

# Universidad de Guadalajara

---

Facultad de Agronomía



Ensayo de Cuatro Formulaciones y un Testigo en Jitomate  
( *Solanum Lycopersicum*, L. ), Cultivado  
Hidropónicamente en Invernadero.

Tesis Profesional

Que Para obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo

Orientación Extensión Agrícola

Presentan:

Roberto Arturo González Hernández

Juan Raúl Hernández Rocha

Guadalajara, Jal., 1989.



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección .....  
Expediente .....  
Número .....

Enero 17 de 1989

C. PROFESORES:

~~ING. JAIME SANTILLAN SANTANA, DIRECTOR  
ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL, ASESOR  
ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO, ASESOR~~

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

" ENSAYO DE CUATRO FORMULACIONES Y UN TESTIGO EN JITOMATE (*Solanum lycopersicum*, L. ), CULTIVADO HIDROPONICAMENTE EN INVERNADERO ".

presentado por el (los) PASANTE (ES) ROBERTO ARTURO GONZALEZ FERNANDEZ y JUAN RAUL HERNANDEZ ROCHA.

han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

ATENTAMENTE  
"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

srd'

Al contestar este oficio cítese fecha y número



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Sección .....

Expediente .....

Número .....

Enero 17 de 1989

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del (los) Pasante (es)  
ROBERTO ARTURO GONZALEZ FERNANDEZ y JUAN RAUL HERNANDEZ ROCHA

titulada:

" ENSAYO DE CUATRO FORMULACIONES Y UN TESTIGO EN JITOMATE (*Solanum lycopersicum*, L.), CULTIVADO HIDROPONICAMENTE EN INVERNADERO ".

Damos nuestra Aprobación para la Impresión de la misma.

DIRECTOR

ING. JAIME SANTILLAN SANTANA

ASESOR

ASESOR

ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL

ING. JAVIER VASQUEZ NAVARRO

srd'

Al contestar este oficio cite-se fecha y número

Dedicado a quienes amamos.

A NUESTROS PADRES:

Por apoyarnos con su amor y sabiduría cuando más los necesitábamos y por habernos inculcado el estudio.

A NUESTROS HERMANOS:

Por creer en nosotros, y darnos la confianza que requiríamos para cumplir nuestro cometido.

A NUESTROS AMIGOS:

Por sus consejos atinados -- que supimos entender y valorar, - y sobretodo Gracias al Todopoderoso, que supo guiarnos por el ---- buen camino y no dejó que nos --- desviáramos.

A NUESTROS MAESTROS:

Por sus enseñanzas y conocimientos.

A NUESTRA UNIVERSIDAD:

Por ayudarnos a realizarnos como hombres y como personas lo que ahora todo o en parte somos.

A TI ESPOSA MIA:

Por tu cariño y amor te dedico éste trabajo, fruto de mi esfuerzo que con tanta paciencia al fin veo realizado.

## INDICE

	Página
I.- Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	6
1.2 Hipótesis.....	7
II.-Revisión de la Literatura.....	8
<i>ANTIC</i> 2.1 Historia.....	8
2.2 Fundamentos generales.....	14
2.2.1 Factores ambientales.....	14
2.2.2 Fisiología.....	18
2.2.3 Esencialidad de los elementos.....	22
2.2.4 Inhibidores.....	28
2.2.5 Equipos e Instalaciones para el forzamiento de los cultivos de hortalizas.....	35
2.2.6 Soluciones nutritivas.....	39
2.2.7 Características de la planta del jitomate	42
2.2.8 Técnica de cultivo hidropónico.....	46
2.2.9 Diseños experimentales.....	55
III.-Material y métodos.....	58
3.1 Localización y climatología.....	58
3.2 Sustrato.....	58
3.3 Equipos y enseres.....	58
3.4 Diseño experimental.....	59
3.5 Soluciones nutritivas.....	60
3.6 Condiciones generales del cultivo.....	63
3.6.1 El invernadero.....	63
3.6.2 Preparación de los recipientes de germinación.....	63
3.6.3 Tipo de agua.....	65
3.7 Conducción del experimento.....	65
IV.-Resultados y discusiones.....	77
V.-Conclusiones.....	91
VI.-Recomendaciones.....	92
VII.-Resumen.....	93
VIII.-Literatura citada y bibliografía.....	96
IX.-Apéndice.....	99

INDICE DE CUADROS.

NUMERO	T I T U L O	PAGINA
1	Aplicación Agroquímicos.....	68
2	Fechas de riego en agua.....	69
3	Fechas de riego con solución nutritiva.....	70
4	Resultados solución Hoagland-Arnon.....	81
5	Resultados solución Weihenstephan.....	83
6	Resultados solución Ohio State .....	85
7	Resultados Universidad de Purdue.....	88
8	Resultados Testigo.....	90
9	Principales fuentes de elementos esenciales para elaborar soluciones nutritivas.....	99

INDICE DE FIGURAS.

NUMERO	T I T U L O	Página
1	.....Fórmula estructural del ABA .....	31
2	.....Planta de jitomate.....	44
3	.....Fisiología del jitomate.....	45
4	.....Crecimiento de una planta en cultivo - hidropónico.....	47

I

INTRODUCCION

## I N T R O D U C C I O N

Hasta el punto en que se conocen los recursos naturales, y en función de las posibilidades tecnológicas en nuestro País, se puede afirmar que la naturaleza fué poco pródiga en poner de ésta clase para nuestro territorio. En grandes áreas el factor limitante es el agua. Atenido a sus recursos agrícolas, las dificultades para su desarrollo económico serían mucho mayores; sin embargo, la ciencia posee varios arbitrios para hacer frente a las limitaciones del medio natural.

Es verdad reconocida desde hace relativamente poco tiempo, que el progreso de la agricultura en sus diversos aspectos, tiene que basarse en la investigación y en la correcta interpretación de sus resultados.

La investigación es un proceso, motivado por un objetivo específico. Al decir que la investigación es un proceso, implicamos que se compone de una serie de fases sucesivas que se desarrollan de acuerdo a un orden lógico. El objetivo específico debe ser la solución de un problema, también específico, formulando planteamientos y programaciones de trabajo; y el problema debe ser real, dilucidándolo siempre con la sana intención de generar bienestar social.

La investigación atiende al desarrollo de la ciencia, como cuestión básica de la que se derivan aplicaciones prácticas. Por lo tanto, se considera de importancia primaria el avance de la ciencia agronómica y sus aplicaciones, para encausar a la agricultura por senderos de solidez económica con altas producciones, buscando la solución de las dislocaciones sociales actuales, motivadas éstas, por la explosión demográfica mundial.

La investigación científica, también llamada fundamental, da bases para hacer más eficaces los procesos de producción

agrícola. La aplicación de los avances científicos no siempre es fácil y requiere de otra etapa: La investigación técnica.

Cada vez más, es avance agrícola se basa en una labor organizada, en que se emplean métodos científicos y laboran hombres de ciencia.

La importancia de la investigación científica, radica en que no solo sirve para prevenirnos de hacer cosas erróneas, sino para guiarnos hacia el conocimiento y convencimiento de las buenas cosas por hacer.

Su objetivo general es, el mejoramiento del bienestar humano mediante la conservación, aumento y formación de nuevos recursos.

Existen numerosos obstáculos para el avance técnico, contra todos éstos frentes hay que luchar; pero permanece como determinante del avance técnico la labor de la investigación agrícola, que debe contar con el apoyo irrestricto de todos los sectores productivos y coordinarse con la enseñanza superior y la divulgación tecnológica en el campo.

Conforme la agricultura va dejando de ser un arte para convertirse en una técnica, aumenta el control de las condiciones ambientales en donde se desarrollan las plantas.

La producción de los cultivos en condiciones artificiales, controlando los factores del medio, debe distinguirse entre el control de los factores edáficos, que se efectúa usando las soluciones nutritivas en lugar del suelo, y el control de los factores climáticos, que se efectúa por medio de invernaderos más o menos complicados. Pueden usarse ambos medios simultáneamente o separadamente según sea útil, dependiendo de cuáles sean los fac

tores que limitan la producción en la zona ecológica.

La interacción entre el horticultor y el técnico ha sido -- esencial para el descubrimiento del control del medio ambiente en la agricultura.

Con el descubrimiento del control del medio ambiente en la agricultura, es posible cultivar considerando previamente la temporada en todo el año. La variación estacional en la producción es mucho mayor que en los cultivos agrícolas de campo abierto y -- el récord de producción es mucho más alto en varios cultivos.

Con la estabilización del potencial de producción en determinada época del año, el manejo del control del medio ambiente -- puede tener ventajas flexibles en la planeación de sus programas de cultivo, en orden de maximizar los recursos.

La técnica de cultivar plantas en medios alimentados por -- soluciones nutritivas hace tiempo dejó de ser exclusiva del trabajo de investigación, buscando resolver los problemas fundamentales de la fisiología vegetal, para actualmente extenderse a explotaciones comerciales intensivas. Su manejo y aplicación, exigen conocimientos básicos de química y fisiología vegetal.

Se han realizado avances significativos en la construcción de los invernaderos, en los sistemas de control del medio ambiente y en las técnicas de los cultivos. Con su utilización se han descubierto nuevas variedades de plantas que son resistentes a diferentes enfermedades, de ahí que se haya incrementado el interés por utilizarlos y de ensayar nuevos cultivos y técnicas en la investigación.

Mientras los invernaderos ofrecen un gran potencial para incrementar, en todo el año, la producción por unidad de área de --

suelo en diferentes cultivos agrícolas, y en un tiempo donde la escasez de los alimentos es una preocupación mundial, está limitando sus utilidades y eficiencias en la mayoría de los países.

Sin embargo, con los descubrimientos tecnológicos, y particularmente con las posibilidades de sustituir otras fuentes que no sean hidrocarburos, el control del medio ambiente en los invernaderos ofrece un gran potencial en la horticultura y en la floricultura, especialmente en las zonas donde las condiciones climatológicas limitan las producciones agrícolas.

En países como Israel, España, Holanda y otros, se realizan trabajos con el fin de aumentar la producción de los cultivos en condiciones adversas del clima y suelo, empleando métodos de riego como miniaspersión, goteo y sub-irrigación en cultivos bajo condiciones de invernadero y con soluciones nutritivas, tratando de obtener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Se han empleado diferentes denominaciones para designar estas formas de cultivo, pues son varios los métodos con que pueden utilizarse las soluciones nutritivas desde un punto comercial. Entre las denominaciones citadas figuran las siguientes: -- cultivo de plantas en tanques, bandejas agrícolas, cultivo en arena, cultivo en grava, cultivo en turba, cultivo químico, -- quimio cultura, agricultura sin tierra, cultivo en agua, y recientemente se ha empleado el término Hidroponía\* (de hidro-forma prefija del griego hýdor, agua- y ponos, trabajo).

