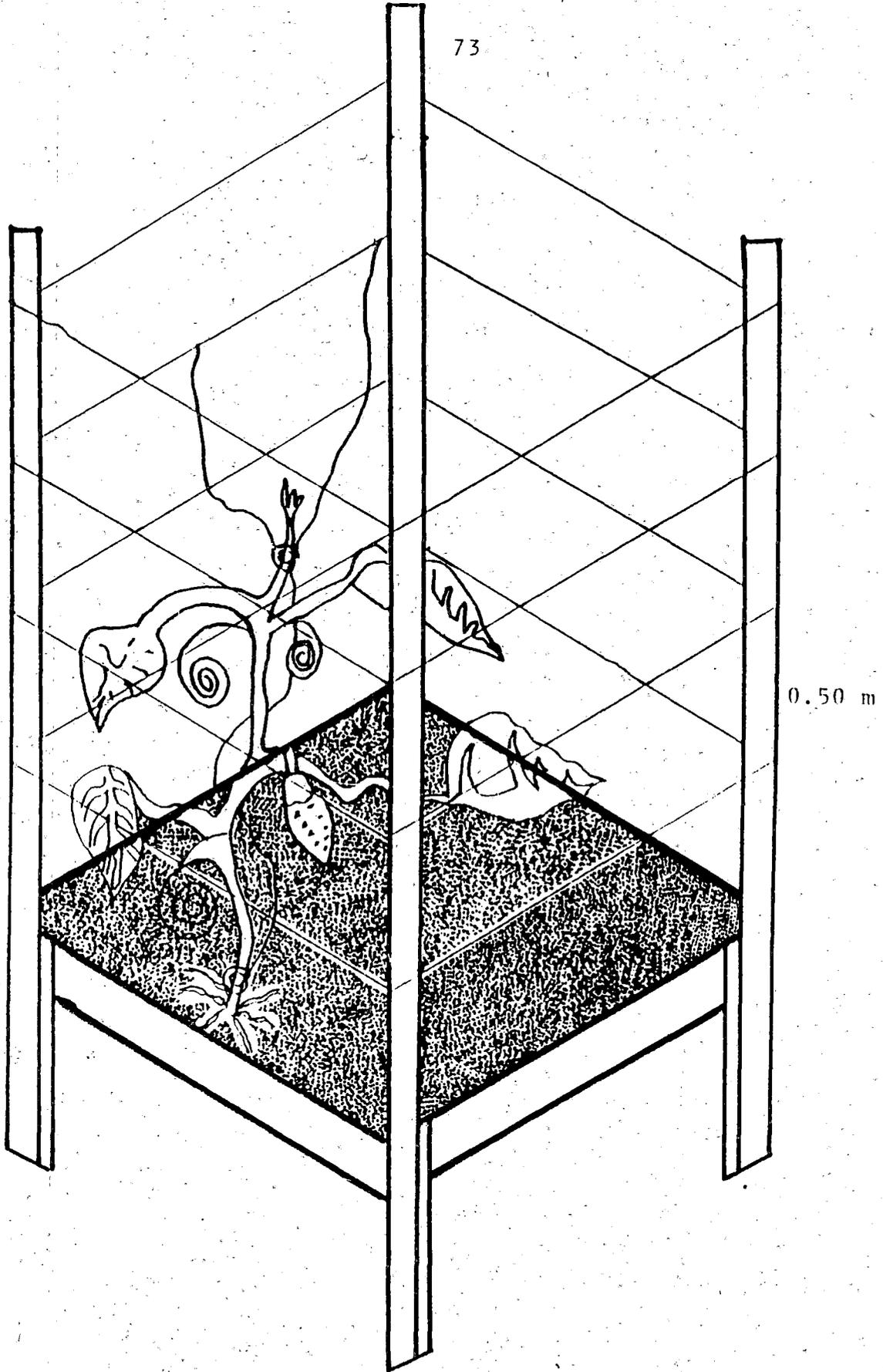


FIGURA: 6. Módulo tutoreado, en el cultivo hidropónico de pepino UES. 1992

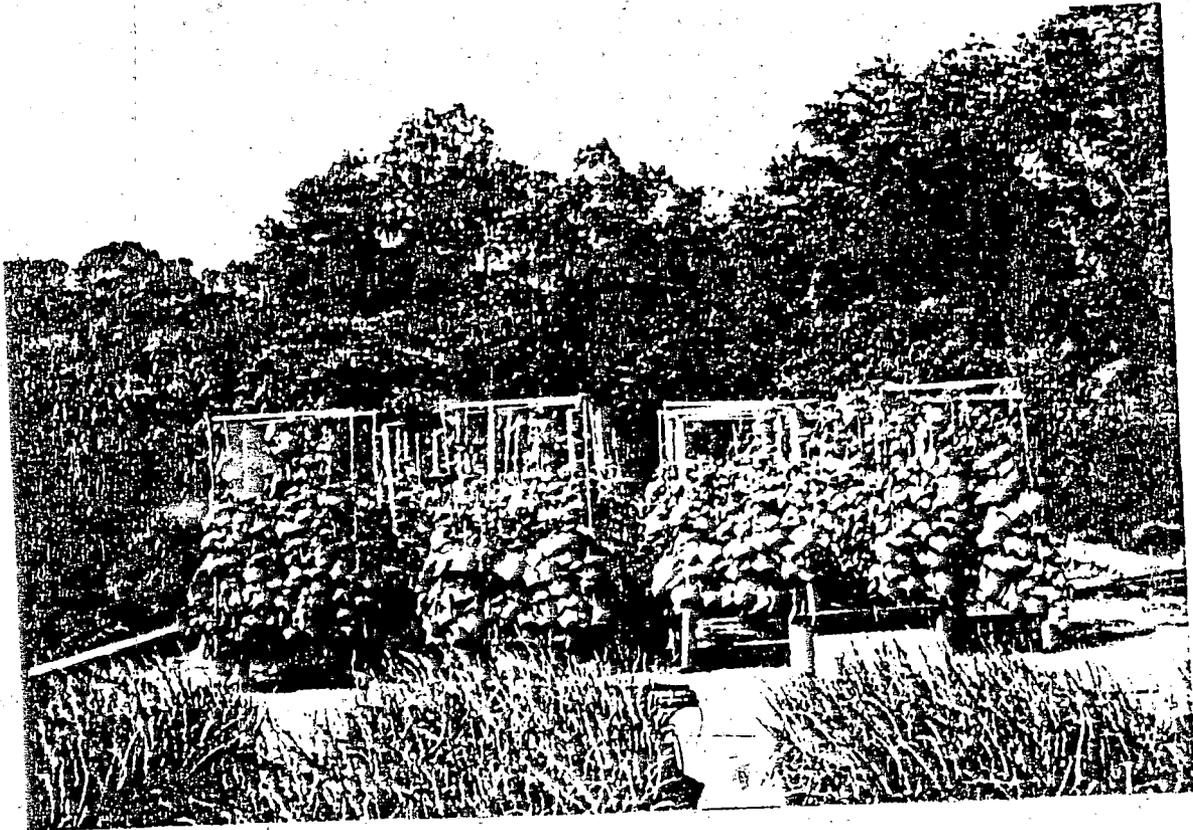


Figura 7. Cultivo hidropónico de pepino, con sistemas de tutoreo colectivo. UES, 1992.

3.5.8 Control de plagas y enfermedades.

El control de plagas se realizó en base a un programa de aplicaciones preventivas de tés botánicos de ajo y de cebolla. Además, se usó solución jabonosa (5 gr/litro de agua) para el control de pulgones, las aplicaciones se realizaron todos los días.

Para las enfermedades se elaboró un control preventivo sencillo que consistió en dos aplicaciones por semana de una mezcla de Benlate + Ridomil a 200 ppm; ya que a esta concentración no hay problema de residuos tóxicos en la cosecha.

3.5.9 Cosecha.

Se realizó manualmente a partir de los 48 días después de la siembra, en forma general para todos los tratamientos, el período de cosecha duró aproximadamente tres semanas, realizando 3 cortes en total a los 48,56,65 días después de la siembra.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para realizar la cosecha fueron: cuando comienzan a desaparecer las espinas del fruto y la forma angular.

El pepino se clasificó según su tamaño en tres categorías: primera, pepinos mayores o iguales a 18 cm de largo; segunda, menores de 18 cm y mayores o iguales a 14 cm; tercera, menores de 14 cm de largo.

3.6 Tratamientos.

Los programas de fertilización consistieron en la combinación de dos fuentes de fertilizantes sólidos: Blaukor y Nitromag-Calcareo con el complemento de tres foliares (Bayfolán, Crop up y N.P.K.). En el cuadro 16 se presenta la composición química de las fuentes de fertilizantes utilizados en el ensayo.

Los tratamientos, consistieron en las combinaciones de los programas de fertilización y las densidades de siembra como puede observarse en el cuadro 17 y A-1.

El primer programa tuvo como base el fertilizante Blaukor, complementado con Nitromag Calcáreo + Bayfolán; el segundo tuvo como base Blaukor + Nitromag - Calcáreo y Crop Up que sustituyó al Bayfolán; el tercero tuvo como base el Blaukor, pero éste con el Nitromag - Calcáreo reducido en un 50% con respecto al primer programa y complementado con Crop Up; el cuarto tuvo como base siempre el fertilizante Blaukor, pero con la misma dosis del primer programa comple-

Cuadro 16. Composición química de los fertilizantes utilizados en la evaluación de cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad Poinsett, Universidad de El Salvador, 1992.

BLAUKOR		NITROMAG - CALCAREO		BAYFOLAN		CROP UP		NPK	
ELEMENTOS	%	ELEMENTOS	%	ELEMENTO	%	ELEMENTO	%	ELEMENTOS	%
NITROGENO (N)	12	NITROGENO (N)	26	NITROGENO (N)	11	NITROGENO (N)	3.5	NITROGENO (N)	4
FOSFATO (P ₂ O ₅)	12	CO Ca/Mg	20	FOSFATO (P ₂ O ₅)	8	Mn QUELATO	2.5	FOSFORO (P ₂ O ₅)	17
POTASIO	12	OXIDO MAGNESICO (MgO)	5	POTASIO (K ₂ O)	6	METALOSATO R		POTASIO (K ₂ O)	17
OXIDO MAGNESICO (MgO)	17	OXIDO DE CALCIO (CaO)	7.5	OLIGOELEMENTOS QUELATIZADOS		AZUFRE (S)	2.5		
AZUFRE (S)	2			HIERRO	0.0185	Zn QUELATO	1.25		
CALCIO (Ca)	6			MANGANESO	0.016	METALOSATO R			
BORO	4.5			BORO	0.0113	Mg QUELATO	0.5		
MANGANESO				COBRE	0.008	METALOSATO R			
MOLIBDENO				ZINC	0.006	Cu QUELATO	0.025		
ZINC				MOLIBDENO	0.00095	METALOSATO R	0.025		
				COBALTO	0.0004	Ca QUELATO	0.07		
						METALOSATO R			
						BORO (B)	0.025		

FUENTE: Química Hoeschst de El Salvador. Bayer Químicas Unidas Laboratorios Albión.

Cuadro 17. Tratamientos, programas de fertilización y distanciamientos de siembra utilizados en el cultivo hidropónico del pepino. Universidad de El Salvador, 1992.

TRATAM.	PROGRAMAS	DISTANC.
$P_1 D_1 (T_1)$	Programa base (Blaukor + Nitromag calcareo + Bayfolán).	25x25cm.
$P_2 D_1 (T_2)$	Programa base, sustituyendo el Bayfolán por Crop Up.	25x25cm.
$P_3 D_1 (T_3)$	Blaukor reducido en un 50% + Nitromag calcáreo reducido en un 50% + Crop Up.	25x25cm.
$P_4 D_1 (T_4)$	Blaukor + Nitromag, dosis iguales al T_1 + Crop Up aumentando en un 50%.	25x25cm.
$P_1 D_2 (T_5)$	Programa base (Blaukor + Nitromag calcareo + Bayfolán).	30x30cm.
$P_2 D_2 (T_6)$	Programa base sustituyendo al Bayfolán por Crop Up.	30x30cm.
$P_3 D_2 (T_7)$	Blaukor reducido en un 50% + Nitromag calcareo reducido en un 50% + Crop Up.	30x30cm.
$P_4 D_2 (T_8)$	Blaukor + Nitromag, dosis iguales al T_1 + Crop Up aumentado en un 50%.	30x30cm.

CUADRO 18.