Las denominaciones anteriores, indican, por sí mismas, las diferencias entre los distintos métodos a que se refieren.

Para fines prácticos en el presente estudio, adoptaremos -

la denominación de \*cultivo hidropónico\*, que expresa, de un modo claro, el fundamento del cultivo que estudiaremos.

2  
Este ensayo de 4 formulaciones nutrimentales y un testigo - en jitomate (*Solanum Lycopersicum*, L.), cultivado hidropónicamente en invernadero, se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, desde el mes de Abril de 1988, hasta el mes de Septiembre del mismo año.

## OBJETIVOS.-

### OBJETIVOS INICIALES:

- a) Obtener la mejor solución desde el punto de vista nutricional que, como consecuencia, sea aplicable a los casos en -- que se requiera producir jitomate, vía invernadero, rentuamente y con buena calidad.
- b) Obtener los rendimientos de jitomate con las diferentes soluciones nutritivas aplicadas y observar el comportamiento de las plantas en las condiciones ambientales de invernadero y asimismo hacer una comparación con el testigo.
- c) Obtener información fotográfica del comportamiento de las plantas con las diferentes formulaciones aplicadas, serviéndole a la Facultad de Agronomía como material didáctico. -- Además, en el momento en que dichos comportamientos se aprecien "in situ", servirán de demostración práctica para los alumnos que cursen las materias más afines a éste estudio - (fisiología vegetal; suelos; química agrícola etc.).
- d) Obtener una información y un avance de investigación sobre nuevos métodos y sistemas de cultivo, de plantas de jitomate en donde las condiciones ecológicas son adversas.
- e) Cumplir con uno de los postulados y objetivos de la Universidad:  
Difundir la cultura y fomentar la investigación. •

### H I P O T E S I S :

- 1.- Se obtendrá un mayor rendimiento en las plantas objeto de estudio que - en la planta testigo.
  
- 2.- Se obtendrá jitomate de buena calidad en un medio al que no está acostumbrado.

II

REVISION DE LA LITERATURA

## II

### REVISION DE LA LITERATURA.

Penningsfeld y Kurzmann, (1) citan a Knop, quien señala que los comienzos del cultivo hidropónico se remontan al siglo XVII; hacia el año de 1650, se creía que las plantas formaban sustancias nutritivas a partir del agua, basándose ésta teoría en un ensayo efectuado por Van Helmont.

Hoagland y Arnon, (2) señalan que, por el contrario, Woodward en 1699, expresó que era la tierra y no el agua, el material que suministraba los elementos que hacen crecer a los vegetales, fundamentando su teoría en los resultados de los cultivos de yerbabuena con 3 tipos diferentes de agua: lluvia, río y residual.

Añadió tierra de jardín en cada recipiente utilizado y comprobó que se incrementaba notablemente el desarrollo de las plantas, teniendo lugar según Woodward, un desarrollo vegetativo en dos direcciones diferentes.

La idea del cultivo en agua, fué continuada por Du Hamel en 1758, quien puso a germinar semillas de diversas plantas entre dos esponjas húmedas y colocó los brotes en unos recipientes, que contenían agua destilada y una solución de manera que las raíces quedaran sumergidas en la solución, basándose en los buenos resultados que se obtuvieron del cultivo, llegó a la conclusión de que las plantas no solamente absorbían agua, sino también otros elementos disueltos. (1)

Penningsfeld y Kurzmann, (1) citan a Knop, señalando que los ensayos efectuados por Du Hamel, fueron repetidos por numerosos científicos, entre ellos: Hassenfratz y De Saussure, Davy, Trinchinetti, Schlossberger y Herth, motivando nuevas experiencias y buscando la solución nutritiva óptima.

Una vez conocida la función del suelo, como una fuente de agua y los elementos minerales para el crecimiento de la planta,

fué natural que después se intentara abastecer éstos elementos en ausencia del suelo.

Hoagland y Arnon (2) citan que, antes del año de 1840, Boussingault, comenzó experimentos con suelos artificiales insolubles: arena, cuarzo y carbón mineral, regados con soluciones nutritivas de composición conocida. Los resultados marcaron un adelanto en la teoría mineral de la nutrición vegetal, iniciada por Justus Von Liebig, siendo una demostración del posible crecimiento de las plantas en un medio que no fuese "el suelo natural". Este método fué perfeccionado más tarde por Salm-Hortsman (1856 - 1860).

Penningsfeld y Kurzmann citan a Knop, señalando que, entre los trabajos con suelos artificiales insolubles, caben resaltar los de Wiegmann y Polstorff y las experiencias de abonar en turba efectuadas en el Jardín Botánico de Munich por Naegeli y Zöllner.

Penningsfeld y Kurzmann (1), citan a Knop, considerando importante la ayuda de las correspondientes soluciones nutritivas para poder estudiar la influencia de los diferentes elementos minerales en el desarrollo de las plantas.

A los químicos agrícolas alemanes Sachs y Knop, cabe el mérito de haber impulsado en 1857, ésta segunda y decisiva fase de la técnica del cultivo en agua; así pues, a ambos sabios les corresponde el derecho de ser considerados los fundadores de dichos cultivos (1)

Hoagland y Arnon (2), citan algunos conceptos textuales de Sachs: "En el año de 1860, publiqué el resultado de los experimentos en donde demostró que las plantas son capaces de absorber los elementos nutritivos en soluciones acuosas sin la ayuda del suelo y que de ésta forma es posible no solo mantener a las plantas creciendo por un largo tiempo como ya se sabe, sino también ocasionar un incremento vigoroso en sus tejidos y en la producción de semilla capaz de germinar".

Posteriormente, varios investigadores impulsaron éstos sistemas y propusieron diferentes fórmulas de soluciones nutritivas: Knop en 1865, Tollens en 1882, Schimper en 1890, Pfeffer en 1900, V.D. Crone en 1902, Totttingham en 1914, Shive en 1915, Hoagland - en 1920, y otros investigadores (2). Sus ensayos así como numero sos trabajos se dedicaron en especial al suministro de macro y mi croelementos al óptimo de concentración en las soluciones nutriti ti vas y al equilibrio más apropiado entre los nutrientes y las -- plantas.

Huterwal (3) y otros autores, citan algunas fórmulas de soluciones nutritivas empleadas por los precursores de los cultivos hidropónicos.

En el año de 1929, se desarrolló el sistema de "cultivo en-Balsa" (bancadas especiales) según el dispositivo hidropónico de F.W. Gericke y sus colaboradores en la estación experimental de - agricultura, california, iniciándose la utilización de éste método en las prácticas hortenses a nivel comercial (1).

Penningsfeld y Kurzmann (1) citan a Schropp, quien destaca que después de 1936, se ocupaban numerosos investigadores de los problemas de los cultivos hidropónicos, considerando en especial los trabajos de Arnon, Biebel, Biekart, Connors, Dunlap, Eaton, - Ellis, Hoagland, Kiplenger, Henry, Laurie, Phillips, Robbins, --- Shive, Swaney, Turner y Withrow.

Así es como la palabra hidroponia se volvió popular en los años 30's como un sinónimo de cultivo sin suelo (4). El diccio-- nario de Webster define a la hidroponia como el desarrollo de --- plantas en soluciones nutritivas con o sin medio inerte que pro-- vee de un soporte mecánico (5).

Se puede definir a la hidroponia como un sistema de produc-- ción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales, disueltos en agua y en el que en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte o --

simplemente la misma solución. (6,7).

En 1938, la hidroponia entró en el campo de la horticultura práctica. Grandes horticultores de Estados Unidos trabajaron en tinas hidropónicas de los cuales una buena cantidad fracasó debido principalmente a la falta de información sobre el sistema y lo costoso de los accesorios necesarios para operar. (7)

Durante la Segunda Guerra Mundial, el ejército de los Estados Unidos, construyó varias instalaciones hidropónicas con el -- objeto de abastecer de hortalizas frescas a los soldados estacionados en lugares aislados.

Durante el período de la ocupación estadounidense en Japón, (al terminar la segunda guerra), el ejército de Estados Unidos -- construyó en la Isla de Chofú la instalación hidropónica más grande del mundo con 31 hectáreas. (6,7).

Posteriormente en 1955, tuvo lugar, como final del XIV Congreso Internacional de Horticultura en Schueningen, una reunión -- de todos los investigadores dedicados a los cultivos hidropónicos en la cual se decidió la fundación del "Círculo Internacional de trabajo en cultivos hidropónicos" (IWOSC), el cual tiene como fin trabajar en los problemas de los cultivos hidropónicos bajo unas bases internacionales y acelerar la transmisión de los resultados obtenidos en la práctica. (1)

Cualquier método de cultivo en hidroponia consta de los componentes siguientes: solución nutritiva, canales o macetas; sus--trato, sistema de riego y drenaje. (7)

Para obtener mejores producciones en los cultivos hidropó--nicos, es indispensable incluir un conocimiento general de las -- características botánicas de las plantas cultivadas, hábitos de -- crecimiento, adaptación climática, época de floración y control -- de plagas y enfermedades; éste conocimiento, también se necesita-

para que prosperen los cultivos en campo abierto.

El óptimo desarrollo de un cultivo hidropónico, depende --- principalmente de las condiciones de luz solar, temperatura, humedad ambiente, anhídrido carbónico, de la adecuada aportación de los nutrientes, y de la eficiente oxigenación del sistema radicular de las plantas. (1,2,3,7)

El reconocimiento de la importancia de una aireación especial en la solución nutritiva, aportando oxígeno a las raíces de las plantas cultivadas. Ha sido uno de los adelantos más importantes de la técnica hidropónica. (2)

SOLUCION NUTRITIVA: Después de muchos años de investigación, se ha demostrado que no existe una fórmula única óptima. La concentración adecuada de varios elementos nutritivos depende de diversos factores: (8)

- a) La parte vegetal en crecimiento.
- b) La época y clima.
- c) Calidad del agua.
- d) Etapa de desarrollo de la planta (las necesidades de plantas jóvenes difieren de las maduras).

Para la preparación de las soluciones nutritivas en trabajos de investigación, se recomienda usar sales químicamente puras y agua destilada. (3,1,9,2,10)

Se han encontrado diferentes tipos de recipientes que son útiles para almacenar las soluciones nutritivas. La selección de un recipiente adecuado, depende principalmente de las características botánicas de la planta por ser cultivada, su ciclo vegetativo y el propósito para el cual fué cultivada. (2)

CANALES O MACETAS: Generalmente el canal es de 76 cms. de ancho con un máximo de profundidad a los lados de 20 cms. y una pendiente de aproximadamente 2.5 cms. de los lados al centro del canal-- (3). Schwarz (8) menciona entre 25 y 50 metros de largo como lo más adecuado.

De acuerdo con el método que se emplee, los canales o tinas hidropónicas como muchos autores les nombran, se pueden construir de materiales como: concreto, cemento, asbesto, madera, lámina de fierro galvanizado o sin galvanizar, lámina de aluminio, poliéster, plástico, cemento, ladrillo, polivinilo, polietileno, cartón asfaltado, etc. (7)

Con excepción de los plásticos y el cartón asfaltado, los demás materiales deben impermeabilizarse ya que pueden sufrir alteraciones con la solución nutritiva alterando su composición química y su p.H.

Las densidades de población óptimas en un cultivo hidropónico, se determinan tomando en consideración la competencia de luz entre las plantas, siempre y cuando el cultivo no se encuentre limitado por la falta de agua o de nutrientes. (2)

La técnica hidropónica no solo se usa para cultivar plantas sin suelo; actualmente se usan técnicas modificadas en los cultivos con arena y grava; éstas técnicas incluyen la subirrigación o la inundación del medio sólido con soluciones nutritivas. (2,1,3, 9)

Por otra parte, es importante mencionar que la producción de los cultivos en condiciones artificiales ahora considerando -- los factores climáticos, se efectúa por medio de los invernaderos.

**SUSTRATO:** Uno de los factores que más afecta al cultivo hidropónico es el sustrato sobre el cual se desarrollan las raíces ya que dependiendo de su diámetro particular y de su capacidad de retención de agua van a ser las necesidades de riego. (1,12)

La planta absorbe el agua y los nutrientes que quedan retenidos en el sustrato después de un riego y la frecuencia de éstos vendrá determinada por la necesidad de agua, el desequilibrio o falta de oxígeno en la solución nutritiva. (12)

Además desde el punto de vista comercial, el sustrato debe ser de bajo costo de obtención y transporte de fácil manejo y permitir el desarrollo de la planta encaminado hacia la mayor producción. (11)

- El sistema de riego se puede hacer de diferentes maneras:
- a) sub-irrigación.
  - b) superficial.
  - c) por goteo.
  - d) por inundación.
  - e) alimentación intermitente.
  - f) alimentación continua.

De acuerdo con Hanger se puede seleccionar el tipo y la frecuencia que convenga al cultivo. (13)

Los invernaderos son inherentemente buenos colectores de la energía solar cuando es adecuada la luz del sol (14) y cuando se practica su orientación adecuadamente. (3)

El control del medio ambiente en la agricultura, le dan a los invernaderos la libertad de manejar y tomar oportunas ventajas que no se disponen en los cultivos agrícolas de campo abierto (15). Hoy en día, se cuenta con adelantos importantes en la construcción de invernaderos en sus sistemas de control y en las técnicas de los cultivos.

#### FUNDAMENTOS GENERALES.

FACTORES AMBIENTALES. Importancia de los requerimientos climatológicos:

La luz del sol y las temperaturas favorables, son indispensables para que las plantas verdes puedan continuar el proceso fundamental de su crecimiento, conocido como fotosíntesis. En este proceso el carbono, que es el principal constituyente de la materia orgánica, se fija en las plantas a partir del anhídrido

carbónico atmosférico (CO<sub>2</sub>). Para que se efectúe éste proceso, se requiere una gran cantidad de energía, obtenida por las plantas de la radiación solar. (2)

**Temperatura:** Los efectos de la temperatura sobre los procesos y las reacciones particulares que tienen lugar en el seno vegetal, determinan una acción global sobre el crecimiento. Desde éste punto de vista, la temperatura presenta un gran interés ya que constituye un factor externo capaz de influir en el crecimiento y en la producción agrícola. La temperatura también actúa ecológicamente, siendo el factor más importante de todos los climáticos, para regular y de terminar las zonas de vegetación sobre la tierra. (16)

Dada la organización coloidal de la célula, así como las características de sus componentes químicos, la temperatura propicia para el desarrollo de sus actividades queda limitada a un rango muy estrecho, que va de los 10°C a unos 45°C; ésta es la llamada zona biocinética.

En general, a temperaturas cercanas a 0°C la viscosidad del agua aumenta y el ritmo de las reacciones de oxidación, fuente energética del ser vivo, decrece por lo que la célula queda inactiva; a temperaturas cercanas a los 50°C, el coloide celular coagula y las proteínas y enzimas se desnaturalizan, perdiendo su capacidad de reacción, por lo que la célula disfunciona y puede morir. (17)

Bonner y Galston (16), mencionan que Sachs, introdujo un método para caracterizar los efectos de la temperatura sobre el crecimiento vegetal, método que consiste en fijar a 3 temperaturas: mínima, óptima y máxima.

El proceso celular en función de la temperatura, empieza a ocurrir en un punto llamado mínimo, por ser mínima la temperatura a que se efectúa; en general, ocurre entre 5°C y 10°C. Conforme aumenta la temperatura, el fenómeno se va acelerando de modo constante hasta un punto, llamado óptimo, en el cual ocurre con mayor inten--

sidad; éste se encuentra entre 30°C y 40°C.

Si aún se sigue la temperatura, el fenómeno empieza a decrecer en intensidad y se desacelera con rapidez hasta que apenas puede ser observado en un punto llamado máximo, por ser la máxima temperatura a que ocurre; éste se encuentra entre 40°C y 50°C. (17)

Penningsfeld y Kurzmann (1), señalan que, si bien existen -- numerosos datos sobre las exigencias de la temperatura ambiente en las principales plantas hortícolas, es todavía poco conocida la influencia de la temperatura del suelo en el desarrollo de las plantas.

Citan a Robertson opinando que las bajas temperaturas en la zona de las raíces, impiden la absorción del agua y elementos nutritivos, causando marchitamiento y clorosis, sin desarrollo normal, y provocando efectos perniciosos en las plantas.

Humedad ambiente: En caso de no existir suficiente humedad ambiente, no sería posible la absorción de CO<sub>2</sub> y por lo tanto, no tendría lugar el proceso de asimilación en las plantas. Muchas plantas sufren parada en su metabolismo cuando, cultivadas en invernadero con calefacción, no poseen un grado higrométrico suficiente. Sin embargo, existe un gran número de plantas exigentes de una elevada temperatura y luminosidad con un bajo grado higrométrico.(1)

El proceso metabólico requiere una humedad ambiente promedio del 75%, pero el exceso favorece a la propagación de las enfermedades fungosas. (9)

En general, la sequía, induce precocidad, pero en algunos -- casos se ha encontrado experimentalmente que la falta de agua retarda la floración aunque apresure la maduración. En las plantas con flores unisexuales, la sequía afecta a la sexualidad y en éste aspecto es más eficiente la sequía atmosférica que la edáfica. (17)

La Luz. La luz es esencial para las plantas desde 2 puntos de vista: a) para que se sintetice clorofila y b) porque es la --- energía primaria que la clorofila transformará en energía química.

Toda planta tiene un umbral, a partir del cual, el aumento en intensidad de luz determina más rápida la destrucción de clorofila que síntesis, hasta provocar la clorosis. La intensidad lumínica mínima en el desarrollo vegetativo es de 200 bujías-pié y la -- máxima de 3,000 bujías-pié, punto donde hay más crecimiento (17). Aún cuando la fotosíntesis puede realizarse bajo iluminación artificial, se necesita una iluminación de 400 bujías- pié para el desarrollo vegetativo. (9)

La iluminación artificial es útil principalmente en la obtención de plantas jóvenes, puesto que en una superficie pequeña - puede forzarse el cultivo de un gran número de plantas, lo que nos proporciona una buena rentabilidad. (1)

Anhidrido Carbónico (CO<sub>2</sub>). El CO<sub>2</sub> es la fuente del carbono para el alimento primario de la planta, a partir del cual se sintetizan los demás compuestos. El contenido de CO<sub>2</sub> en la atmósfera es de 0.03%. (17)

El máximo valor que una planta puede alcanzar en cuanto a - la fijación fotosintética de CO<sub>2</sub>, varía tanto con la intensidad de la luz como con la concentración del CO<sub>2</sub> en el aire circundante(16). Las plantas verdes tienen respiración aerobia, pero soportan tensiones de O<sub>2</sub> muy bajas y tensiones de CO<sub>2</sub> muy altas; hasta 5 a 10% sin embargo, Wilkins dice que un aumento de más de 0.1% no influye ya en el rendimiento, en tanto que Molish comprobó desde principios de éste siglo, que se obtienen tremendos aumentos en el rendimiento cuando se "abona" con CO<sub>2</sub> la atmósfera de un invernadero(17).

Oxigenación del sistema radicular. Penningsfeld y Kurzmann- (1), señalan la importancia de oxigenar el sistema radicular en --

las soluciones nutritivas y recomiendan la suplementación para evitar asfixia en la planta.

Hoagland y Arnon (2), citan algunas experiencias sobre la influencia de la aireación de las soluciones nutritivas en la absorción de elementos nutritivos por las plantas.

Pwinningsfeld. y Kurzmann (1), recomiendan, con grandes reservas, solamente algunos sistemas de cultivo hidropónico debido a las altas exigencias de oxígeno en las raíces de las plantas.

Hoagland y Arnon (2) et. al., recomiendan burbujear periódicamente la solución nutritiva por medio de una bomba de aire a presión para suplementarle oxígeno al sistema radicular.

Fisiología. La célula como sistema coloidal hidrófilo. -

La célula es un sistema coloidal hidrófilo y polifásico.- La fase dispersante es el agua, la fase dispersa está constituida fundamentalmente por proteínas, pero también existe un sistema micelar de lípidos diversos además de que en el sistema se incluyen soluciones moleculares de glúcidos y soluciones iónicas de varias sales. Todos éstos componentes están finamente organizados y es de ésta interrelación organizada y de los fenómenos a que da lugar, de donde surgen las propiedades especiales que llamamos vida. (17)

Factores que afectan la fotosíntesis. Los principales factores que modifican el proceso fotosintético son: el CO<sub>2</sub>, la temperatura y la luz. (17) Bonner y Galston (16), reconocen 3 factores externos: intensidad de iluminación, concentración de CO<sub>2</sub> y temperatura que junto con los factores internos debido a la propia constitución de la planta, determinan en última instancia la actividad de la fotosíntesis. Además, consideran ante todo, la interacción de éstos tres factores externos principales y establecen que, o bien la intensidad luminosa o bien la concentración de CO<sub>2</sub> pueden limitar la fotosíntesis y que el efecto que sobre ella ejerza la temperatura, depende de que sea uno u -

otro el factor limitante. Asimismo, señalan, la fotosíntesis puede descomponerse en dos procesos, uno que requiere luz y otro que requiere de CO<sub>2</sub> y que ambas fases difieren en su modo de reaccionar a los cambios de temperatura.