PROGRAMAS DE FERTILIZACIÓN USANDO COMO SUSTRATO ESCORIA VOLCÁNICA ROJA EN EL CULTIVO HIDROPÓNICO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) VARIEDAD POINSETT

TRATAMIENTOS	
Programa de fertilización Blaukor + nitromag-calcareo + Bayfoland (P1)	<p>Aplicaciones de 36 gr/planta de Blaukor fraccionada en 8 dosis de la siguiente manera: 3 gr/planta durante las dos primeras semanas y 5 gr/planta durante las siguientes 6 semanas consecutivas.</p> <p>Aplicación de 4 gr/planta de nitromag-calcareo fraccionada en 2 dosis de la siguiente manera: 2 gr/planta al momento del raleo y 2 gr/planta a la siguiente semana.</p> <p>7 Aplicaciones de Bayfolán comenzando una semana después del raleo con una dosis de 10 cc/litro de agua.</p>
Programa de fertilización Blaukor + nitromag-calcareo + Crop Up (P2)	<p>Aplicaciones de 36 gr/planta de Blaukor fraccionada en 8 dosis de la siguiente manera: 3 gr/planta durante las dos primeras semanas y 5 gr/planta durante las siguientes 6 semanas consecutivas.</p> <p>Aplicación de 4 gr/planta de nitromag-calcareo fraccionada en 2 dosis: 2 gr/planta al momento del raleo y 2 gr/planta a la siguiente semana.</p> <p>7 Aplicaciones de Crop Up comenzando una semana después del raleo con una dosis de 5 cc/litro de agua.</p>
Programa de fertilización Blaukor + nitromag-calcareo reducido en un 50% + Crop Up (P3)	<p>Aplicaciones de 18 gr/planta de Blaukor fraccionada en 8 dosis de la siguiente manera: 1.5 gr/planta durante las dos primeras semanas y 2.5 gr/planta durante las siguientes 6 semanas consecutivas.</p> <p>Aplicación de 2 gr/planta de nitromag-calcareo fraccionada en 2 dosis: 1 gr/planta al momento del raleo y 1 gr/planta a la siguiente semana.</p> <p>7 Aplicaciones de Crop Up comenzando una semana después del raleo con una dosis de 5 cc/litro de agua.</p>
Programa de fertilización Blaukor + nitromag-calcareo + Crop up aumentando en un 50% (P4)	<p>Aplicaciones de 36 gr/planta de Blaukor fraccionada en 8 dosis de la siguiente manera: 3 gr/planta durante las dos primeras semanas y 5 gr/planta durante las siguientes 6 semanas consecutivas.</p> <p>Aplicación de 4 gr/planta de nitromag-calcareo fraccionada en 2 dosis: 2 gr/planta al momento de 1 raleo y 2 gr/planta a la siguiente semana.</p> <p>7 Aplicaciones de Crop Up comenzando una semana después del raleo con una dosis de 7.5 cc/litro de agua.</p>
Fertilización general al sustrato.	3 gr. de Blaukor + 3 gr. de nitromag-calcareo por planta a la siembra.
Fertilización general al follaje	2 aplicaciones de fertilizante foliar N.P.K comenzando a los 30 días después de la siembra (al momento de la defoliación) y a la segunda aplicación una semana después con una dosis de 5 cc/litro de agua.

mentado con Crop Up, aumentado en un 50%. Los programas de fertilización se hicieron tomando en cuenta los requerimientos nutricionales del cultivo.

Al momento de la floración y una semana después se realizó una fertilización general con N.P.K. en dosis de 5cc/litro de agua. En el cuadro 18 se presentan las dosis, periodos y frecuencia de aplicación.

3.7 Metodología estadística.

3.7.1 Diseño experimental y estadístico.

El diseño estadístico utilizado fue completamente al azar con arreglo factorial 4x2, teniendo ocho tratamientos con cuatro repeticiones. Cada módulo representó la parcela experimental, teniendo un total de 32 parcelas. El área total de ensayo fue de 72 m² con 11.50 m. de largo por 6.25m de ancho.

Con el objeto de estudiar el efecto de los tratamientos y sus interacciones sobre el número de frutos de 1ª, 2ª y 3ª categoría, peso, diámetro y longitud del fruto, se realizó análisis de varianza, prueba de Duncan y correlación entre las variables para interpretar los resultados y establecer diferencias entre los tratamientos.

El modelo estadístico aplicado fue el siguiente: sea "Y" la variable que va a medir en las distintas unidades experimentales y Y_{ij} el valor observado en la parcela J -ésima que recibe el tratamiento.

Luego cualquier observación puede expresarse así:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + (TB)_{ij} + E_{ij}$$

Donde:

- M = Media del experimento
- Y_{ij} = Características bajo estudio observado en la parcela "j" y donde se aplicó el tratamiento "i".
- T_i = Efecto del i -ésimo nivel del factor a.
- B_j = Es el efecto del j -ésimo nivel del factor b.
- $(TB)_{ij}$ = Es el efecto de la interacción entre T_i y B_j .
- E_{ij} = Errores aleatorios con media cero, varianza σ^2 y sin correlación entre sí.
- i = 1,2...q: Número de tratamientos.
- j = 1,2...r: Número de repeticiones.

3.7.2 VARIABLES ANALIZADAS.

Dentro de las variables para establecer diferencias entre los tratamientos se tuvieron: Peso, diámetro, longitud y número de frutos de primera, segunda y tercera categoría, así como análisis de beneficio-costos.

3.7.2.1 Peso del fruto.

Para este análisis se consideraron todas las plantas de la parcela experimental.

Se obtuvo el peso por unidad experimental, utilizando para tal efecto una balanza de reloj, obteniendo el dato en kilogramos.

3.7.2.2 Diámetro del fruto.

El análisis del diámetro se realizó de la misma muestra anterior, obteniendo un diámetro promedio.

Esta medida se tomó en base al diámetro ecuatorial (mitad del fruto), en centímetros con un vernier.

3.7.2.3 Longitud del fruto.

Este parámetro se obtuvo de la misma muestra del peso del fruto en el cual se consideraron todos los frutos de la parcela experimental, obteniendo un dato promedio.

Se midió con una cinta métrica, de la base al ápice del fruto, en centímetros.

3.7.2.4 Número de frutos.

El análisis se realizó por tratamiento, donde se consideraron todos los frutos de cada parcela experimental.

Se procedió a separar los de primera, segunda y tercera categoría en base a su longitud.

3.7.2.5 Análisis beneficio-costos.

Para determinar la rentabilidad de cada uno de los tratamientos se hizo el análisis beneficio-costos, tomando como base los costos y beneficios por metro cuadrado para los tratamientos en estudio.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Condiciones Climáticas.

Los factores climáticos que incidieron durante el desarrollo del cultivo de pepino se presentan en el cuadro 19, donde se tiene que la temperatura promedio del lugar estuvo dentro del rango apropiado, para la formación y desarrollo del fruto. En la figura 8, aparecen los datos de temperatura promedio del aire que fue de 23.7°C y las máximas y mínimas que oscilaron entre 30.7°C y 16.3°C, respectivamente. En El Salvador se han obtenido resultados satisfactorios en el cultivo de pepino con temperaturas de 18-30°C y como se observa las oscilaciones de temperaturas máximas y mínimas están dentro del rango. El óptimo de temperatura a la cual responde bien el cultivo de pepino es de 18-25°C (3,7,39).

Durante el período de germinación se tuvo una temperatura promedio del aire de 23.9°C, lo que favoreció este proceso obteniéndose 99% de germinación. Con respecto al desarrollo vegetativo se observa en el cuadro 19 que el rango de temperatura durante los meses que duró el ciclo del cultivo osciló entre 16.3 a 30.7°C, lo cual favoreció el normal desarrollo de las plantas y la producción de frutos en todos los tratamientos.

CUADRO 19. Valores climáticos promedios mensuales bajo los cuales estuvo expuesto el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett, durante los meses de octubre a diciembre de 1992, UES.

ELEMENTOS CLIMATICOS	OCT.	NOV.	DIC.	PROMED.
Temp. Media (°C)	23.9	24.0	23.0	23.7
Temp. Máxima (°C)	31.2	31.0	30.0	30.7
Temp. Mínima (°C)	16.7	16.4	16.4	16.3
Humedad Relativa (%)	74.0	73.0	67.0	71.3
Precip. Pluvial (mm)	184.7	27.9	14.6	75.7
Luz solar med. (hrs)	8.5	7.4	8.0	7.96
Veloc. del Viento (Km/h).	6.9	9.3	10.4	8.86

FUENTE: Estación Agrometeorológica de la Universidad de El Salvador, San Salvador, 1992.

La humedad relativa durante el primer mes del ensayo fue de 74% (ver cuadro 19 y fig. 9) que está abajo del óptimo para la germinación, ya que según estudios realizados por el CENTA, el valor óptimo para la fase de germinación, crecimiento y floración es de 90% de H.R. y para el desarrollo del fruto de 75% (28); durante los meses que duró el ensayo se tuvo una H.R. promedio de 71.3%.

El cultivo de pepino necesita una gran cantidad de luz,

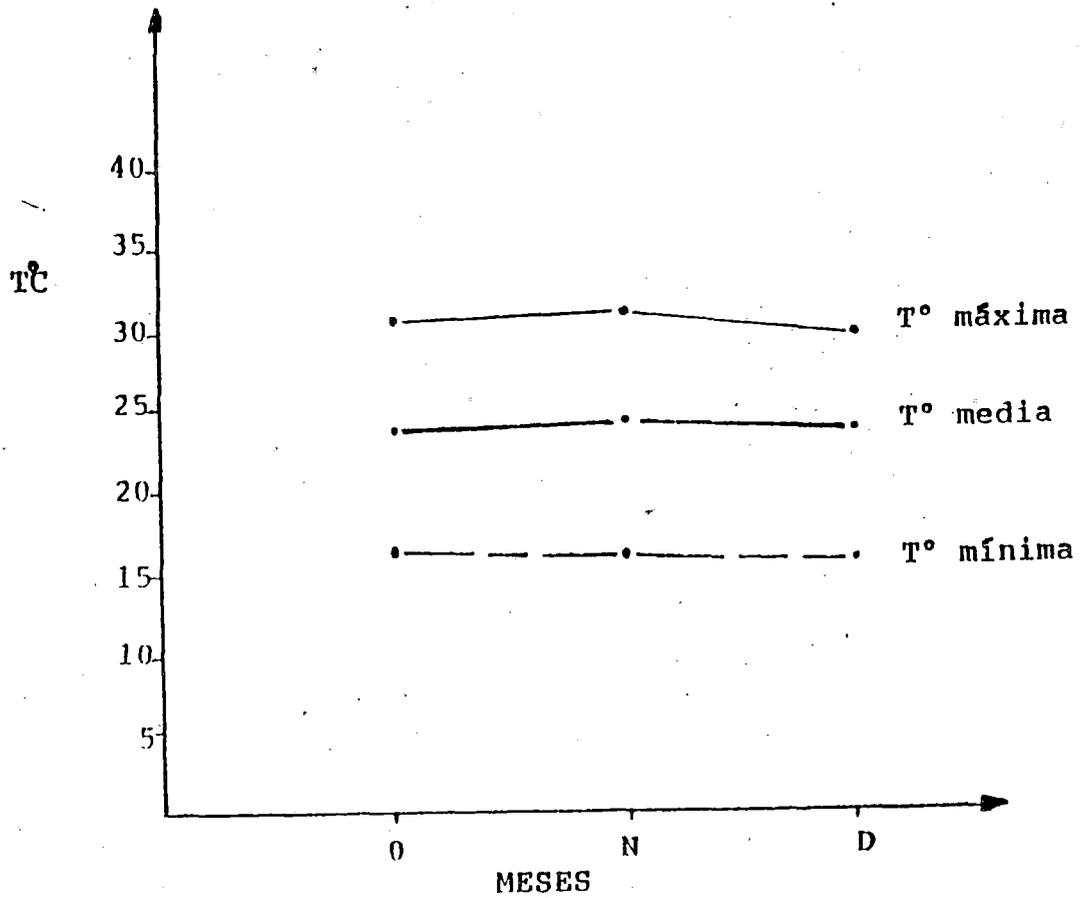


Fig. 8. Temperaturas máxima, media y mínima del aire durante la realización del ensayo. UES, 1992.

la cual estimula la floración, mientras que una poca cantidad reduce la formación de flores (9).

Las plantas de pepino no se ven afectadas por la duración del día; sino más bien florecen de acuerdo a la edad y a su desarrollo natural (9), así que la duración de la luz solar, que se tuvo durante el ensayo, que fue en promedio de 7.96 H.L. como se observa en el cuadro 19, no ejerció efecto alguno sobre la producción del cultivo.