La temperatura mínima para que se efectúe el proceso fotosintético es de 0°C, el óptimo a los 40°C y el máximo a los 50°C (17)

Factores que afectan la respiración. El proceso respiratorio puede ser modificado por diversos factores: la luz, que induce un aumento en la intensidad respiratoria; la hidratación del protoplasma, puesto que las semillas secas o las yemas en descanso no respiran casi; y la temperatura considerándola -- como el factor más importante. (17,16,18)

La temperatura óptima que permite sostener una intensa respiración, se encuentra ligeramente abajo de los 40°C (17).

Sistema de conducción en las plantas. Menchaca (19), cita a Ray, indicando que el funcionamiento interdependiente de hojas, tallos y raíces que se realiza en las plantas mediante la conducción de azúcar hacia abajo y de minerales hacia arriba, es posible debido a que poseen un sistema especializado y microscópicamente complejo de tejidos llamado sistema vascular.

El sistema vascular está formado por 2 tejidos diferentes que ocurre lado a lado, el xilema que conduce agua y el floema -- que transporta azúcar. (19,20)

De los diversos elementos de xilema, los vasos leñosos -- son los que esencialmente se encargan de la conducción de agua y sales minerales desde la raíz hasta las hojas, en donde se efectúa el proceso fotosintético (19).

Los vasos liberianos del floema, son los elementos principales a través de los cuales circulan las sustancias orgánicas --

nutritivas que han sido elaboradas en los tejidos clorofílicos y por medio de los citados vasos, son repartidas por todos los órganos de la planta. (19)

En los tallos jóvenes, los vasos leñosos (xilema) se localizan hacia el centro y los vasos liberianos (floema) en la parte externa. (19)

**Absorción de Nutrientes.** Las células absorbentes de las raíces, tienen la facultad de tomar agua y alimentos minerales de las disoluciones exteriores al tiempo que impiden la salida de las sustancias contenidas en las propias raíces. (16) Las sales del suelo no pueden entrar a las células por mera difusión pues como la membrana es semipermeable no permite, por definición que la atraviesen los solutos, sino solamente los solventes (17)

Al hablar de la absorción de nutrientes, debe distinguirse entre la absorción de moléculas y la absorción de iones. (17)- La velocidad de penetración de las sustancias no ionizables, dependen de dos factores: el tamaño de las moléculas y su solubilidad en los disolventes grasos. (16)

Las sales minerales, que sirven a la planta como nutrientes inorgánicos para construir sus moléculas de proteínas, enzimas, ácidos nucleicos, etc., son tomadas del suelo en forma ionizada; la entrada de iones es pues, de primordial importancia metabólica y de gran interés fisiológico en la actualidad. (17)

**Absorción del agua.** Dado que la célula es un colóide hidrófilo que, en vida activa, se encuentra en forma de sol, la planta necesitará agua para formar nuevas células y para rehidratarlas que ya posee; igualmente necesita agua para sintetizar muchos de sus alimentos. La temperatura y la oxigenación del sistema radicular, son indispensables e importantes en la absorción del agua. (17) Los movimientos de entrada y salida del agua en-

Las células están regulados en gran parte por las leyes de la ósmosis (16). Diversos autores han distinguido 4 tipos de fuerzas que puedan explicar la entrada de agua a la raíz; (17)

- a) Imbibición.
- b) Tensión por transpiración.
- c) Acción metabólica.
- d) Ósmosis.

**Transpiración.** La transpiración no es más que la evaporación del agua a través de la membrana celular y obedece a las leyes de la difusión. Algunas moléculas de agua rompen la tensión superficial por la energía cinética de que están dotadas y escapan al ambiente, dado que éste tiene, por lo general, una concentración de vapores de agua (humedad relativa) menor que la de la hoja. (17)

La cantidad de agua perdida a través de la transpiración lenticelar y cuticular es insignificante en comparación con la cantidad de agua perdida por transpiración estomática. (19)

La luz es un factor que gobierna el mecanismo de cierre y apertura de los estomas en condiciones normales de humedad, temperatura y viento. Este mecanismo de apertura, aún no se conoce con precisión. En general, dado que la transpiración es un proceso de difusión, todo factor que aumente el gradiente climático aumentará el proceso. Tres son los factores climáticos principales: viento, humedad atmosférica y temperatura (17)

La gran superficie de la hoja, la amplitud y abundante ramificación de los espacios intercelulares y los numerosos estomas, son características que determinan la cantidad de transpiración. (16)

**El valor del p.H.** La concentración de iones hidrógeno es importante en la nutrición en general, en la vida de la planta; los cultivos toleran mejor la alcalinidad y se considera que los

suelos cultivables tienen un p.H. entre 5 y 9. Puede considerarse que el p.H. es importante por 4 razones:

- a) Por causar deficiencias de algunos elementos en las plantas.
- b) Por inducir exceso nocivo de ciertos elementos en la planta.
- c) Por interaccionar con ciertos elementos patógenos.
- d) Por un efecto directo en el desarrollo vegetal. (17)

Esencialidad de los elementos. Solamente 16 elementos químicos son considerados como elementos esenciales; pero los análisis completos de los tejidos de las plantas cultivadas en suelo, han demostrado que ésta lista puede ser aumentada, la mayoría de éstos elementos se presentan en pequeñas cantidades. Realmente, alrededor de 30 elementos pueden ser detectados con las técnicas modernas de análisis y como 60 elementos han sido reportados en uno u otro tejido. (18)

En virtud de las dificultades técnicas asociadas con la demostración de la esencialidad de los elementos que se requieren en pequeñas cantidades, dos fisiólogos estadounidenses, Arnon y Stoot, en 1939 sugirieron la adopción de 3 criterios de esencialidad.

Estos criterios propuestos fueron descritos como sigue: "...un elemento es considerado esencial cuando 1) una deficiencia de éste, hace imposible para la planta el completar su ciclo vegetativo o su estado reproductivo; 2) tal deficiencia es específica para el elemento en cuestión y puede evitarse o corregirse solamente con la suplementación del mismo y 3) el elemento está directamente involucrado en el impedimento de la nutrición de la planta, aparte de sus posibles efectos en los cambios de algunas condiciones microbiológicas o químicas desfavorables en el suelo y otro medio de cultivo". (18)

Los elementos pueden funcionar: 1) como constituyentes celulares; 2) como enzimas o coenzimas; 3) como antagonicos en el balance metabólico; 4) como amortiguadores del p.H. y 5) como factores osmóticos. Por supuesto, todo elemento tiene su papel metabólico específico. (17)

El papel metabólico específico de los elementos inducidos a su deficiencia en éste estudio, es considerado por Rojas G. -- 1972 (17) y otros autores. (16,18)

El Nitrógeno forma del 16 al 18% de las proteínas y es el elemento principal del protoplasma celular. (17) El fósforo es también esencial, porque forma los fosfatos de hexosa y triosa, los ácidos nucleicos, coenzimas y transportadores de energía. En general, puede decirse que la energética celular depende del fósforo a través del enlace P de pirofosfato. (17)

El potasio parece estar adsorbido en las mitocondrias, -- formando parte de enzimas activas en la fosforilación oxidativa y tal vez en la síntesis proteica. (17)

El calcio es esencial, aunque parcialmente puede ser sustituido por el estroncio. Se encuentra principalmente en la pared celular formando pectato de calcio, que da rigidez a la célula y su contenido aumenta con la edad de la planta; también es cofactor de muchas enzimas en la hidrólisis del ATP y fosfolípidos. (17) El magnesio es absolutamente esencial, pues forma el núcleo de la clorofila; en almacenaje se encuentra como fitina y forma parte de las fosfotransferasas. (17)

El azufre es parte de las proteínas, pues es constituyente de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina, dando con -- otros, los enlaces que hacen a la molécula proteica tener una -- forma determinada. También se encuentra en la coenzima-A (17).

Fenómenos de carencia, toxicidad, antagonismo y sinergismo. La carencia o deficiencia severa de muchos elementos puede reconocerse por el aspecto de la planta. (17,16,18)

Algunos elementos, aún siendo esenciales, son tóxicos --- cuando se absorben en exceso. Así, el p.H. ácido favorece la absorción de hierro y aluminio y la planta puede presentar síntomas de toxicidad. El boro y el cobalto también son tóxicos en -- cantidades relativamente bajas y aún más el yodo. (17)

Otros elementos no son esenciales, pero la planta los absorbe en ciertos ambientes, pudiendo resultar nocivos, tales como: el flúor y el selenio. (17)

Algunos iones inhiben la absorción de otros iones, o bien contrarrestan la función metabólica de otros. A éste fenómeno se le llama antagonismo. (17)

El hierro, por ejemplo, es antagónico del manganeso; el exceso de magnesio no es tóxico en sí, pero induce deficiencia de potasio. El potasio es antagónico del calcio en su acción metabólica. También ocurre el fenómeno contrario, por el que un -- ión favorece la absorción de otro o refuerza su acción metabólica, fenómeno llamado sinergismo. Así, el sodio y el potasio tienen similar acción metabólica. La presencia de boro capacita a -- la planta para absorber mejor el calcio. (17)

Síntoma de deficiencias minerales: Con la ayuda de las deficiencias apreciables visualmente es posible trazar el cuadro sintomático producido por la falta de un elemento determinado. No obstante, debe tenerse en cuenta que aquellas plantas en que falte simultáneamente varios elementos podrán mostrar un complejo de síntomas, algunos de los cuales enmascaran parcialmente a --- otros. (16)

Los síntomas de la falta de un nutriente dado, no son --- idénticos en todos los cultivos, pero varios de ellos manifiestan

tan con regularidad y revisten gran importancia.

**Deficiencia de Nitrógeno.** Las hojas más viejas (inferiores) son las más afectadas (16) efectos casi siempre generales; - desecamiento más o menos marcados en las hojas inferiores.

Plantas de color verde claro, hojas inferiores amarillas, que pasan, al secarse, a un color pardo claro (16,17,18) o castaño claro, debido a la acumulación de hidratos de carbono: si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento, los tallos son cortos y finos (16,17,18). La deficiencia de nitrógeno produce raquitismo en la planta, entre nudos cortos y delgadez - excesiva de los brotes. La privación de nitrógeno también acelera la senescencia en las plantas. (21)

**Deficiencia de Potasio.** Las hojas de las plantas más viejas, (inferiores) son las más afectadas (16); efectos casi siempre localizados; moteado o clorosis en las hojas bajas, con o sin zonas de tejido muerto; escaso o nulo desecamiento de éstas hojas, (16). Areas de tejido muerto pequeñas, generalmente en el ápice y entre nervios y más señaladas en el borde de las hojas; tallos finos (16). En general, su deficiencia produce una coloración de tinte verdi-azul, hay un retardo en el crecimiento de la planta; el desarrollo de nuevos brotes, es lento, debido a que el alargamiento de las células continúa pero la división celular cesa; el tallo muy delgado y de color cafésoso en algunas plantas como el tomate. Otras veces aparece una clorosis, en los bordes de la hoja; que muchas veces se extiende hasta las zonas internervales el color amarillo puede variar de púrpura a marrón y termina generalmente por la necrosis de las zonas afectadas.

Otros síntomas llamativos, que suelen empezar por las hojas más viejas, son el atabalado de los ápices y de los márgenes de las hojas, el desarrollo de manchas atabacadas en el limbo, - que son más numerosas en los bordes y el encorvamiento hacia el envez dando una apariencia de plantas "chamuscadas".

Por otra parte, la escasez del potasio, disminuye la resistencia a la sequía y el frío, favorece al encamado y da lugar a una predisposición de las plantas a insectos y enfermedades.

**Deficiencia de fósforo.** Las hojas más viejas de la planta (inferiores) son las más afectadas (16). Efectos casi siempre generales: desecamiento más o menos marcado de las hojas inferiores (16) Planta de color verde oscuro; con frecuencia aparecen coloraciones rojas o púrpuras; hojas inferiores amarillas a veces, pasando al secarse a un color pardo verdoso o negro; tallos cortos y finos si el elemento escasea en las fases avanzadas del crecimiento (16).

Gran parte de los síntomas de la deficiencia del fósforo son semejantes a los de las deficiencias de nitrógeno, porque la reducción de nitrógeno-nitrato, se inhibe por la deficiencia de fósforo notándose un desarrollo muy pobre del follaje y menos brotes.

Desde el punto de vista funcional, la escasez de fósforo reduce la función clorofílica, disminuye la acidez de los jugos celulares y dificulta la transformación del almidón en azúcar y el transporte de las sustancias hidrocarbonadas a los órganos de reserva, lo que se traduce en una considerable reducción del tamaño del tubérculo y raíces carnosas y la notable disminución de la producción de frutos de todas clases.

En algunos casos, la escasez del fósforo no produce más que un pardamiento del color de las hojas que puede tender a ligeramente azulado, tintes bronceados, púrpura o violáceo, debido a la acumulación de hidratos de carbono que ocasionan la intensificación de la pigmentación antocianina. También se puede originar necrosis en los brotes de las hojas.

**Deficiencia de Calcio.** Las hojas más jóvenes, incluso las de las yemas, se hallan afectadas; síntomas localizados (16)-

Las hojas jóvenes de la yema terminal, típicamente encorvadas al principio, mueren finalmente por el ápice y los bordes, -- por lo cual el crecimiento ulterior se caracteriza por su aspecto discontinuo en éstos puntos; el tallo muere por la yema terminal.. (16)

La mayor proporción de calcio en las plantas se encuentra en las hojas y los tallos, mientras que en los frutos y órganos de reserva la concentración es relativamente baja. Entra principalmente en la composición de la pared celular, sirve de base para la neutralización de ácidos orgánicos e influye en la actividad de los meristemas.

Los síntomas principales que ocasiona la escasez de calcio se manifiestan en las hojas y las raíces. Las hojas jóvenes suelen ser más afectadas y presentan anomalías en la forma con enrollado hacia el haz y sus bordes frecuentemente rasgados, necrosados o con una estrecha banda marginal, clorótica o incluso blanquecina. El sistema radicular se desarrolla poco y a veces las terminaciones pueden aparecer como gelatinosas. Los principales síntomas de la deficiencia de calcio, son la reducción del tejido leñoso, poco crecimiento en grosor o "mal del plomo".

**Deficiencia de Magnesio.** Las hojas más viejas de la planta (inferiores) son las más afectadas. Efectos casi siempre localizados. Las hojas moteadas o cloróticas pueden enrojecer típicamente, como suele suceder en el algodónero; a veces aparecen zonas muertas; ápice y bordes foliares retorcidos con la concavidad hacia arriba; tallos finos. (16)

**Deficiencia de Azufre.** Las hojas más jóvenes, incluso -- las de las yemas, se hayan afectadas, síntomas localizados. Por lo general, la yema terminal permanece viva. Las hojas jóvenes no blanquean; clorosis sin zonas muertas en general. Hojas jóvenes con los nervios y el tejido internerval de color verde claro. (16)

Sustancias de crecimiento de las plantas. En la actualidad, se reconocen 4 tipos generales de hormonas de las plantas: - auxinas, giberelinas, citolininas e inhibidores. (22)

Inhibidores: Los inhibidores constituyen un grupo bastante -- distinto entre las sustancias de crecimiento de las plantas, que -- inhiben o retrasan el proceso fisiológico o bioquímico de los -- vegetales. De acuerdo con sus propiedades fisiológicas, algunos -- inhibidores endógenos parecen ser hormonas vegetales. Diversos -- inhibidores naturales pueden tener diferentes acciones; por ejemplo; pueden ser inhibidores del crecimiento, de las auxinas, de -- las giberelinas, o bien, inhibidores de la germinación.(22)

Los inhibidores son muy diversos y con frecuencia resulta -- difícil distinguir entre sustancias inhibitorias que tienen una -- función fisiológica en las plantas y otras que no la tienen.(22)- Weaver (22), cita a Addicott y Lyon, considerando que la hormona -- vegetal ABA, ácido 3-metil-5-(1'hidroxi 4' -oxo-2'-6',6'-trime-- til-2' ciclohexenil-1) cis,trans-2,4-pentadienoico, es quizá uno -- de los más importantes y difundidos inhibidores de cuantos se -- encuentran en las plantas.

Acido Abscísico (ABA). Efectos biológicos. Esta hormona inhi-- bitoria, interactúa con los promotores del crecimiento, por lo -- que tiene efectos importantes en los fenómenos del crecimiento.-- (22) El ABA parece actuar como inductor general del envejecimien-- to, y frecuentemente las aplicaciones del ABA en el follaje provo-- can cambios en el color senescente de las hojas (22), citando a -- Addicott y Lyon, 1969. Los primeros trabajos han demostrado que -- el ABA acelera la abscisión de los muñones de peciolo en explan-- taciones de varias especies (22). Posteriormente se demostró que -- el ABA fomenta la abscisión de las hojas en plantas intactas, co-- mo son los cítricos (22), citando a Cooper y colaboradores, 1968, -- así como la abscisión de flores y frutos en plantas como la vid, -- (22) citando a Weaver y Pool, 1969 .

El ABA inhibe el crecimiento de muchas plantas y partes vegetales, según se ha demostrado en coleóptilos, plántulas, discos de hojas, secciones de raíces, hipolótios y radículas (22) citando a Addicott y Lyon, 1969. También se ha demostrado que frecuentemente produce una inhibición del crecimiento de los brotes y -- las hojas; sin embargo, se requieren con frecuencia, varios tratamientos de ABA, debido a que sus efectos perduran tan solo un período breve. (22)

Otros efectos biológicos del ABA es prolongar el reposo de tan solo un período breve. (22)

Otros efectos biológicos del ABA es prolongar el reposo de muchas semillas, como las del berro y lechuga. (22)

El descubrimiento de que durante los días cortos aumenta la cantidad de ABA en las hojas, ha despertado gran interés por los efectos del ABA en la floración. (22)

Mecanismo de acción del ABA. Este compuesto está muy difundido en las plantas y evidentemente hay tejidos de diversas edades que pueden sintetizarlo. Muchos de sus efectos fisiológicos se -- oponen a los de hormonas promotoras del crecimiento, como son las auxinas, giberelinas y citolininas (22). Por ejemplo; se ha demostrado que la síntesis de la alfa-amilasa, inducida por GA3 en los granos de cebada, es fuertemente inhibida por el ABA, (22) citando a Van Staden y Bormann, 1970. El crecimiento y otras respuestas de las plantas, pueden ser resultado de una interacción o un balance entre el ABA y los productos que promovieron el crecimiento (22), citando a Addicott y Lyon, 1969. Es posible que el efecto inhibitorio del ABA en el crecimiento, se deba a su inhibición de las enzimas hidrolíticas, que son esenciales al metabolismo vegetal (22). No se conoce el sitio de acción del ABA; sin embargo, su interacción con las hormonas promotoras del crecimiento sugiere que desempeña una función importante en el metabolismo de ácidos nucleicos y en la síntesis de las moléculas enzimáticas --

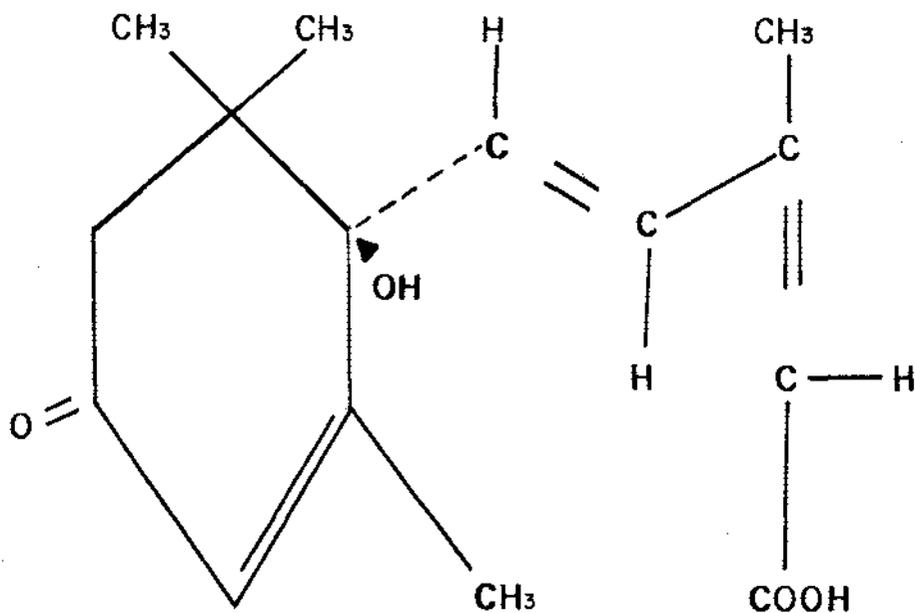
específicas de ARN o a la prevención de su incorporación a su unidad activa de síntesis enzimática. (22)

Interacción entre el ácido abscísico y hormonas promotoras del crecimiento. En muchos sistemas, el ABA contrarresta los efectos de las hormonas promotoras (auxinas, giberelinas y citojinas). Parece lógico que en un sistema de crecimiento deba haber algún freno. (22) Aparentemente el ABA interactúa con diferentes hormonas promotoras del crecimiento en distintos sistemas vegetales. Una de las hipótesis lógicas es que cada una de éstas interacciones se debe a alguna hormona maestra promotora y que el ABA actúa como hormona de freno (22).