Las necesidades hídricas para el desarrollo del cultivo no se satisficieron con la precipitación pluvial promedio de 75.7 mm. (cuadro 19), debido a que el período del cultivo fue durante el último mes de época lluviosa, según Orozco (46) y Parsons (47), las necesidades mínimas de agua para el cultivo de pepino son de 500-600 mm., siendo los períodos de mayor demanda los siguientes: la emergencia, al momento próximo a la floración, unas dos semanas después de ésta y durante la formación de los frutos. Debido a que el ensayo se realizó durante la época de transición lluviosa seca solamente se tuvo una precipitación de 75.7 mm en promedio (cuadro 19 y fig. 9), por lo cual para suplir la demanda de agua en el cultivo se programaron dos riegos diarios para mantener el sustrato en condiciones adecuadas de humedad.

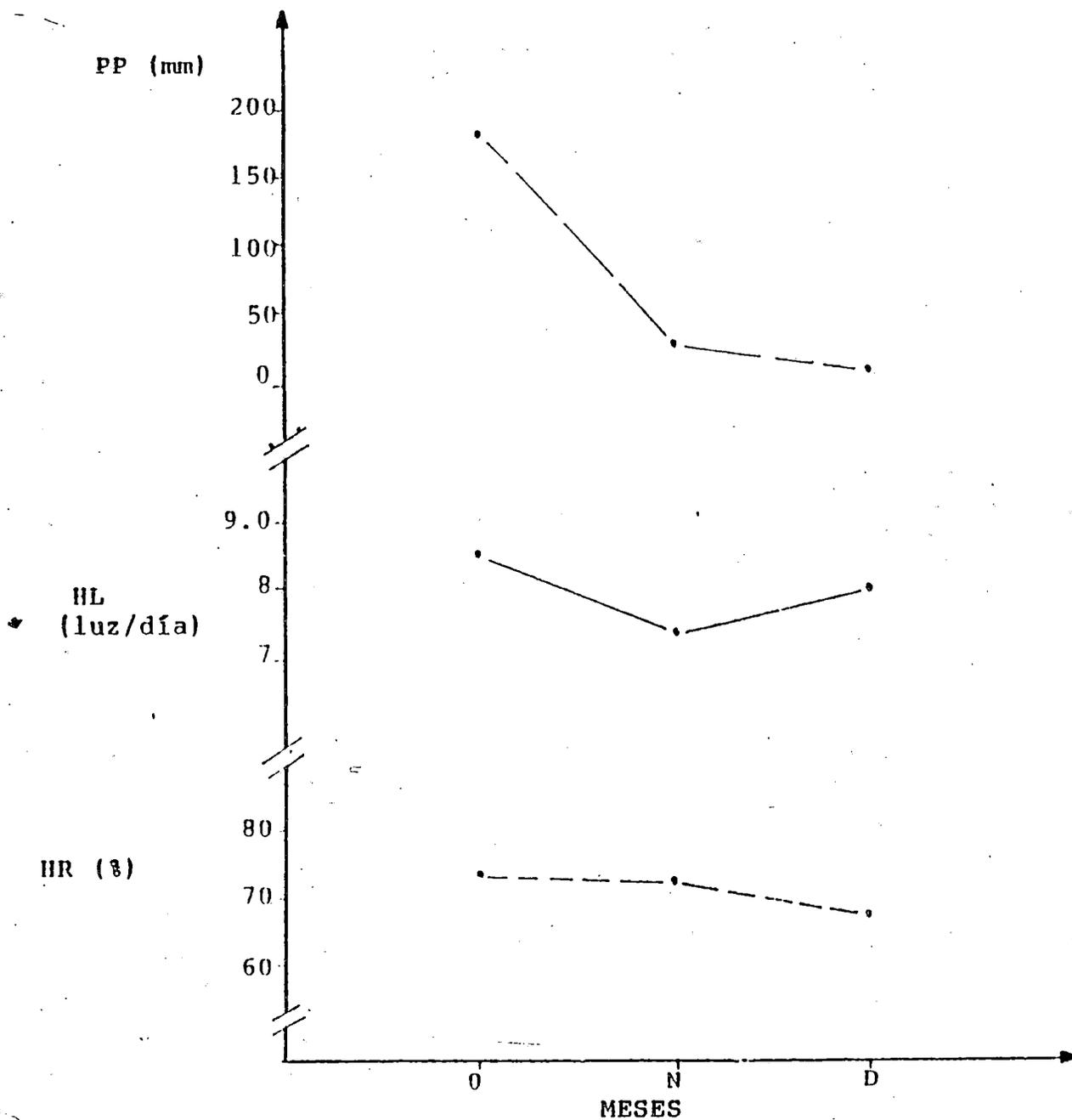


Fig. 9. Factores climáticos que incidieron durante el desarrollo del cultivo: Precipitación pluvial (PP), humedad relativa (HR) y luz solar (HL). UES, 1992.

El viento durante los meses que estuvo la investigación tuvo un promedio de 8.86 km/h. aumentando su velocidad en los meses de noviembre y diciembre, lo cual provocó una mayor pérdida de agua de las plantas al bajar la humedad relativa del aire (cuadro 19).

4.2 Aspectos generales del cultivo.

Las condiciones adecuadas del sustrato y la calidad de la semilla garantizaron un 99% de emergencia en todos los módulos a los cuatro días después de la siembra. A los 18 días de edad del cultivo se dió la aparición de zarcillos, lo cual dió la pauta para iniciar el tutoreo.

Todos los tratamientos se dejaron a libre crecimiento, realizando únicamente podas de limpieza eliminando hojas viejas o dañadas por insectos.

La etapa reproductiva se inició a los 31 días después de la siembra, guardando una relación de 3 flores masculinas por 1 femenina; se obtuvo más del 50% de floración a los 35 días.

La cosecha comenzó a los 48 días en forma general para todos los tratamientos, el período de cosecha duró aproximadamente 3 semanas, realizando 3 cortes a los 48, 56 y 65 días.

4.3 Control de plagas y enfermedades.

Durante las primeras fases del desarrollo del cultivo (germinación, desarrollo y floración), sólo se presentaron las siguientes plagas: Tortuguillas (Diabrotica sp), Pulgones (Myzus persicae) y Minador de la Hoja (Liriomyza sp). La incidencia de estas plagas no fue ningún problema para el desarrollo del cultivo ya que pudieron ser controladas con las aplicaciones de té de ajo y la solución jabonosa.

En la fase productiva del cultivo fue donde se tuvo problema con el ataque del gusano barrenador del fruto de pepino (Diaphania nitidalis), localizándose 5 pepinos dañados a los 48 días después de la siembra, cuando se realizaba el primer corte. El mayor daño se presentó en la segunda cosecha en la que se tuvo una pérdida de 353 frutos teniendo que para la tercera fueron 124, haciendo un total de 482 frutos dañados por todos los tratamientos, lo que presenta un 24% de frutos dañados (cuadro 20).

Los tratamientos mayormente afectados fueron $T_1 = PD_1$ y $T_2 = PD_2$, teniendo una pérdida de 76 y 70 pepinos cada uno respectivamente; ambos tratamientos tienen en común la aplicación de Bayfolán.

En cambio los tratamientos con los programas de fertilización P_2 , P_3 y P_4 , en los que se utilizó Crop up como fertilizante foliar presentaron un menor número de frutos dañados; y de éstos, el T_1 ($P_2 D_2$) y T_2 ($P_4 D_2$), mostraron una pérdida de pepino de 51 y 53 respectivamente. Esta disminución en la pérdida tal vez se deba a que el Crop up por ser un metalosato con minerales quelatados con aminoácidos provenientes de proteínas hidrolizadas, donde los nutrimentos son más rápidamente absorbidos por las plantas, lo cual pudo haber dado una mayor resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades (42).

El gusano barrenador ocasionó los daños en flores femeninas, brotes terminales y principalmente en los frutos; causando por consiguiente una disminución tanto en el vigor de la planta como en la producción de frutos. El daño en el fruto es el de mayor importancia económica debido a que la larva hace túneles dentro del fruto y expulsa fuera de éste un excremento verdoso parecido al aserrín (Figura A-2 y A-3).

CUADRO 20. Número de pepinos dañados por el gusano barrenador (Diaphania nitidalis) en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.). UES, 1992.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
T ₁ = P ₁ D ₁	22	21	20	13	76	19.0
T ₂ = P ₂ D ₁	18	16	16	10	60	15.0
T ₃ = P ₃ D ₁	14	18	18	12	62	15.2
T ₄ = P ₄ D ₁	17	12	13	13	55	13.75
T ₅ = P ₁ D ₂	18	17	17	18	70	17.50
T ₆ = P ₂ D ₂	24	10	8	13	55	13.75
T ₇ = P ₃ D ₂	20	10	8	13	51	12.75
T ₈ = P ₄ D ₂	10	22	9	12	53	13.25
T O T A L					482	

4.4 Peso del fruto.

Al analizar el peso promedio de los frutos (cuadro 21) se percibe alguna diferencia entre los programas de fertilización, observando la tendencia de $P_2 > P_3 > P_1 > P_4$, teniendo en cuenta que en el programa P₃ la fertilización al sustrato es reducida en un 50%; de donde se deduce que el programa base + Crop up (P₂) supera a P₃, P₁ y P₄, y que entre los dos distanciamientos no existe diferencia, pero sí una tendencia en la cual en el distanciamiento menor (D₁ = 25 cm. x 25 cm.), se obtuvo el mayor peso.

CUADRO 21. Peso promedio de los pepinos en Kg/m² utilizado cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus) variedad Poinsett, UES, 1992.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	xd
d ₁	13.18	11.96	12.22	11.00	12.09
d ₂	11.04	12.89	12.10	11.36	11.84
XP	12.11	12.42	12.16	11.18	

Lo anterior se corrobora al tener que los mejores tratamientos fueron: T₁ = P₁D₁ y T₆ = P₂D₂ en donde se pone de manifiesto la poca diferencia entre los programas de fertilización y donde el distanciamiento más cerrado parece superior a los más abiertos (Fig. 10).

Sin embargo el análisis de varianza no presenta diferencia significativa entre densidades de siembra, programas de fertilización, y entre la interacción, entre programas y distanciamientos (cuadro 22) observándose una ligera disminución en la calidad del producto al presentar menor longitud y diámetro a mayor densidad de siembra.

CUADRO 22. Análisis de varianza del peso promedio de los frutos aplicando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus) variedad Poinsett. UES, 1992.

F. de V.	GRADOS DE LIB.	SUMA DE CUADR.	CUADRA. MEDIO	F.CAL-CULADA	F.TABLA 5%
A (Densidad)	1	0.46	0.456	0.14 ^{NO}	4.26
B (Programas)	3	7.05	2.350	0.72 ^{NO}	3.01
A x B (Interac.)	3	10.67	3.557	1.09 ^{NO}	3.01
ERROR	24	78.12	3.255		
TOTAL	31	96.3	9.62		

El programa P₄ en el cual se aumentó la dosis en un 50% del abono foliar Crop up, es donde se obtuvo los menores rendimientos en peso, lo cual pudo deberse a que la planta empleará una buena parte de los carbohidratos en la elaboración de proteínas y aminoácidos que se utilizan para la formación de más follaje, lo cual viene a reducir la formación de frutos (42).

En cambio con los programas P₁, P₂ y P₃ se permite una mejor distribución de los fotoasimilados a todos los órganos

de la planta, ya que éstos programas tienen un balance de nutrientes requeridos por lo cual se refleja directamente en el aumento de la producción de estos programas (42).

Estos pesos superan significativamente los datos reportados por CHINCHILLA (16), en el Valle de Zapotitán donde se tuvieron rendimientos promedios de 125.5 a 217.2 qq/Mz que equivale aproximadamente a 1.41 Kg/m². También superaron a los pesos obtenidos por DIAZ, LORIA y GURDIAN (25) quienes reportan una producción de 42,130 Kg/Ha. (4.21 Kg/m²) en la Estación Experimental "Fabio Baudrit" de Costa Rica con el cultivar Palomar.

Es de hacer notar que en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (58), se han obtenido rendimientos en escoria volcánica roja de 7.80 Kg/m² con distanciamientos de siembra de 20 cm x 20 cm y 12 Kg/m² con un distanciamiento de siembra de 25 cm x 25 cm; este último fue superado en el presente trabajo por los tratamientos T₁ (FD₁), T₆ (P₂D₂), T₇ (P₃D₁) y T₈ (PD₂) que produjeron rendimientos de 13.18, 12.89, 12.22 y 12.10 Kg/m² respectivamente (cuadro 23).