Naturaleza química del ABA. El ABA fué aislado a partir de frutas jóvenes de algodón (*Gossypium hirsutum*), por un grupo que dirigió primeramente Carns y después Addicott, citando a Addicott y colaboradores 1968; su estructura la determinaron en 1965, Ohkuma y sus cols. (22) El enantiómero natural del ABA es un ácido 5-abscísico y la sustancia racémica sintética es el RS-Abscísico.

Ambos compuestos tienen una actividad elevada y casi similar. El compuesto se encuentra presente habitualmente en tejidos maduros y senescentes; pero se ha encontrado también en hojas y frutos jóvenes (22) (Ver fig. 1).

Senescencia. La senescencia se define como la falla general y creciente de muchas reacciones sintéticas que preceden a la muerte de las células (22), citando a Osborne 1967, la senescencia o envejecimiento es la fase de crecimiento vegetal que se extiende de la plena madurez a la muerte real y se caracteriza por la acumulación de productos metabólicos y pérdida de peso en seco, sobre todo de la hoja y frutos. La senescencia de las hojas se pone de manifiesto en el amarilleo y la pérdida de clorofila que tienen lugar antes de la abscisión o antes del marchitamiento y muerte de algunas hojas que no sufren abscisión (22).



(fig. 1)  
 FORMULA ESTRUCTURAL DEL ABA (22) CITANDO A ADDICOTT Y LYON.

Weaver (22), cita a Addicott, 1969 recomendando aplicar el término "fitogerontología", al estudio de la senescencia de las plantas y algunos de sus aspectos específicos como la abscisión

**Naturaleza de la Senescencia:** La duración de la vida disminuye debido al desarrollo de zonas absorbentes metabólicas en otras partes de la planta, así como fotoperíodos desfavorables y larga permanencia a la sombra control correlativo ya que parecen coordinarse las senescencias individuales de las partes de toda la planta (22). La capacidad de los frutos en desarrollo para movilizar nutrimentos de las hojas y otras partes vegetales, pueden indicar que la senescencia de las hojas y tallos representa una especie de muerte por inanición (22), citando a Molisch 1938.

La senescencia recibe el estímulo de factores ambientales que suprimen el crecimiento vegetal, como son las limitaciones impuestas por la insuficiencia de nutrientes del suelo, agua, calor, y luz (22), citando a Leopold 1964.

**El ABA y la Senescencia.** La duración funcional de la vida de las células de las hojas, puede ampliarse o reducirse mediante tratamientos con hormonas (22). Quizá dicha regulación se lleva a cabo a través de cambios en la síntesis de proteínas y ARN (22), citando a Osborne 1967. Se ha demostrado que la senescencia natural conlleva una falla general de la síntesis de proteínas y ácidos nucleicos (22).

Cuando se retarda la senescencia mediante la aplicación de sustancias exógenas del crecimiento, el retraso se debe ya sea al mantenimiento o a un aumento del ritmo de esa síntesis (22), citando a Osborne 1967. Por otra parte, el ABA y otros estimuladores de la senescencia provocan una disminución de las actividades sintéticas (22).

Es posible que el balance entre promotores e inhibidores de la senescencia que se encuentren presentes, sea lo que determi-

na la etapa de la senescencia de una hoja o una planta (22), citando a Leopold 1967. En las hojas se hallan sustancias aceleradoras de la senescencia que no pueden clasificarse no como auxinas ni como gibberelinas.

El ABA endógeno o cuando hay uno relativo causado por la disminución de otras hormonas (22), citando a Addicott y Lyon 1969. A menudo el tratamiento de ABA induce efectos de senescencia en las plantas.

Al aplicar ABA al follaje se producen cambios de color en las hojas, similares a los que ocurren en la senescencia (22), citando a Smith y Cols. 1968

El ABA ha estimulado la pérdida de clorofila en discos aislados de la mayoría de las especies examinadas (22), citando a --- Addicott y Lyon 1969.

Influencia de la Deficiencia de Nitrógeno sobre el ácido Abscísico en el jitomate: La acentuación de los factores ambientales, tales como la salinidad, sequía, enfermedades, temperaturas extremas y deficiencias nutricionales, incrementan el nivel de ABA en las plantas las cuales en ocasiones aceleran sus procesos de senescencia (21).

El incremento de los niveles de ABA, asociado con la salinidad o enfermedad, puede, no obstante ser debido a la falta de agua. (21)

Daie et. al. (21) reportan que el alto contenido de ABA, como resultado de sus experimentos con plantas de tomate cultivadas en ausencia de algunos minerales, puede ser debido a la clase de agua por provocar un choque osmótico y/o la ruptura de las membranas o bien, puede ser el efecto de la misma falta de uno o varios elementos en el medio.

En otros experimentos, Daie et. al (21) reportan que las temperaturas abajo del óptimo, incrementaron la producción de ABA en Lemna; los altos niveles de ABA no podían haber sido por falta de agua, ya que las plantas se cultivaron flotando en solución nutritiva.

Los niveles de ABA en las plantas sustituyen aparentemente los efectos en el balance de las fitohormonas. Estos cambios hormonales pueden ejercer una influencia importante en una extensa variedad de procesos fisiológicos, tales como, la senectud, maduración, abscisión y floración, todos los cuales, al final afectan los rendimientos. (21)

Los reportes en la literatura sugieren que las citocininas las cuales retardan la senescencia, declinan cuando hay deficiencias de nitrógeno. (21)

Las investigaciones de DAIE et. al., demostraron que la deficiencia de nitrógeno estimula la acumulación de ABA y que el ABA es un promotor de la senectud. (21)

Al inducir la deficiencia de nitrógeno en plántulas de jitomate, las mayores concentraciones de ABA han sido reportadas en los tejidos más jóvenes y resistentes, pero también en los más viejos. El nivel de ABA en las hojas viejas, inducidas y no inducidas a la deficiencia de nitrógeno, alcanzaron casi el mismo nivel en los primeros 7 días.

Las posibles explicaciones incluyen: a) movimiento del ABA desde las hojas viejas hacia las hojas nuevas; b) unión del ABA a compuestos tales como los azúcares ó c) degradación por un mecanismo presente en las hojas viejas, pero ausente en las hojas nuevas. (22)

**Abscisión:** La abscisión es la separación de una parte vegetal, como una hoja, una flor, un fruto o un tallo de la planta

madre. (22)

Son muchos los factores que pueden iniciar la cadena de -- eventos que conduzca a la formación de una zona de abscisión y al desprendimiento de alguna parte de la planta. El frío, el calor, - la sequía, los compuestos químicos y varios tipos de herida pueden provocar la abscisión, citando a Addicott 1964. Es posible utili-- zar reguladores del crecimiento a fin de acelerar o retrasar los - procesos de abscisión. (22)

La abscisión incluye las funciones de separación y protec-- ción. El proceso de separación de las hojas, incluye cambios en - el metabolismo de las paredes celulares y la estructura química de la pectina que forma la lámina media. (22)

El Acido Abscísico y la Abscisión:           Aparentemente el ABA ac-- túa como agente inductivo de la senescencia general. Durante mu--- chos años, los investigadores obtuvieron de las hojas y los frutos de muchas especies vegetales sustancias difundibles que aceleraban la abscisión; gran parte de la actividad de éstos difusatos, es el resultado de la presencia del ABA y otros compuestos relacionados; sin embargo, aún no se comprueba la teoría de que el ABA es el --- agente normal que acelera la abscisión de las hojas (22), citando a Jacobs, 1968.

Equipos e instalaciones para el forzamiento de los cultivos de --- Hortalizas:

Cada día sucede con mayor frecuencia que, a fin de alcan-- zar producciones adelantadas o tardías de más alta remuneración de mejor calidad, de particular aprecio comercial, el horticultor debe recurrir a técnicas especiales y al empleo de equipo técnico, - también especial, para crear las condiciones climáticas favorables que necesita utilizar durante parte o todo el ciclo vegetativo de las hortalizas que quiere producir. (23)

Cajones: Cuando se construyen recipientes con paredes de tierra o revestidas de mampostería, con piso de campo dentro de marcos de cemento, de hierro o madera, entonces se tendrán verdaderos y bastante prácticos cajones. Las camas calientes, almárgos o cajas de germinación, en un cajón revestido, tendrán la ventaja de poder mantener una temperatura más uniforme de mayor duración. (23)

Pueden construirse cajones enterrados o sobre nivel. En el primer caso, las paredes podrán ser mantenidas con tierra desnuda o revestirlas con una mano de mampostería de piedra, cemento o ladrillos y cuyo espesor deberá ser considerado en el tamaño de la excavación.

En el segundo caso, las paredes se construyen con piedra o ladrillos. (23) El techo de los cajones se puede fabricar con una cobertura de una o doble vertiente y podrán cubrirse con marcos de vidrio, esteras vegetales o materiales plásticos transparentes. (23)

Abrigos para las plantas en vegetación: Se pueden usar medios protectores para cada planta o cajas de germinación, colocadas temporalmente como defensa a las bajas temperaturas o vientos fuertes y deberán eliminarse apenas haya pasado el peligro de los daños. (23)

Tales protecciones podrán estar construídas por campanas de vidrio o plástico, de tejas curvas o de esteras de caña común u otros materiales que sean capaces de anular la acción del frío y el viento. (23) Entre los materiales plásticos flexibles, se han obtenido resultados óptimos con el uso defensivo de láminas de PVC (cloruro de polivinilo) y de polietileno, colocadas en la siguiente forma:

a) CAPUCHES.- de varias formas, sobre cada planta o caja de germinación.

- b) TUNELES.- con bastidores prefabricados, sobre hileras de diversas clases de cultivos.
- c) FOSAS.- para la protección subterránea de macetas o cajas de germinación.

Tales coberturas se realizarán de modo que permitan la ventilación apropiada del cultivo, a intervalos regulares. (23)

Los invernaderos ejercen la función de acondicionar el clima permitiendo el forzamiento total del ciclo vegetativo de las hortalizas. (23)

Huterwal(3), recalca la importancia del uso de invernaderos por las siguientes razones:

- a) Flores y frutos logrados, resultan de mejor calidad a los obtenidos al aire libre.
- b) Pueden obtenerse producciones fuera de estación, durante todo el año.
- c) Muchas especies tropicales, flores, frutos y legumbres, son fácilmente cultivables dentro de un invernáculo en todo tiempo. Para ello, es preciso dotarlo de la adecuada temperatura y humedad ambiente.

Para mantener el forzamiento en todo el ciclo vegetativo, se necesita poner y mantener bajo control el clima en que vivirán los cultivos, arreglando las condiciones de: temperatura, humedad relativa del aire, luminosidad ambiental, cantidad de anhídrido carbónico del aire. (23)

Los invernaderos se construyen sobre estructuras portantes de madera o de perfilados metálicos, cubiertas con materiales translúcidos o transparentes. Las formas de construcciones pueden ser: a techo de una vertiente, de dos aguas, o bien con cobertura arcada. (23) Los techos de los invernaderos se construyen con materiales de: vidrio transparente (64-79 g/dm<sup>2</sup>) plásticos rígidos (placas de cloruro de polivinilo o polimetacrilato de metilo), ---

plásticos semirrígidos (de poliéster o poliamido), laminados flexibles de polyflex. (23)

Fersini (23), considera que todo escudriñamiento de las -- técnicas de conducción de los invernaderos, recordará brevemente - que en los invernaderos es posible poner bajo control:

a) La temperatura; aumentándole el grado por medio de equipos térmicos adecuados, realizables con tubos por los que circula agua caliente o vapor de agua o también con los calentadores eléctricos y estufas de combustión normal. Para lograr el descenso de la temperatura se podrá intervenir con ventilación natural o artificial, con equipos de extracción de aire (extractores de aire, -- ventiladores), con rocíos de agua en el exterior de la cobertura o aún con agua nebulizada en el interior de los invernaderos.

b) La humedad relativa del aire; actuando directamente con rocíos y nebulización de agua se autocontrola mejor por medio de - instalación hidráulica adecuada, accionada por termostatos o aún - actuando indirectamente sobre la temperatura ambiental de los invernaderos.

c) La intensidad de la luz, para hacerla adecuada al fotoperiodismo de las especies cultivadas, sea con el uso de materiales lúcidos y traslúcidos (cristal, vidrio, plástico), idóneo por el pasaje, la reflexión y absorción de particulares radiaciones -- luminosas (visibles medias y largas, ultravioletas y medias infrarrojas), sea con el uso de coberturas y tintas de colores aptas -- para sombrear.

d) Pone en movimiento el aire, asegurando así la llegada a las plantas de la cantidad de aire puro que éstas necesitan.

La temperatura para la reproducción de tomates en invernadero, produce resultados satisfactorios a los 18°C: en las etapas siguientes al trasplante, la temperatura nocturna máxima no sobre pasará los 18°C y la temperatura diurna máxima a los 24°C, con un punto óptimo entre 15 - 18°C (24).

En los invernaderos con calefacción, se deberá conseguir - mantener la humedad ambiente entre un 75-90 por 100. (1,9,23,3)

Para la buena iluminación el invernadero deberá instalarse de norte-sur en nuestro hemisferio. Asimismo, el vidrio común deja pasar de un 90 a 95% de luz, pero intercepta los rayos ultravioleta, que son de gran beneficio para las plantas, por lo que es -- conveniente utilizar materiales de: muselina impermeable o dril, - cello-gass, acetato celuloso y plástico, que dejan más permeable a la luz ultravioleta. (3)

Para desinfectar y limpiar los invernaderos, antes de cualquier operación se usa el formaldehído (2 litros de solución al -- 40% en 100 litros de agua) para evitar cualquier enfermedad.

Debe aplicarse con fuerza considerable por medio de una -- máquina aspersora y colocando la boquilla próxima a la superficie de techos, paredes, etc. (24)

Soluciones nutritivas.- Requerimientos nutricionales en los vegetales: Según Hoagland y Arnon (2) el uso de una solución para --- determinada especie vegetal, depende de la cantidad de nutrientes existentes en la solución y de las condiciones climáticas del lugar. Sin embargo, casi todos los investigadores, reconocieron que no puede existir ninguna solución nutritiva en la que su composición sea siempre superior a otras soluciones, pero que existen --- ciertos rangos de tolerancia en la composición total; éstos rangos ofrecen justamente diferencias de poder nutritivo adaptables a --- distintas modalidades en los cultivos.

En experimentos realizados con nitrógeno y potasio, en los cuales se consideró la disponibilidad de los mismos para las plantas en función de su actividad fotosintética con luz solar, en el año de 1968, Turner y Henry, (9) concluyeron que en el verano las plantas requieren de mucho nitrógeno y poco potasio y en invierno poco nitrógeno y más potasio.

Si se toman las medidas adecuadas para suplementar los elementos en la solución, muchas especies vegetales se desarrollarán con la misma composición y concentración en la solución nutritiva. (En el mismo suelo fértil, se pueden cultivar diferentes especies vegetales). (2)

Fórmulas de soluciones nutritivas completas: No obstante las -- variaciones que existen en las fórmulas de soluciones nutritivas, en lo fundamental son semejantes. (9,2) Hoagland y Arnon, (2) Penningsfeld y Kurzmann, (1), Turner y Henry (9), Huterwal (3) y otros autores, citan algunas fórmulas de soluciones nutritivas - utilizadas por diferentes investigadores que según ellos, han dado buenos resultados en los cultivos hidropónicos.

Fórmulas de soluciones nutritivas para demostrar deficiencias mine- rales: Hoagland y Arnon (2), citan 6 fórmulas de soluciones nutritivas utilizadas para demostrar los síntomas de deficiencias- de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, que son utilizadas para investigaciones especiales en Universidades e Ins- titutos de investigación agrícola superiores.

Preparación de las soluciones: Técnicas de disolución.----- Penningsfeld y Kurzmann (1), citan a Ellis y Suvaney, indicando -- que para la fabricación de las soluciones con elementos simples, - es recomendable disolverlos por separado. En el recipiente se di- solverán primero las sales más solubles y ácidas y a continuación- las demás. Ha demostrado su eficacia la siguiente ordenación:

Sulfato magnésico.

Fosfato monocálcico.

Nitrato potásico y

Sulfato cálcico.

Los microelementos, en cualquiera de los casos, deberán -- disolverse en último término y por separado. (1)

Para las sales poco solubles, se utiliza agua templada, de biendo usarse agua de lluvia o destilada para evitar las precipita

ciones, acidificando el agua de uso en caso de utilizarse. (1) Es recomendable que se de un precalentamiento al superfosfato y al sulfato de potasio, disolviéndolos previamente o moliéndolos. (25) Para ensayos experimentales se deberá usar agua destilada y sales químicamente puras. (2)

**Suministro del Hierro:** Las soluciones nutritivas complementarias se añaden toda vez que el aspecto de la planta así lo indique. Para la preparación de la solución de hierro, se disuelven 5.0 gramos de tartrato de hierro en 1 litro de agua destilada. Esta preparación se añade una o dos veces por semana a razón de -- 1 c.c. por litro de solución nutritiva. El tartrato puede sustituirse por el citrato de hierro o sulfato de hierro, pero el tartrato y el citrato, generalmente dan mejores resultados. (2)

Penningsfeld y Kurzmann, (1) citan a Warrington, quien para impedir las carencias de hierro, recomienda el suministro de -- quelato de hierro (CHEL 138) en proporción de 0.125 ppm. El "CHEL 138" ha demostrado su eficacia para valores de p.H. entre 5.5 y -- 5.7; igualmente, se han obtenido muy buenos resultados en la estación de Agricultura de la BASF con "Fetrilón" (sal férrica disódica del ácido etil-diamino etraacético). Además, citan a Will, recomendando añadir de un 0.01 a 0.05% de Fetrilón.

**Precalentamiento de las soluciones nutritivas:** Hoagland y Arnon (2), citan a Gerioke, sugiriendo una calefacción directa en el invernadero y en la solución nutritiva, sin embargo, con experiencias propias encontraron que para una temperatura ambiente en el invernadero de 10-13°C, un calentamiento de la solución nutritiva de 22-24°C no tenía ningún efecto beneficioso en los cultivos de tomate. Recomiendan que cuando la temperatura del invernadero es favorable, no se necesitará calentar la solución nutritiva.

Penningsfeld y Kurzmann, (1) recomiendan una temperatura media de la solución de unos 20°C. Esta temperatura no debe ser -

mucho más baja que la del ambiente. Un calentamiento demasiado -- fuerte de la solución, presenta desventajas, puesto que algunas sa -- les pueden cristalizarse, lo cual da lugar a alteraciones en la -- composición nutrimental.

Por otro lado, al aumentar la temperatura de la solución, -- disminuye la capacidad de absorción del oxígeno en las plantas, -- provocando subsecuentes efectos negativos. (1)

El p.H. de las soluciones nutritivas: Debido al constante -- crecimiento de las plantas y a la absorción de nutrientes, la can -- tidad de sales en la solución variará frecuentemente y provocará -- un desajuste de los valores de su p.H. por lo que se hace necesaa -- rio la periodicidad de los análisis y la corrección de los valores cuando lo amerite. (2)

Ordinariamente se permiten ciertos rangos de tolerancia en los valores del p.H. de la solución nutritiva. Para la mayoría de las plantas se recomienda una reacción moderadamente ácida (p.H. -- de 5.0 a 6.5). (2,1,3,9) Para corregir el p.H. de la solución -- nutritiva que tenga un valor ligeramente superior al óptimo, se añaa -- de en la solución H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1N hasta ajustarlo (2)

Para soluciones muy ácidas, pueden usarse KOH, NaOH ó ---- Ca(OH)<sub>2</sub>, diluidos a una concentración apropiada (aproximadamente -- 0.2 N). (1)

Características botánicas de la planta de jitomate: El jitomate -- es una planta herbácea anual de la familia solanáceas (Solanum lycopersicum, L.) y es originaria de algunas regiones tropicales y -- subtropicales de latinoamérica (México, Perú), en donde también se encuentran en estado espontáneo las especies Lycopersicum cerasi -- forme, Lycopersicum periforme, Lycopersicum pruniforme y otras. --- (23)