Comparando los resultados anteriormente expresados se observa la mayor producción que se tiene por unidad de área en los cultivos hidropónicos en relación con los sistemas

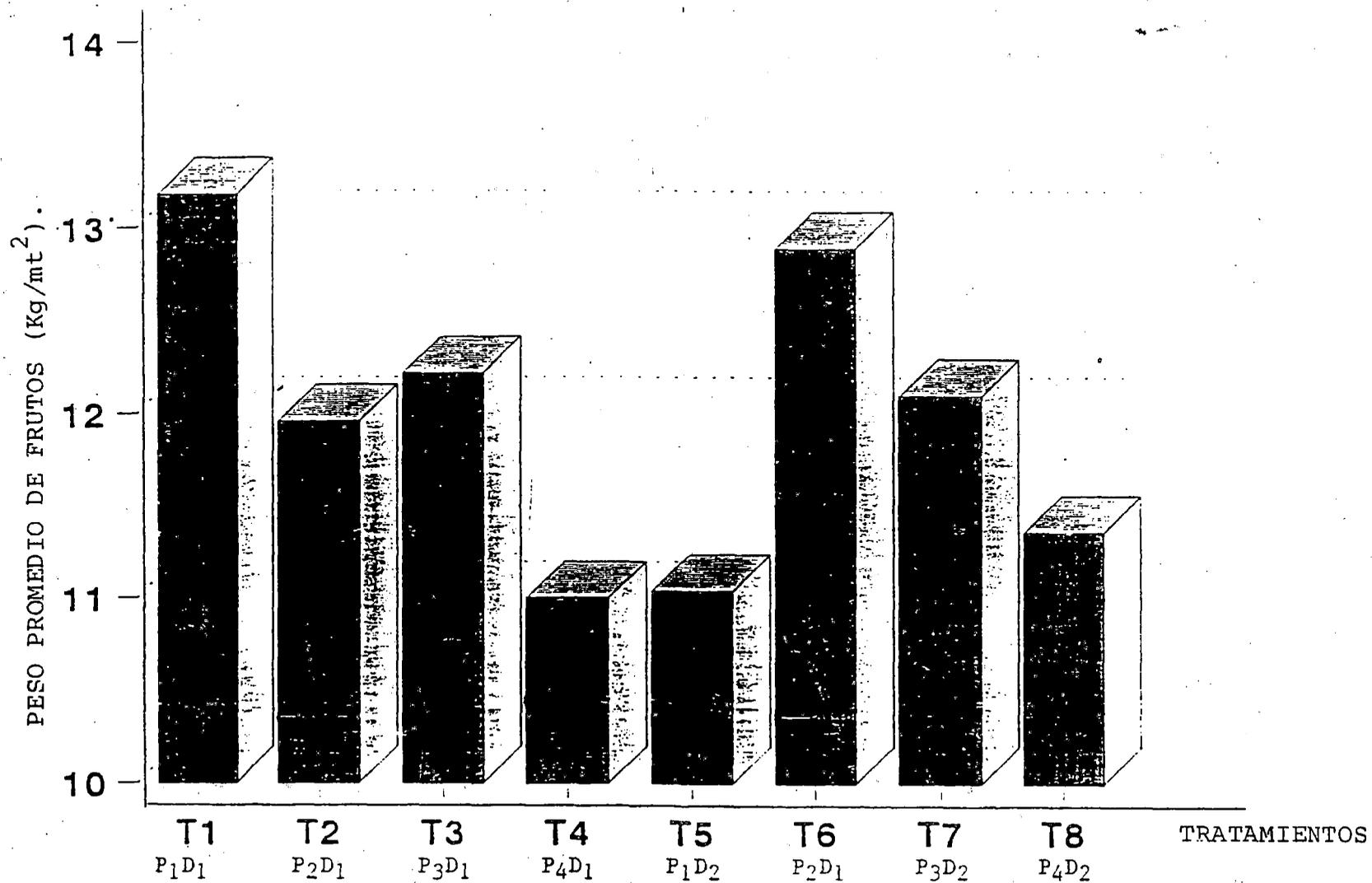


Fig. 10. Peso promedio de frutos (Kg/m²) utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) UES, 1992.

tradicionales de siembra. Esto puede deberse al mayor control que se realiza sobre los factores de producción en el cultivo hidropónico.

Como puede observarse en el cuadro 23 los tratamientos que poseen el programa 3 de fertilización (P_3) se ubican entre los que han obtenido mejores resultados, a pesar de que la fertilización al sustrato se redujo en 50% más Crop up al follaje, lo cual indica que se puede aplicar menos fertilizantes sólidos al sustrato y mantener una buena producción.

CUADRO 23. Número y peso total, longitud, diámetro y peso promedio de frutos de los diferentes tratamientos en el cultivo hidropónico.

TRATAMIENTO	TOTAL DE FRUTOS	PESO TOTAL (Kg)	LONG. PROMED. (Cm)	DIAMETRO PROM. (Cm)	PESO PROMEDIO (KG)
$T_1 = F_1D_1$	201	52.72	18.5	4.2	13.18
$T_2 = F_2D_1$	185	47.84	18.2	4.1	11.96
$T_3 = F_3D_1$	200	48.88	18.3	3.9	12.22
$T_4 = F_4D_1$	178	44.03	18.1	4.1	11.00
$T_5 = F_1D_2$	194	44.19	18.2	4.2	11.04
$T_6 = F_2D_2$	192	51.58	19.1	4.7	12.89
$T_7 = F_3D_2$	192	48.42	18.4	4.3	12.10
$T_8 = F_4D_2$	184	45.46	18.1	3.9	11.36

4.5 Diámetro del fruto.

De acuerdo a los resultados obtenidos puede observarse que los diámetros de los pepinos fueron mayores en los tratamientos donde se utilizó el programa de fertilización (P_2), (cuadro 24).

CUADRO 24. Diámetro promedio de frutos (cm) utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett.

	P_1	P_2	P_3	P_4	xd
d_1	4.2	4.1	3.9	4.1	4.1
d_2	4.2	4.7	4.3	3.9	4.30
XP	4.2	4.4	4.1	4.0	

El análisis de varianza demostró que existe diferencia significativa entre programas de fertilización y que los distanciamientos de siembra son no significativos, pero si existe interrelación entre programas de fertilización y distanciamiento de siembra, (cuadro 25).

CUADRO 25. Análisis de varianza de diámetros de frutos (cm) usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidróponico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett.

F. de V.	GRADO DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS.	CUADRA DO. MEDIO.	F.CAL- CULADA.	F. TABLA 5%.
Densidad (A)	1	0.28	0.281	4.15 ^{nm}	4.26
Programas (B)	3	0.63	0.210	3.11*	3.01
Interacción (A x B)	3	0.80	0.267	3.94*	3.01
Error	24	1.62	0.068		
Total	31	3.33			

La prueba de Duncan estableció que la media del programa P₂ fue significativamente, mientras que los programas P₁, P₃ y P₄ fueron iguales, siendo no significativos e iguales entre ellos (cuadro 26).

CUADRO 26. Prueba de Duncan para diferencia entre programas de fertilización en los diámetros de los frutos, en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett al 5% de significancia.

PROGRAMA DE FERTILIZACION	MEDIAS	DIFERENCIA DE MEDIAS
P ₂	4.4	A
P ₁	4.2	B
P ₃	4.1	BC
P ₄	4.0	BCD

En la figura 11 se observa que las densidades se comportan de modo diferente con los distintos programas de fertilización; así, con la densidad (d_1) se disminuye el diámetro al cambiar el programa base de fertilización, donde es sustituido el Bayfolán por el metalosato (Crop up) en el programa dos (F_2) y continúa disminuyendo en el programa tres (F_3) debido a que este programa es disminuido en un 50% el fertilizante aplicado al sustrato; en cambio al llegar al programa cuatro (P_4) se nota un ligero aumento, lo cual se debe a que este programa mantiene su dosis normal al sustrato y es incrementado en un 50% su aplicación al follaje de metalosato, mientras que en T_6 (D_2P_2) se incrementa el diámetro a 4.7 cm. lo que significa un aumento del 11% con relación al T_1 (P_1d_1) y T_5 (P_1d_2). Luego decrece

con los T_1 (P_1d_1) y T_2 (P_2d_2), ésto es debido a que en T_1 se disminuye la aplicación de fertilizante al sustrato en un 50%, creando una limitante de nutrientes y en T_2 (P_1d_2) se crea una sobredosis de nutrientes los que son utilizados para producción de follaje y crecimiento, lo que repercute en disminución de la producción, así también el diámetro de los frutos (cuadro 23).

Con lo observado en cuadros 25 y 26 se tiene que las densidades de siembra no influyeron en el diámetro de los frutos.

La figura 12 muestra que el diámetro promedio en el P_1 se mantiene constante tanto en el d_1 como d_2 , habiendo interacción con P_2 y P_3 no así con el P_4 , pero que al proyectar si hay interacción en algún punto; mientras que el P_2 demuestra un aumento de diámetro al disminuir la densidad de siembra, teniendo también interacción con los demás programas, aunque P_3 se observa cierto paralelismo pero al proyectar líneas hay interacción en algún punto, aumentando su diámetro al disminuir densidad de siembra.

El P_4 demuestra que a menor densidad de plantas el diámetro disminuye ya que la planta tiende a producir más follaje y ésto va en detrimento del diámetro y producción de frutos.

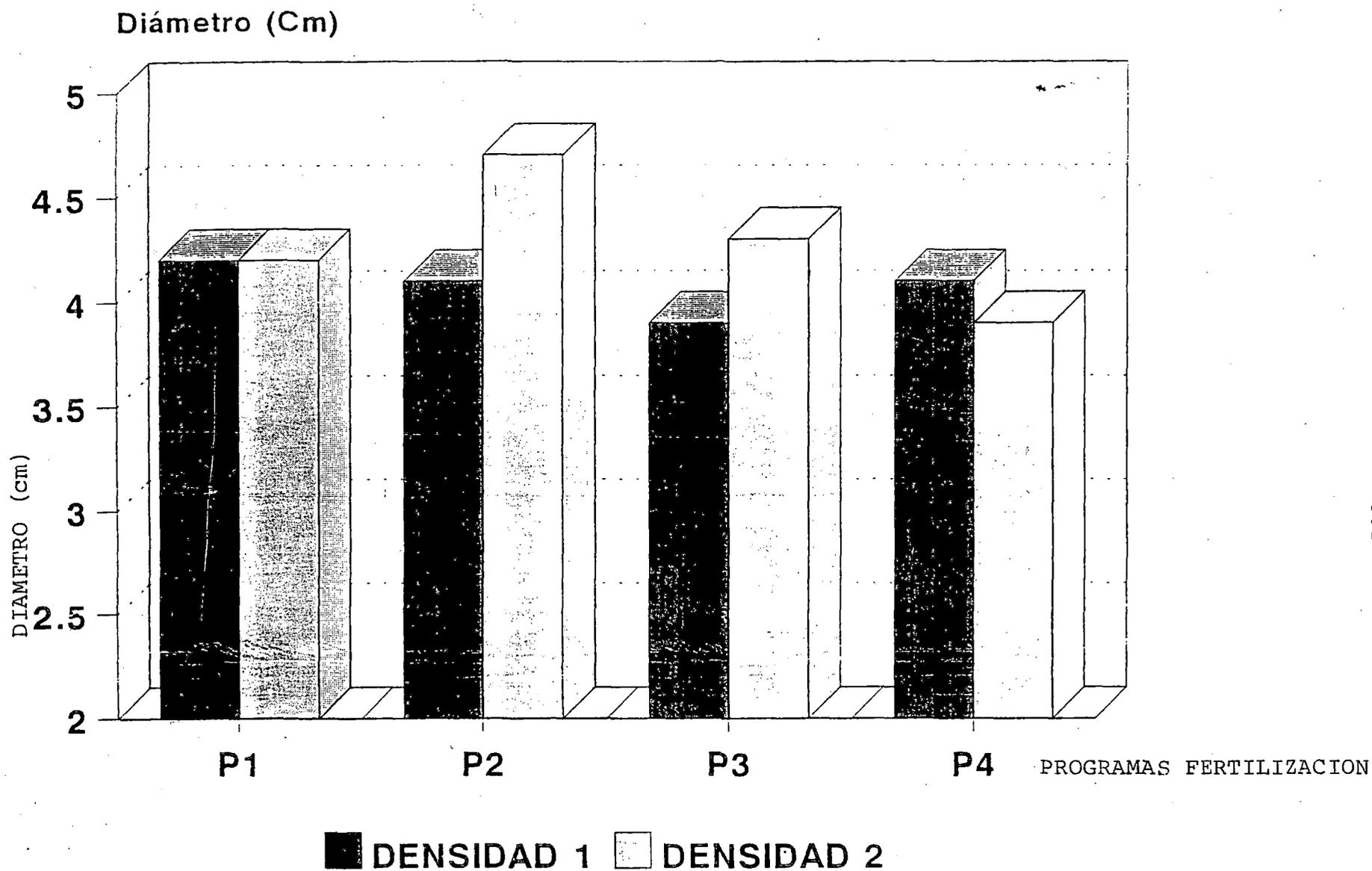


FIGURA 11 . Efecto del distanciamiento (D) y programas de fertilización (P) sobre el diámetro del fruto de pepino, bajo el sistema de cultivos hidropónicos. En D1 y D2 las densidades son de 16 y 12 plantas/metro cuadrado respectivamente. UES. 1992

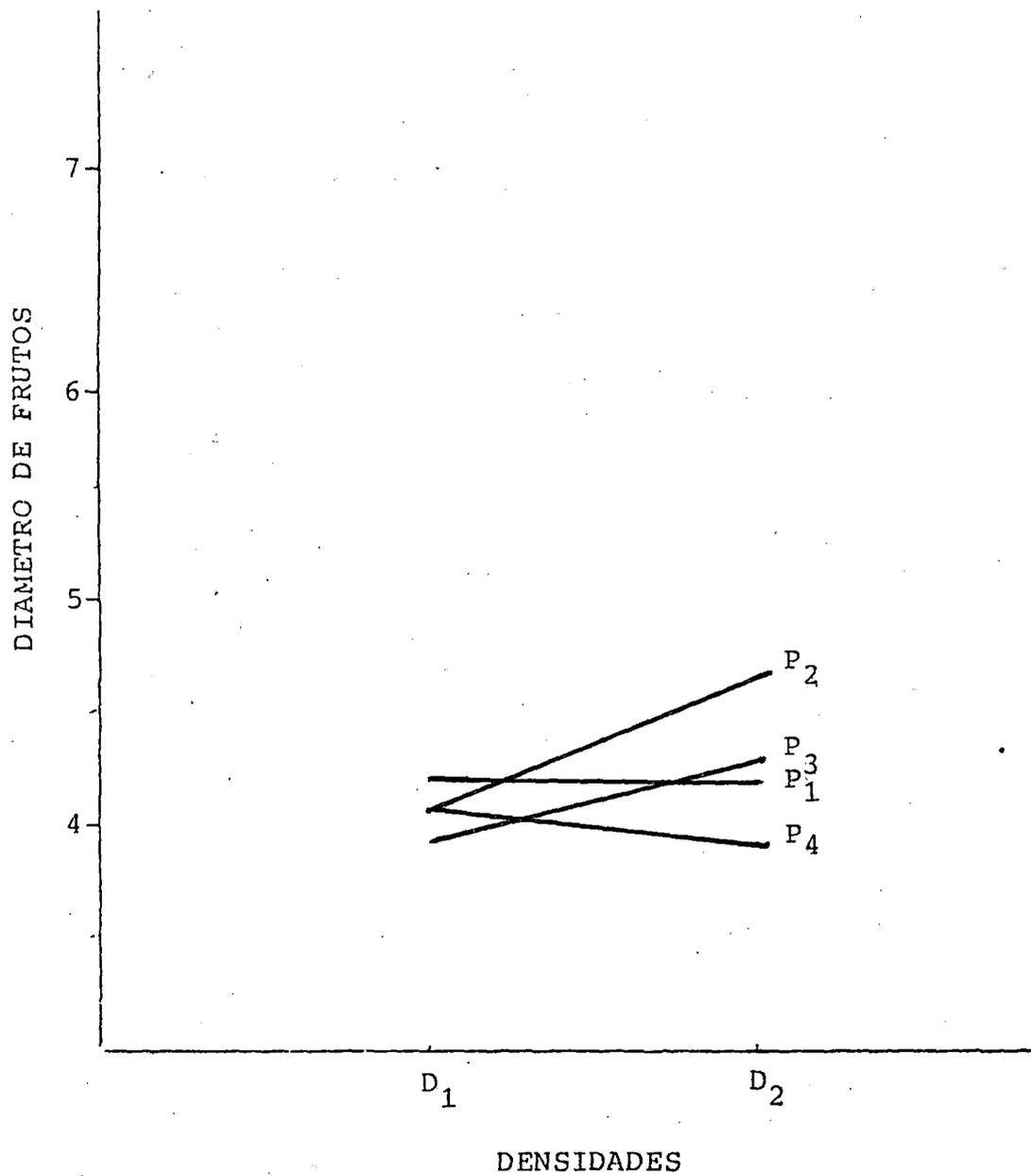


Fig. 12. Efecto de la interacción entre densidades de siembra y programas de fertilización en el diámetro de los frutos en el cultivo hidropónico de pepino. UES, 1992.

4.6 Longitud del Fruto.

La longitud de los pepinos fue mayor en donde se utilizó la menor densidad de siembra con el programa de fertilización P_2 (cuadro 27).

En el cuadro 28, se aprecia que no existe diferencia significativa entre los programas de fertilización, distanciamientos e interacción de estos dos factores, sin embargo en el cuadro 27 y en la figura 13 se logra percibir alguna diferencia entre los programas de fertilización, observándose que el programa dos supera a los demás y que entre los distanciamientos existe una mínima diferencia.

La menor longitud promedio de frutos se obtuvo con el programa 4 lo cual pudo deberse al aumento de la dosis de Crop Up ocasionando un mayor crecimiento del follaje y detrimento del fruto (cuadro 23).

En cambio en los programas P_1 , P_2 y P_3 se permite una mejor distribución de los fotoasimilados a todos los órganos de la planta, siendo la diferencia entre ellos mínima.

CUADRO 27. Longitud del fruto (cm) utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett.

	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	xd
d ₁	18.50	18.20	18.30	18.1	18.3
d ₂	18.20	19.10	18.4	18.1	18.4
XP	18.35	18.65	18.35	18.1	

CUADRO 28. Análisis de varianza de la longitud de frutos (cm) usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett.

F. de V.	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F. CALCULADA	F. TABLAS 5%
A (Dens.)	1	0.15	1.151	0.09 ^{NS}	4.26
B (Prog.)	3	1.223	0.405	0.18 ^{NS}	3.01
Interacc. A x B	3	1.38	0.461	0.41 ^{NS}	
ERROR	24	6.93	0.289		
TOTAL	31	9.683			

Coefficiente de variación = 2.92%.

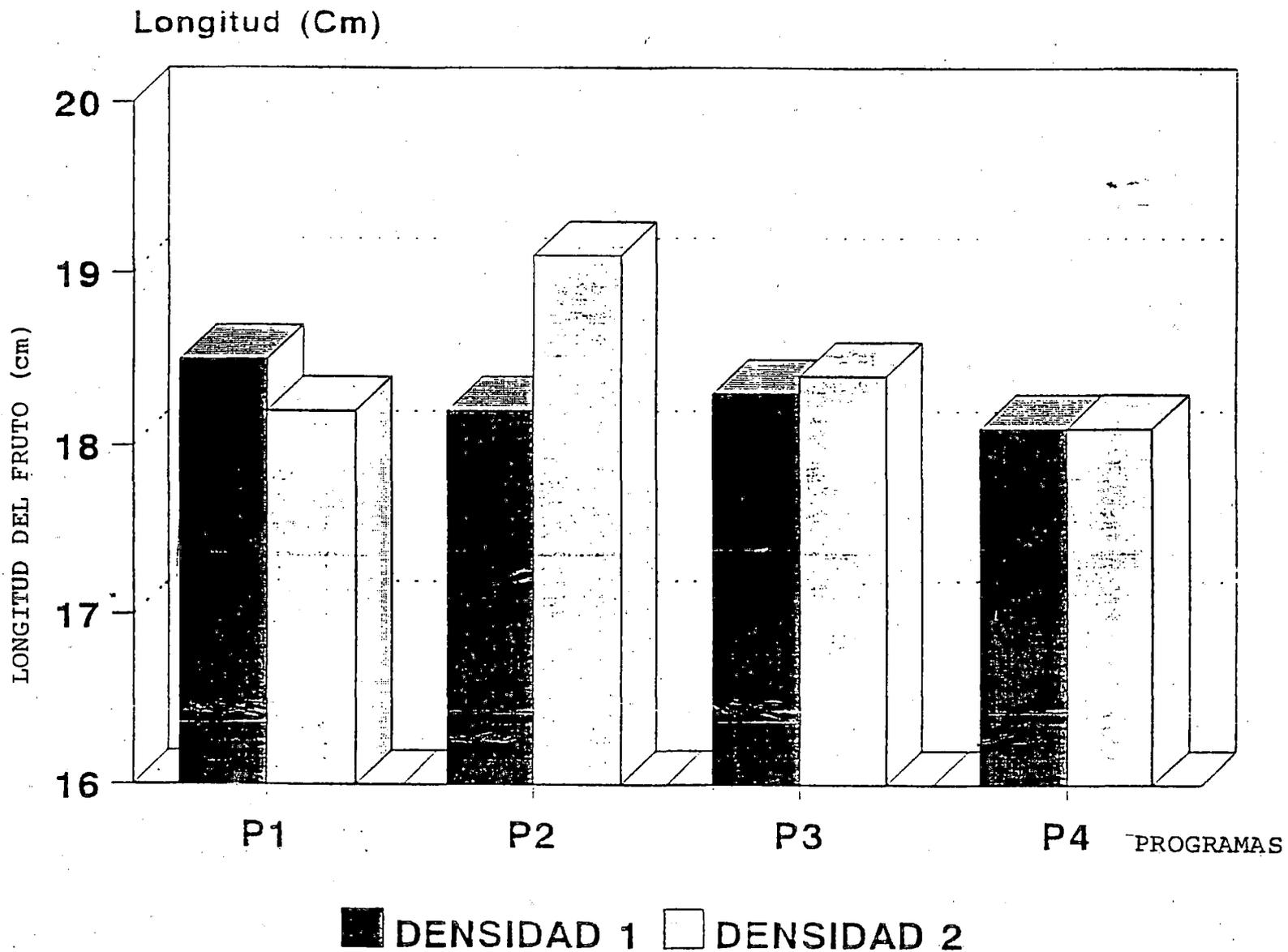


FIGURA 13. Longitud promedio (cm) de frutos por tratamientos obtenidos en la cosecha del cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L) utilizando cuatro programas de fertilización (P) y dos densidades de siembra (D) . UES. 1992

4.7 Número de Frutos.

La clasificación de los frutos de los diferentes tratamientos en el cultivo hidropónico de pepino, se realizó en tres clases, de acuerdo a la longitud del fruto: primera, segunda y tercera clase (16).

En el cuadro 29 y figura 14 presenta la distribución de los pepinos en las tres clases: 46.5% pepinos de primera clase, 33.63% de segunda y el 19.86% en la tercera.

CUADRO 29. Clasificación de frutos según la longitud en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett. UES, 1992.

CLASES	CLASE 1: >18 cm		CLASE 2: <18 y >14cm		CLASE 3: <14 cm		TOTAL
	No.	%	No.	%	No.	%	
T ₁ = P D 1 1 1	90	44.78	75	37.31	36	17.91	201
T ₂ = P D 2 2 1	93	50.27	64	34.59	28	15.14	185
T ₃ = P D 3 3 1	87	43.50	68	34.00	45	22.50	200
T ₄ = P D 4 4 1	82	46.07	56	31.46	40	22.47	178
T ₅ = P D 5 1 2	79	40.72	69	35.57	46	23.71	194
T ₆ = P D 6 2 2	96	50.00	63	32.81	33	17.19	192
T ₇ = P D 7 3 2	98	51.04	60	31.25	34	17.70	192
T ₈ = P D 8 4 2	84	45.65	59	32.06	41	22.28	184
X	88.62	46.50	64.2	33.63	37.8	19.86	109.75
TOTAL	709		514		303		1,526

CUADRO 30. Distribución de pepinos (Cucumis sativus L.) de primera clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra, bajo la técnica de hidroponía, UES, 1992.

PROGRAMAS DE FERTILIZACION					
DENSIDAD	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	TOTAL
d ₁	90	93	87	82	352
d ₂	79	96	98	84	357
Total	169	189	185	166	709

Según el análisis de varianza (cuadro 31), no existe diferencia entre densidades de siembra y programas de fertilización e interacción de ambos factores, sin embargo en el cuadro 30 y figura 14 se observa que los tratamientos donde predominaron pepinos de primera clase fueron T₁ (P₃d₂), T₂ (P₂d₂) y T₃ (P₂d₁), con un número total de frutos por tratamiento de 98, 96 y 93 respectivamente estos tratamientos tuvieron en común la aplicación de Crop Up al follaje.

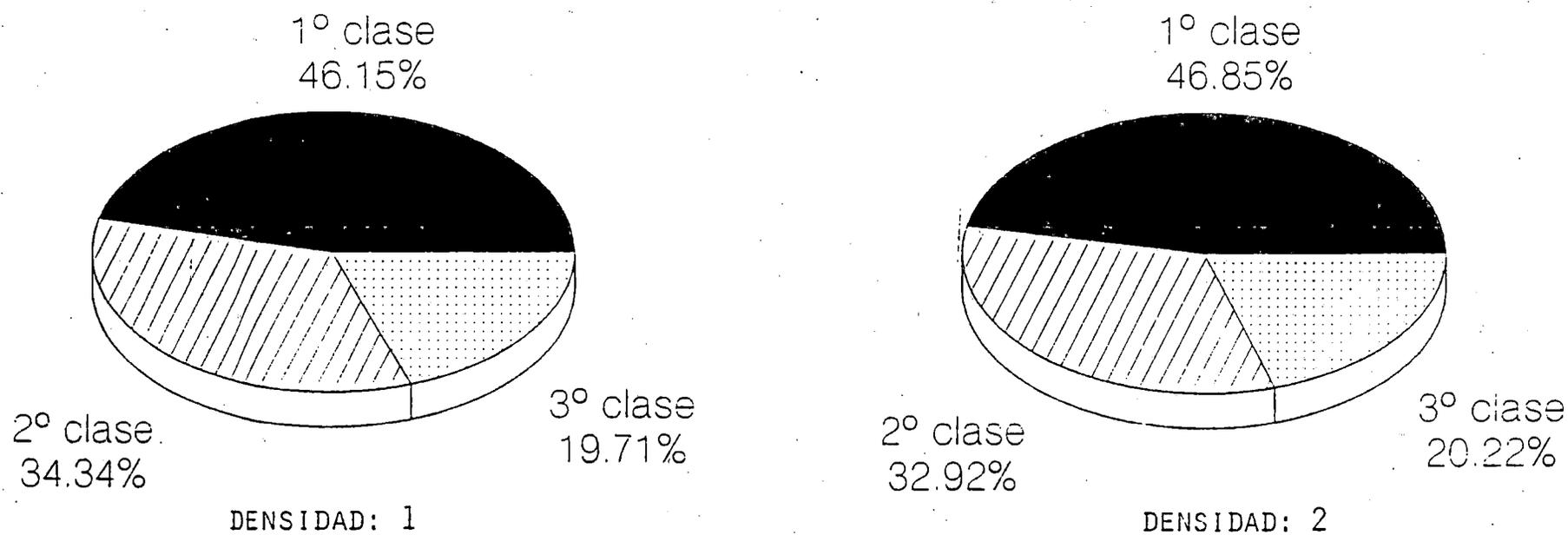


Fig. 14. Distribución de la producción de frutos por clases utilizando dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.). UES, 1992.

CUADRO 31. Análisis de varianza del número de pepinos de primera clase usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra, bajo la técnica de hidroponía, UES, 1992.

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5%	1%
Factor A Densidad	1	0.7812	0.78	0.11 ^{ns}	4.26	7.82
Factor B Programas	3	49.093	16.36	2.24 ^{ns}	3.01	4.72
Interac. AxB	3	31.093	10.36	1.41 ^{ns}	3.01	4.72
Error	24	174.25	7.26			
Total	31	80.97	34.80			

De acuerdo a los resultados obtenidos (cuadro 32) la mayor cantidad de pepinos de segunda clase, se obtuvo con el distanciamiento (D₁) observándose que la menor cantidad de frutos de segunda clase se obtuvo con el programa 4.

Sin embargo el análisis de varianza (cuadro 33) demostró que no existen diferencias significativas entre los programas de fertilización, distanciamientos e interacción entre ambos factores.

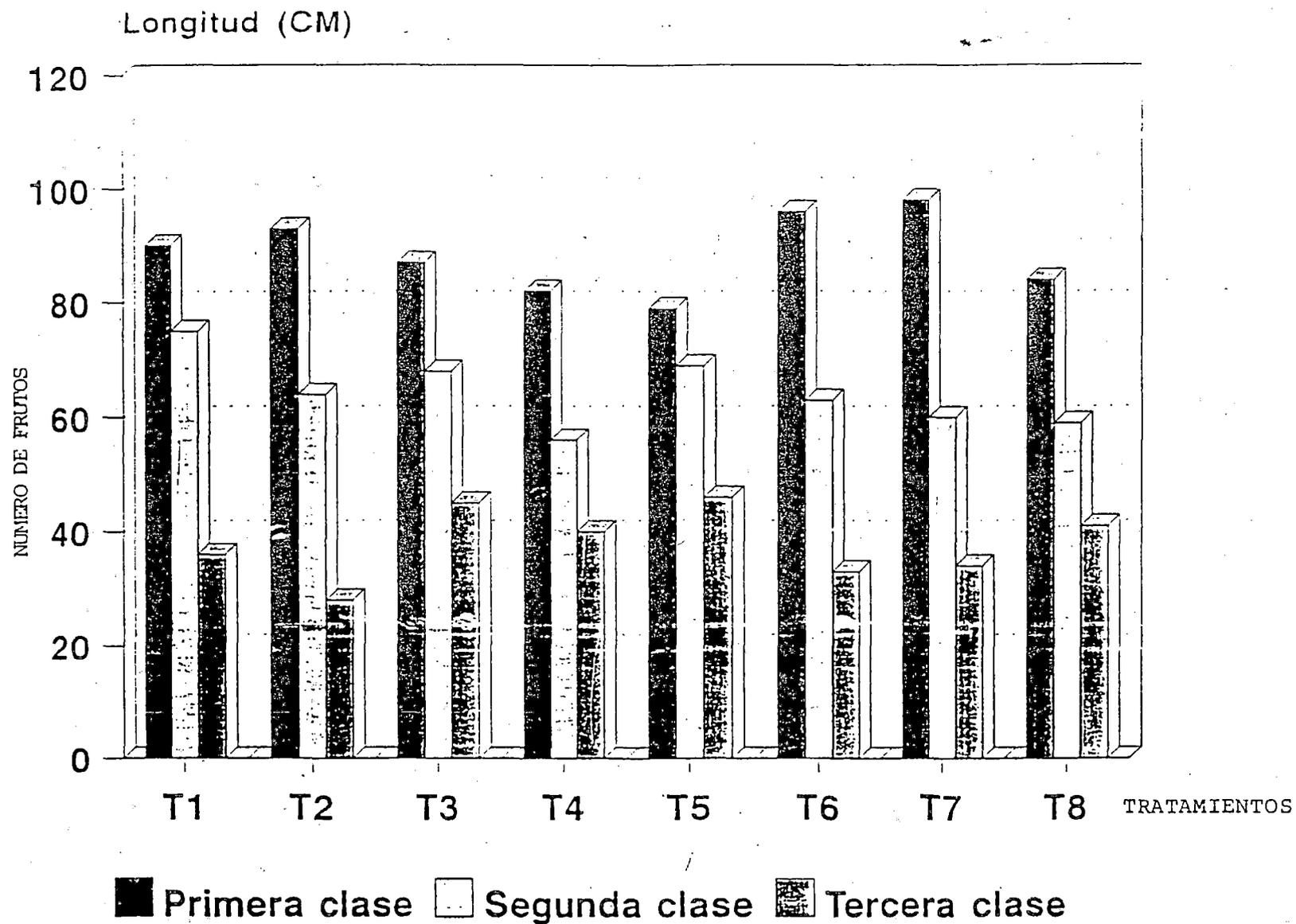


FIGURA 15. Distribución de los frutos en tres clases utilizando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en el cultivo hidropónico de pepino (*Cucumis sativus* L.), UES, 1992.

CUADRO 32. Distribución de pepinos (Cucumis sativus L.) de segunda clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico. UES, 1992.

PROGRAMAS DE FERTILIZACION					
DENSIDAD	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	TOTAL
d ₁	75	64	68	56	263
d ₂	69	63	60	59	251
Total	144	127	128	115	514

CUADRO 33. Análisis de varianza del número de pepinos de segunda clase usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico, UES, 1992.

F. de V.	G.L	S.C.	C.M.	F.C.	F.T 5%	1%
Factos A (Densidad)	1	4.5	4.5	0.37 ^{NS}	4.26	7.82
Factor B (Programas)	3	53.155	17.70	1.49 ^{NS}	3.01	4.72
Interacc. A x B	3	9.25	3.08	0.25 ^{NS}	3.01	4.72
Error	24	285.0	11.875			
Total	31	351.90	37.15			

Los resultados obtenidos en (cuadro 34) presenta que el mayor número de frutos de tercera clase se obtuvo con el distanciamiento (D_2), siendo no significativo con el (D_1), presentando (P_1, D_2) el mayor número de frutos de tercera clase y además presenta el mayor número de frutos de segunda clase en todos los tratamientos, así también en (P_2, d_1) se obtuvo el menor número de frutos de tercera clase, según el análisis de varianza (cuadro 35) no existen diferencias significativas entre programas de fertilización, distanciamientos e interacción entre ambos factores.

CUADRO 34. Distribución de pepinos (Cucumis sativus L.) de tercera clase, usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra bajo técnica de hidroponía, UES, 1992.

PROGRAMAS DE FERTILIZACION					
DENSIDAD	P_1	P_2	P_3	P_4	TOTAL
d_1	36	28	45	40	149
d_2	46	33	34	41	154
Total	82	61	79	81	303

CUADRO 35. Análisis de varianza del número de pepinos de tercera clase usando cuatro programas de fertilización y dos densidades de siembra en cultivo hidropónico, UES, 1992.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5%	1%
Factor A (densidad)	1	0.7815	0.78	0.089 ^{**}	4.26	7.82
Factor B (Programas)	3	36.84	12.28	1.41 ^{ns}	3.01	4.72
Interac.AxB	3	30.1	10.03	1.15 ^{ns}	3.01	4.72
Error	24	209.25	8.71			
Total	31	276.97				

Analizando los cuadros 30, 32 y 34 de distribución de frutos se tiene que el $T_1 (P_2 d_2)$ es el que produjo mayor cantidad de frutos de primera clase, luego le siguen $T_1 (P_2 d_1)$, $T_2 (P_2 d_2)$ y $T_1 (P_1 d_2)$ consecuentemente, por lo que no hay una clara diferencia entre densidades y programas. Así mismo en la clase dos y tres hay un comportamiento similar en los dos distanciamientos teniendo cada clase un porcentaje similar de 50 y 49% en cuanto a número de frutos de segunda y tercera clase respectivamente, para lo que se tomó en cuenta las dos densidades de siembra (indicando que no hay diferencia).

4.8 Análisis Beneficio - Costo.

Para el análisis económico se seleccionaron los tratamientos que mejor respondieron, siendo éstos: T_1 (P_1, D_1), T_2 (P_2, D_2) y T_3 (P_3, D_1), con el objeto de comparar su rentabilidad.

Con el programa base de Blaukor + Bayfolán y distanciamientos de 25×25 cm (P_1, D_1) se tuvo un costo de $\$ 32.98/m^2$, con un beneficio de $\$ 45.22/m^2$ y un ingreso neto de $\$ 12.24/m^2$ (cuadro 36). Para el programa base, reducido en un 50% el Blaukor, Nitromag y Crop up con el mismo distanciamiento anterior (P_3, D_1) se tuvo un costo de $\$ 34.93/m^2$, con un beneficio de $\$ 45.0/m^2$ y un ingreso neto de $\$ 10.07/m^2$ (cuadro 37). Para el programa base, sustituyendo el Bayfolán por el Crop up con distanciamiento de 30×30 cm (P_2, D_2) se tuvo un costo de $\$ 36.57/m^2$, con un beneficio de $\$ 43.20$ y con un ingreso neto de $\$ 6.63$ (cuadro 38).

Por lo tanto el tratamiento T_1 (P_1, D_1) resultó ser el más rentable por ser el más económico y aportar el mayor ingreso neto, seguido del tratamiento T_2 (P_2, D_2) el cual tiene un 50% de fertilización al sustrato reducido y Crop up al follaje.

CUADRO 36. Costo del cultivo hidropónico de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad Poinsett, utilizando el programa de fertilización (P1) y con un distanciamiento de 25x25 cm. UES, 1991.

Area = 1 M₂
 Costo/m₂ = 32.98
 Ingreso = 45.22
 Ingreso neto = 12.24

DETALLES	CANTIDAD UTILIZ.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	Nº COSE-CHAS	C.AMORTI ZAC. M ²
<u>MATERIALES</u>					
Módulo	1.0	40.0	40.0	9	4.44
Plástico	1.20 M ²	7.0	8.40	6	1.40
Escoria	1 saco	3.45	3.45	9	0.38
Zaranda	1.50 M ²	20.0	30.0	9	3.33
Pita Nylon	0.25 Lb	8.0	2.0	6	0.33
Alambre de anarre.	1 Lb.	3.50	3.50	9	0.39
<u>EQUIPO</u>					
Atonizador	1	17.0	17.0	3	5.67
<u>INSUMOS</u>					
Abono azul	1.35 Lb	3.40	4.59	1	4.59
Nitronag	0.55 Lb	3.50	1.92	1	1.92
Bayfolán	90 cc	0.02	1.80	1	1.80
Semilla	1.25 gr	0.24	0.30	1	0.30
Mentalosato (NPK)	10 cc	35.20/200cc	1.76	1	1.76
Calcio	4 cc	88/500 cc	0.70	1	0.70
Benlate	0.01Kg	352	3.87	1	3.87
Ridomil	0.01Kg	190	2.10	1	2.10
TOTAL			€ 121.39		€ 32.98

CUADRO 37. Costo del cultivo hidropónico de pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett, utilizando el programa de fertilización (P3) y con un distanciamiento de 25x25 cm. UES, 1992.

Area = 1 M²
 Costo/m² = 34.93
 Ingreso = 45.00
 Ingreso neto = 10.07

DETALLES	CANTIDAD UTILIZ.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	Nº COSE-CHAS	C. AMORTI ZAC. M ²
<u>MATERIALES</u>					
Módulo	1.0	40.0	40.0	9	4.44
Plástico	1.20 M ²	7.0	8.40	6	1.40
Escoria	1 saco	3.45	3.45	9	0.38
Zaranda	1.50 M ²	20.0	30.0	9	3.33
Pita Nylon	0.25 lb	8.0	2.0	6	0.33
Alambre de anarre.	1 lb.	3.50	3.50	9	0.39
<u>EQUIPO</u>					
Atonizador	1	17.0	17.0	3	5.67
<u>INSUMOS</u>					
Abono azul	0.67 lb	3.40	2.28	1	2.28
Nitroag	0.27 lb	3.50	0.94	1	0.94
Crop Up	40 cc	88/500 cc	7.04	1	7.04
NPX	10 cc	0.176	1.76	1	1.76
Calcio	4 cc	0.176	0.70	1	0.70
Benlate	0.011 kg	352	3.87	1	3.87
Ridonil	0.011 kg	190	2.10	1	2.10
Semilla	1.25 gr	0.24	0.30	1	0.30
TOTAL			€ 123.34		€ 34.93

CUADRO 38. Costo del cultivo hidropónico de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad Poinsett, utilizando el programa de fertilización (P2) y con un distanciamiento de 30x30 cm. UES, 1992.

Area = 1 M²
 Costo/m² = 36.57
 Ingreso = 43.20
 Ingreso neto = 6.63

DETALLES	CANTIDAD UTILIZ.	PRECIO UNITARIO	COSTO TOTAL	Nº COSE-CHAS	C.AMORTI ZAC. M ²
<u>MATERIALES</u>					
Módulo	1.0	40.0	40.0	9	4.44
Plástico	1.20 M ²	7.0	8.40	6	1.40
Escoria	1 saco	3.45	3.45	9	0.38
Zaranda	1.50 M ²	20.0	30.0	9	3.33
Pita Nylon	0.25 Lb	8.0	2.0	6	0.33
Alambre de amarre.	1 lb.	3.50	3.50	9	0.39
<u>EQUIPO</u>					
Atomizador	1	17.0	17.0	3	5.67
<u>INSUMOS</u>					
Abono azul	1.01	3.40	3.43	1	3.43
Nitroag	0.41	3.50	1.43	1	1.43
Crop Up	90 cc	88/500 cc	7.04	1	7.04
Semilla	1.25 gr	0.24	0.30	1	0.30
MPK	10 cc	35.20/200cc	1.76	1	1.76
Calcio	4 cc	88/500 cc	0.70	1	0.70
Benlate	0.011 kg	352	3.87	1	3.87
Ridomil	0.011 kg	190	2.10	1	2.10
TOTAL			€ 124.98		€ 36.57

RECOMENDACIONES

1. Usar el programa de fertilización P1 (Programa base + Bayfolan) por ser el de menor costo y obtener una mayor producción de pepinos.
2. Evaluar nuevas variedades de pepino, para determinar cual responde en mejor forma a este sistema, en diferentes zonas del país.
3. Dentro de los distanciamientos de siembra evaluados se recomienda D₁ (25 x 25 cms) por presentar mayor densidad de siembra.
4. Realizar nuevas investigaciones para afinar los programas de fertilización y densidad de siembra.

CONCLUSIONES

1. El tratamiento ($T_6 = P_2D_2$) es el que reportó el mayor peso promedio y mejores características agronómicas.
2. El tratamiento (P_1D_1), fue el mas rentable por ser el de mas bajo costo de producción.
3. El tratamiento ($T_3 = P_3D_1$), fue el segundo económicamente mas rentable.
4. En forma general, se observó que en todos los tratamientos se obtuvo un porcentaje en clases de frutos de 46.5% 33.63% y 19.86% de primera, segunda y tercera clase respectivamente.
5. En el cultivo hidroponico de pepino se ha logrado obtener una mayor producción por unidad de área que en los sistemas tradicionales de siembra, lográndose cuadruplicar la producción.

BIBLIOGRAFIA

1. AGUILAR, W.; MORENO, C., M.E.; NIETO, M, C.A. 1992. Cultivos hidropónicos de Remolacha (Beta vulgaris) variedad Crosby Epyptian en sustrato de escoria volcánica roja y granza de arroz (Oriza sativa) utilizando fertilizantes tradicionales. Tesis Ing.Agr. San Salvador. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 70-80 p.
2. ALPI, A.; TOGMONI, F. 1975. Cultivo en invernadero. Madrid, Mundi-Prensa. 195 p.
3. ALVARADO, V. 1988. Fundamentos teóricos y prácticos de agricultura bajo riego; cultivo de pepino de ensalada. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Salvador, El Salvador. 5,13,20 p.
4. ALVARADO, P.; QUIROZ, R. 1988. El cultivo de pepino. FUSADES. San Salvador, El Salvador. 9,17 p.
5. ANDRES, KEITH L. 1984. El manejo integrado de plagas invertebradas en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales; proyecto manejo integrado de plagas en Honduras. Tegucigalpa, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. P. 6.

6. AREVALO, R.J.; DUEÑAS, J.A. 1992. Interacción de tres programas de fertilización y tres densidades de siembra en cultivo hidropónico de cebolla (Allium cepa) utilizando como sustrato escoria volcánica roja. Tesis Ing.Agr. San Salvador, El Salvador.

7. ARIAS, R.; MONICO, J.; ANDINO, R.A. 1986. Determinación de rendimientos y máximas demandas nutricionales (N,P,K,Ca,Cu,Zn,Fe y Mn) en las hortalizas: tomate, chile dulce, repollo, pepino y melón. Tesis Ing.Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas".

8. BAYER DE EL SALVADOR, S.A. 1990. Nutrientes para la aplicación foliar (microficha). San Salvador, El Salvador. Impresos Urgentes S.A. microficha 21.5 x 28 cm.

9. CALDERON, S.F.; RODRIGUEZ, C.; GOMEZ, M.; QUEVEDO, I. 1989. El cultivo hidropónico, manual práctico. Bogotá, Colombia. COLJAP - Departamento Técnico. P. 5-17, 34-40.

10. CAMPOS, J.E.; RAMOS, C., J.E; TORRES, B., L.N. 1992.
 Interacción de programas de fertilización y
 distanciamiento de siembras en el cultivo
 hidropónico de remolacha (Beta vulgaris). Tesis de
 Ing.Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de
 El Salvador. 22-24 y 130 p.
11. CARDOZA, H. 1979. Estudios de niveles de
 fertilizantes (N,P,K) en cultivo de pepino (Cucumis
 sativus L.) suelos y agroquímicos. La Habana,
 Cuba. 2(2) : 55-67.
12. CENTRO LAS GAVIOTAS. 1969. Manual de hidroponía
 social; una alternativa apropiada para generación
 de ingresos a través de una tecnología de punta
 escalonada. Cali, Colombia, Programa de las
 Naciones Unidad para el Desarrollo, Alcaldía M.P.
 de Bogotá. 73 p.
13. -----: 1989. Manual de hidroponía social.
 Cali, Colombia. p. 14-23, 31-34.
14. CHINCHILLA, F. DE J.; VIELMAN, O. 1984. Efecto de la
 fertilización con nitrógeno y fósforo en el cultivo
 de pepino (Cucumis sativus L.). In XXI Reunión del
 PCCMCA, San Salvador. 2,11 p.

15. _____ . 1985. Efecto de fertilización con nitrógeno y magnesio en el cultivo del pepino (Cucumis sativus L.). In XXXII Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras. 2 p.
16. CLAROS, R., S.G.; GUZMAN, A., J.R.; LOZANO, A., H.B. 1992. Determinación de un programa de riego en la producción hidropónica de remolacha (Beta vulgaris) utilizando como sustratos escoria volcánica y granza de arroz. Tesis de Ing.Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. p. 159.
17. COLJAP INDUSTRIAS AGROQUIMICAS. 1991. Hidroponía; cultivo sin suelo: aprenda fácil cultivos hidropónicos (Col.). Vol. 10:155 - 168.
18. ----- . 1991. Los sustratos: aprenda fácil los cultivos hidropónicos (Col.). Vol. 3:41-168.
19. ----- . 1991. La solución nutritiva: aprenda fácil cultivos hidropónicos (Col.). Vol. 10:155-168.
20. COMERCIAL AGROPECUARIA, S.A. de C.V. s.f. Metalosatos (Microficha). San Salvador, El Salvador. GRAFICOLOR S.A. de C.V. 1 microficha, 19.5x21.5cm.

21. CRUZ AVENDAÑO, J. 1970. El cultivo de pepino en El Salvador. Santa Tecla, El Salvador. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. Circular Nº 9: 11 p.
22. CULTIVOS HIDROPONICOS LTD. 1989. Manual hidropónico, una huerta en su casa. Bogotá, Colombia. s.n. P. 23-34.
23. DIAZ MIRON, S. 1974. Hidroponía elemental. TIERRA (Mex.) 29 (9): 482-484.
24. DIAZ, O.; LORIA Y GURDIAN, R. 1971. Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en el rendimiento del pepino. Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit", Alajuela, Costa Rica. Boletín Técnico 4 (5).
25. DOUGLAS, J.S. 1972. Hidroponía: como cultivar sin tierra. 4 ed. Buenos Aires, Argentina. El Ateneo. p. 1-50.
26. EDMON, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, F.S. 1988. Principios de horticultura. 3 ed. México. CONTINENTAL. 28,29 P.

27. EL SALVADOR. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA. 1980. Guía Técnica Agropecuaria,
documento preliminar. Servicio información y
documentación. San Andrés, El Salvador. p. H. VI
(1-4).
28. EL SALVADOR. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA. s.f. El cultivo de huertos caseros.
San Andrés, El Salvador. p. 22,23.
29. EL SALVADOR. CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA. 1988. Tecnología disponible.
Seminario sobre tecnología inmediata disponible
para cultivos hortícolas bajo riego con fines de
exportación. San Andrés, El Salvador. p. 34-54.
30. EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.
1992. Almanaque salvadoreño, servicio
meteorológico. Dirección General de Recursos
Naturales Renovables. Santa Tecla, El Salvador.
p. 94.
31. EL SALVADOR. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA.
1982. Curso corto sobre "Cultivos de hortalizas".
Agencia de Extensión Zapotitán, El Salvador. s.n.

32. EYSINGA, R.V.; SMILDE, K.W. 1969. Nutritional disorders in cucumbers and gherkins under glass. Centre of Agricultural publishing and documentation waneningen, Institute for soil Fertility Gromingen, The Netherland.
33. FOTH, H.D. 1987. Fundamento de la ciencia del suelo. CONTINENTAL, México. p. 308,309.
34. FOSSATT, C. 1986. Como practicar el hidrocultivo, sorprendentes resultados del cultivo sin tierra en soluciones de agua. Trad. por M. Luz González. 2 ed. Madrid, España. EDAF. 13-18, 25-32.
35. FUSADES-FUNDACION CHILE. 1985. Diagnóstico de diversificación agrícola para El Salvador. SL. p.5
36. FUSADES-DIVAGRO. Guía del agricultor para la producción comercial de pepino. FUSADES. San Salvador, El Salvador. p. 6,7,16.
37. GARCIA, R., C.E. 1993. Rendimiento del pepino (Cucumis sativus L.) variedad Poinsett 76 en cuatro modalidades de tutoreo durante la época lluviosa. Tesis de Ing.Agr. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 2-6, 30.

38. GUDIÉL, V.M. 1984. Manual Agrícola Super B. 6 Ed. Superb, Guatemala. P. 162-165.
39. JACOB, A. 1966. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y sub-tropicales. H. VEENMAN, ZONE N H.V. Alemania. P. 47-49.
40. JACOB, A.; EUXKULL, H. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 4 ed. EUROAMERICANAS. México, 45-63 p.
41. JARAMILLO, V.J.; PATARROLLO, M.F. 1976. El cultivo de pepino. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario (Boletín de divulgación Nº 59). P. 3,4,6,16.
42. JOHNSONS, B. 1989. Fundamentos de actuación de metalosatos ALBION; un nuevo concepto de nutrición vegetal para sus cultivos, utilizando aminoácidos y proteínas, como una nueva estructura demandadora, en su apropiado balance. Physical characteristics of albiún (EE.UU.).
43. LA PATRIA. 1989. Cultivemos; la hidroponía popular. Manizalez, Colombia. Vol. (25):3-23.

44. MENDOZA, J.A. 1979. El manejo de cucurbitáceas en Chapingo, México. p. 14-45.
45. MONARDES, H.; ALVARADO, P. 1985. Diagnóstico de diversificación agrícola. DIVAGRO, El Salvador. 20 p.
46. DROZCO, L.F. 1979. Cucurbitáceas. Manual para Educación Agropecuaria. Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria. México. 48 p.
47. PARSONS, D.B. 1979. Cucurbitáceas, DGETA. México. 15 p.
48. PENNINGSFIELD, F.; KURZMANN, P. 1975. Cultivos hidropónicos y en turba. Madrid, España. Mundi-Prensa. P. 235-237.
49. QUIMICA HOECHST DE EL SALVADOR. 1989. Productos para la agricultura Hoechst. p. 72,73.
50. REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA. s.f. Fertilización de Hortalizas. Ludwigshafen, Alemania, BASF. P. s.n.
51. RIOS, I. 1984. Curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de pepino. Lic. en QQ.FF. Facultad de

Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, San Salvador. P. 74,108, 116.

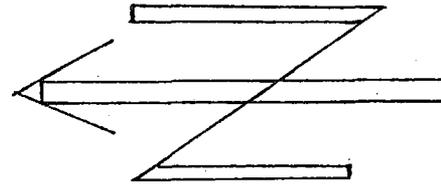
52. RODRIGUEZ, m. 1990. Fertilizantes en hortalizas. FUSADES-ICNAT, U.S.A. El Salvador. p. 3,6,26.
53. ROJAS GARCIDUERAS, M. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Mc Graw-Hill, Naucalpán de Juárez, México. P. 89,91,97.
54. RUSSELL, R. 1964. Recomendaciones para el cultivo de pepino en Guatemala. (Boletín técnico Nº 12). Ministerio de Agricultura. Instituto Agropecuario Nacional, Guatemala. P. 3,5,7.
55. SANCHEZ, P.A. 1981. Suelos del trópico, características y manejo. IICA. San José, Costa Rica. P. 211,215.
56. TISDALE, S.L.; NELSON, W.L. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Balasch y Carmen Fiña. Barcelona, España, Montaner y Simón. 79-11 p.
57. TREJO A., J.A. 1985. Avances de investigación hortícola 1980-1985. La Libertad, CENTA

(Hortalizas). 4,5 p.

58. VILANOVA ARCE, J.R.T. 1992. Evaluación preliminar del cultivo hidropónico de especies hortícolas, utilizando la escoria volcánica como sustrato. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. P. 26,27,28.

A N E X O S

RI	RII	RIII	RIV
T ₂ 1 P ₂ D ₁	T ₆ 16 P ₂ D ₂	T ₇ 17 P ₃ D ₂	T ₄ 32 P ₄ D ₁
T ₄ 2 P ₄ D ₁	T ₂ 15 P ₂ D ₁	T ₁ 18 P ₁ D ₁	T ₃ 31 P ₃ D ₁
T ₁ 3 P ₁ D ₁	T ₃ 14 P ₃ D ₁	T ₈ 19 P ₄ D ₂	T ₆ 30 P ₂ D ₂
T ₃ 4 P ₃ D ₁	T ₅₅ 13 P ₁ D ₂	T ₆ 20 P ₂ D ₂	T ₂ 29 P ₂ D ₁
T ₆ 5 P ₂ D ₂	T ₇ 12 P ₃ D ₂	T ₅ 21 P ₁ D ₂	T ₅ 28 P ₁ D ₂
T ₇ 6 P ₃ D ₂	T ₈ 11 P ₄ D ₂	T ₄ 22 P ₄ D ₁	T ₈ 27 P ₄ D ₂
T ₈ 7 P ₄ D ₂	T ₁ 10 P ₁ D ₁	T ₂ 23 P ₂ D ₁	T ₁ 26 P ₁ D ₁
T ₅ 8 P ₁ D ₂	T ₄ 9 P ₄ D ₁	T ₃ 24 P ₃ D ₁	T ₇ 25 P ₃ D ₂



Donde. T= Tratamientos
P= Programa de fertilización

P₁ = Blaukor - Nitromag-Bayfolan

P₂ = Blaukor-Nitromag-Crop up

P₃ = Blaukor 50%-Nitromag 50% Crop-Up

P₄ = Blaukor-Nitromag-CropUp aument.un 50%

D = Distanciamientos arreglo surco-planta

D₁ = 25 cm x 25 cm

D₂ = 30 cm x 30 cm

Figura A-1. PLANO DE DISTRIBUCION DE LOS TRATAMIENTOS Y REPETICIONES EN EL CULTIVO HIDROPONICO DE PEPINO. UES 1992

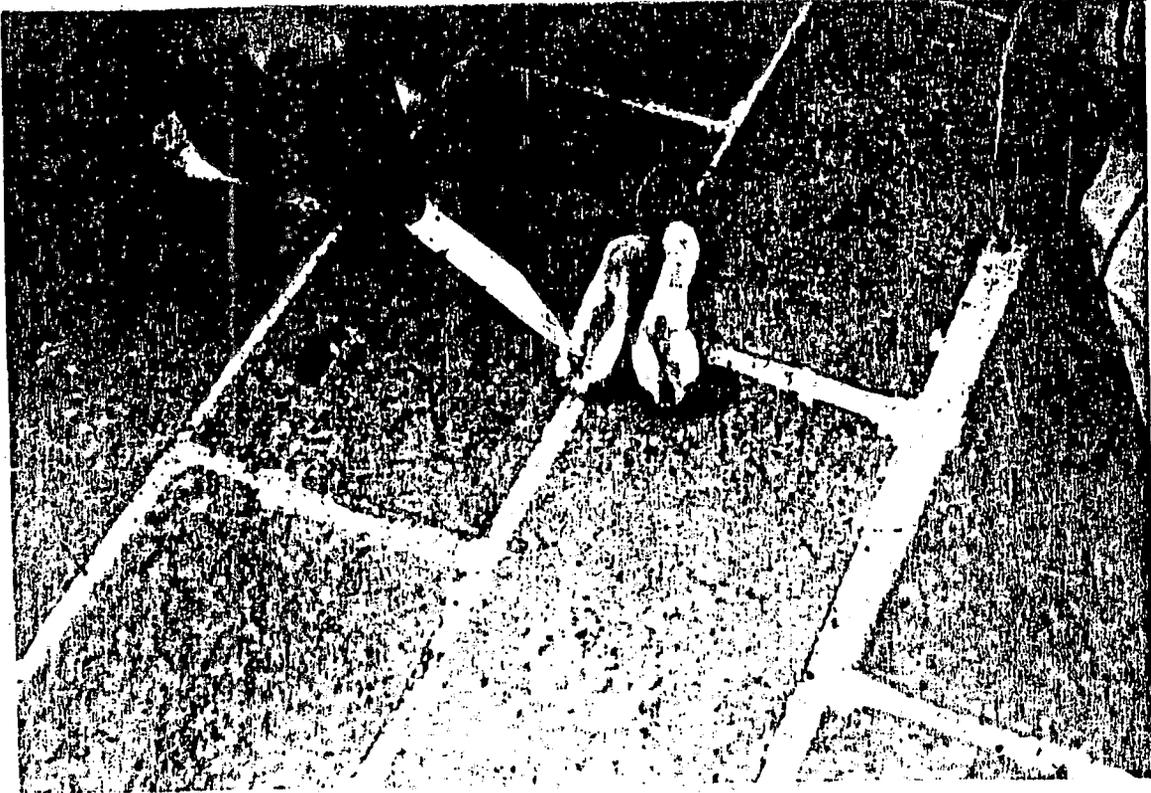


Figura A-2. Daño ocasionado por el barrenador del fruto (Diaphania nitidalis) en el cultivo hidropónico de pepino. UES, 1992.

Diaphania nitidalis

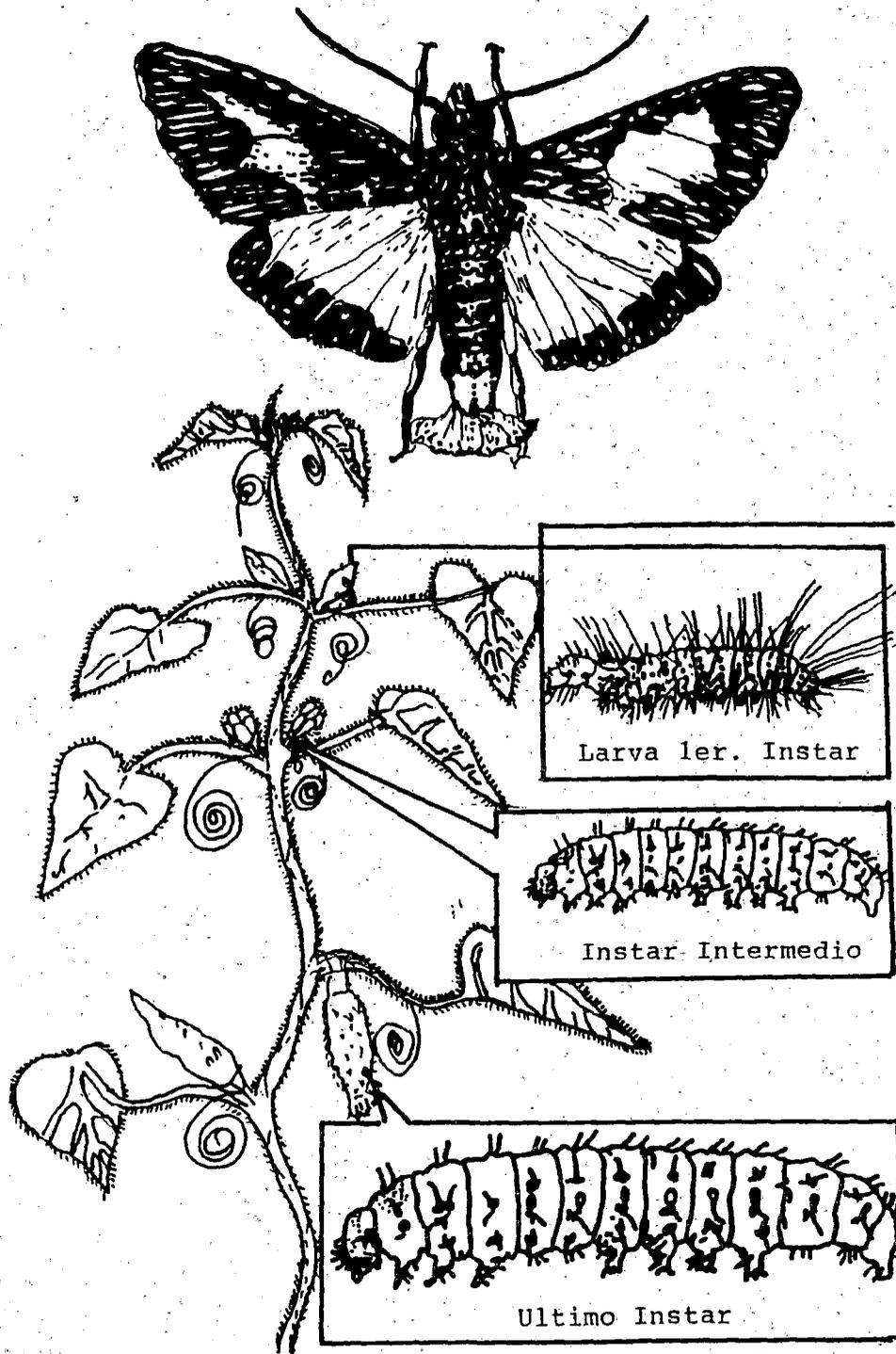


Fig. A-3. Ciclo Biológico de *Diaphania nitidalis*.

FUENTE: Andrews, Keinth L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas. Invertebrados en cultivos agronómicos, hortícolas y frutales; proyecto manejo integrado de plagas en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. P. 46.