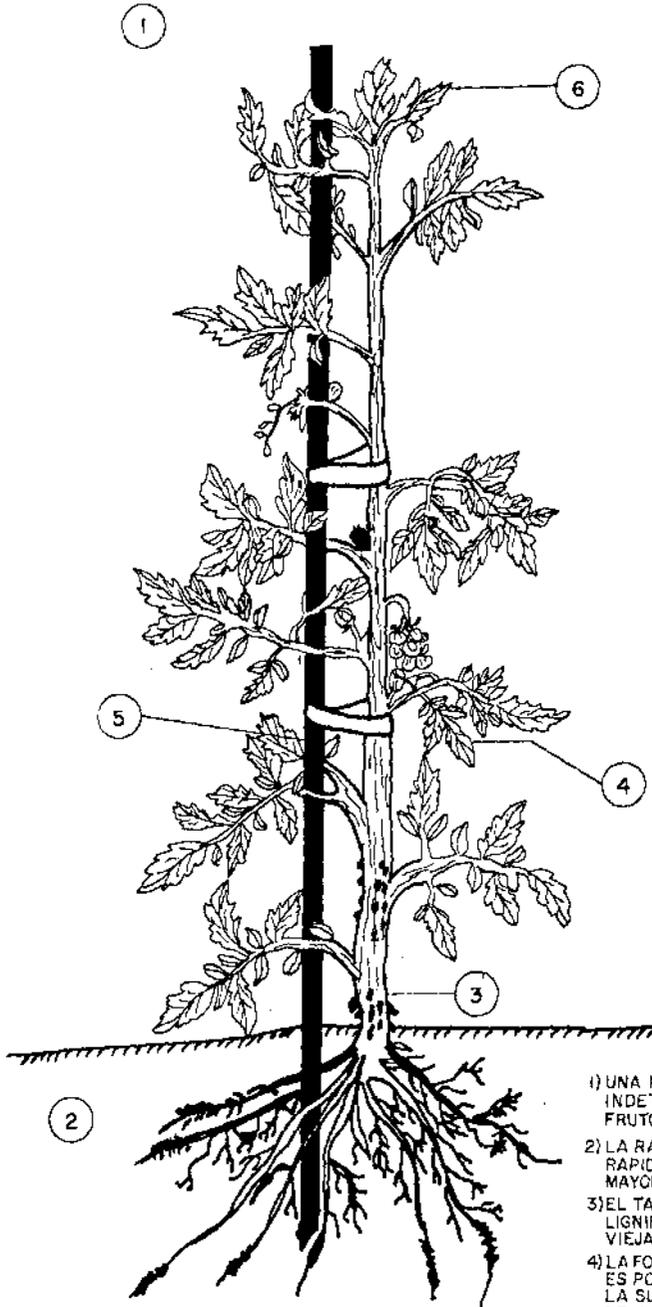
Edmond et.al.,(26) citan las siguientes características de la planta de jitomate:

**SISTEMA RADICULAR:** Las plántulas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y un sistema subordinado de ramificaciones laterales. Durante el trasplante, la raíz pivotante se destruye, las laterales se hacen gruesas y bien desarrolladas y de la porción del tallo situada bajo la superficie del suelo emergen adventicias. En las plantas adultas, tanto las raíces laterales como las adventicias, se extienden horizontalmente a una distancia de 0.90 a 1.50 metros. Así pues, el jitomate desarrolla un sistema radicular extenso.

**TALLOS Y HOJAS:** La planta, forma un tallo principal y un sistema de ramificaciones laterales. En todas las variedades comerciales, el tallo principal es erecto en los primeros 30 a 60 cms. -- del desarrollo, haciéndose de allí en adelante decumbente. En -- algunas variedades, el tallo se prolonga por un pequeño número de nudos; en otras se alarga durante toda la temporada de crecimiento. Las hojas son alternas, compuestas, relativamente grandes, -- bien desarrolladas, con folíolos algo anchos en algunas variedades y más o menos angostos en otras. Tienen pelos glandulares -- que, cuando se rompen, liberan el olor y el tinte característico de la planta.

**FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS:** Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos -- varía de 4 a 100 o más, dependiendo del tipo y de la variedad. -- Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarilla azufrada, cinco o más estambres y un solo pistilo súpero. En su mayor parte son autopolinizadas. El fruto maduro es una baya -- suculenta, comparativamente grande y jugosa. De acuerdo con la -- variedad difiere en tamaño (113 a 340 grs.) forma (oblongos, claviformes, globular, achatado o aplanado), color (amarillo rosado o rojo), número de celdas (5 a 25) y disposición de las celdas -- (regular o irregular).

figura 2



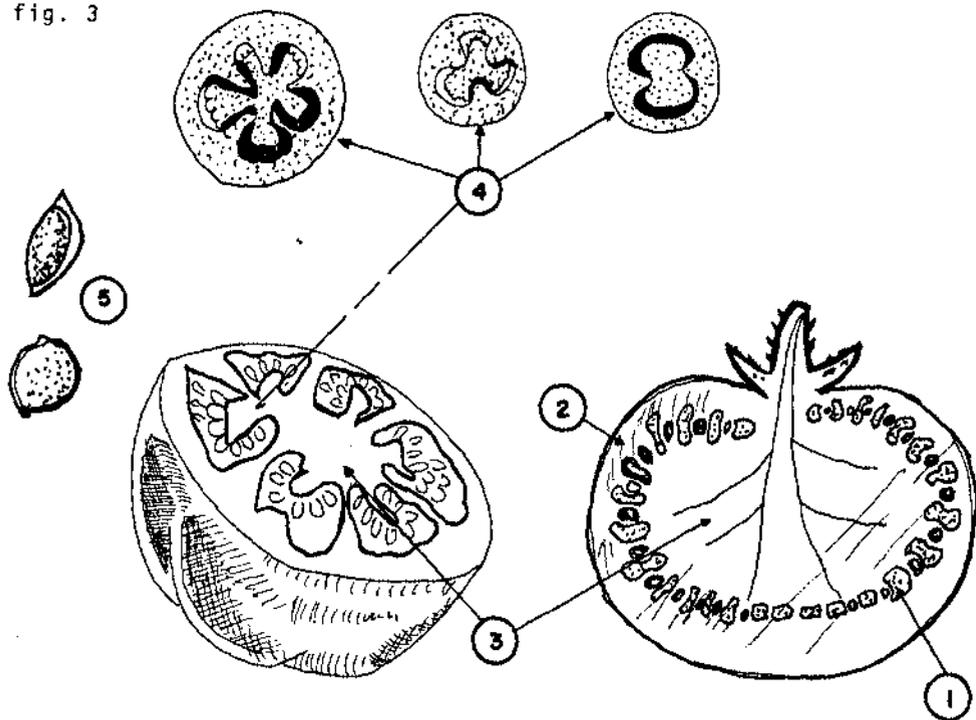
- 1) UNA PLANTA DE TOMATE DEL TIPO INDETERMINADO CON FLORES Y FRUTOS AL MISMO TIEMPO.
- 2) LA RAIZ PRINCIPAL SE DESARROLLA RÁPIDAMENTE A PROFUNDIDADES MAYORES DE UN METRO
- 3) EL TALLO ES HERBACEO, PERO ALGO LIGNIFICADO EN LAS PLANTAS VIEJAS
- 4) LA FORMA O FORMACION DE LA HOJA ES POR VARIOS PARES DE HOJUELAS LA SUPERFICIE ES PUBESCENTE. LOS PELOS GLANDULARES SE ROMPEN EN LA PODA, MANCHANDO LAS MANOS DEL OPERARIO.

5) EN LAS AXILAS DE LAS HOJAS ESTAN LAS YEMAS QUE PRODUCEN CHUPONES O TALLOS LATERALES

6) EN EL COGOLLO NACE EL RACIMO QUE CONTIENE HASTA 40 FLORES. LAS FLORES SON BISEXUALES Y SE POLINISAN, PRINCIPALMENTE POR MEDIO DEL VIENTO

- 1) OVULO O PARED DONDE SE DESARROLLA LA SEMILLA
- 2) PERICARPIO. ESTE CONSISTE EN UNA CARNOSIDAD EXTERNA CUBIERTA CON LA PIEL O CASCARA. LA PIEL O CASCARA PUEDE SER ROSADA, ROJA O AMARILLA. EL COLOR CAMBIA DE ACUERDO AL ESTADO DE MADUREZ. LA MAYORIA DE LAS VARIEDADES TIENEN UNA PIEL AMARILLA Y CARNE ROJA.
- 3) LA PLACENTA. ESTA ES LA PARTE CENTRAL DEL FRUTO. ENTRE EL PERICARPIO Y LA PLACENTA SE ENCUENTRA EN LAS PAREDES DEL OVARIO Y LAS SEMILLAS.
- 4) LOS LOCULOS O CELDAS. ESTAS SON LOS COMPARTIMENTOS QUE CONTIENEN LA SEMILLA. LA CANTIDAD DE CELDAS TIENDE A TENER MEJOR CONSISTENCIA POR ESTO SON MAS APRECIADOS Y MAS ADECUADOS PARA EL CONSUMO FRESCO.
- 5) LA SEMILLA. LA FORMA DE LA SEMILLA ES PLANA Y OVALADA. LA CASCARA ES PELUDA. LA SEMILLA MIDE ENTRE 1 Y 5 mm. SEGUN LA VARIEDAD Y GRADO DE DESECADO. LA SEMILLA ESTA RODEADA POR UNA CAPA MUCILAGINOSA.

fig. 3



\* fuente (34)

El jugo contiene cantidades moderadas de azúcares solubles varios ácidos orgánicos, sales minerales y cantidades relativamente grandes de vitamina C. Las semillas están incrustadas en una masa de tejido gelatinoso que contiene grandes cantidades de fósforo. Son relativamente pequeñas y están cubiertas por una masa de finos pelos. Bajo condiciones favorables, la semilla germina en corto tiempo, de 5 a 10 días.

**TECNICA DE CULTIVO HIDROPONICO:** La técnica originalmente desarrollada por Sachs para el cultivo de plantas en soluciones nutritivas, es, en lo esencial, la adoptada por los investigadores del presente. Se hacen germinar las semillas en un recipiente con aserrín húmedo y bien lavado, hasta que los brotes alcancen un tamaño conveniente para ser trasplantados. Antes de sacar las plántulas de la caja de germinación se humedece perfectamente el sustrato para facilitar la operación y evitarle daños a las raíces. Posteriormente, cada una de las plántulas se sostiene erecta y afianzada perfectamente en un corcho perforado, pasando el tallo a través del orificio y se coloca en un recipiente con las raíces sumergidas en la solución nutritiva. (2)

Fersini (23), indica que para acelerar el proceso de la germinación, antes de sembrar se tratan las semillas en agua tibia durante cinco horas. Menchaca (19), menciona que las semillas se tratan con una solución de hipoclorito de sodio diluido 1:6 en agua destilada durante media hora. La caja de germinación se prepara con una mezcla de arena, tierra y abono orgánico, procurando desinfectarla con una aplicación de Bromuro de Metilo o solución diluida de formaldehído. (3)

Se han encontrado diferentes tipos de recipientes que pueden ser útiles para almacenar las soluciones nutritivas. Para investigaciones especiales, son recomendables frascos de vidrio Pyrex de 1 ó 2 litros, adaptándoles la tapa de corcho para sostener las plantas. Sin embargo, la selección de un recipiente adecuado

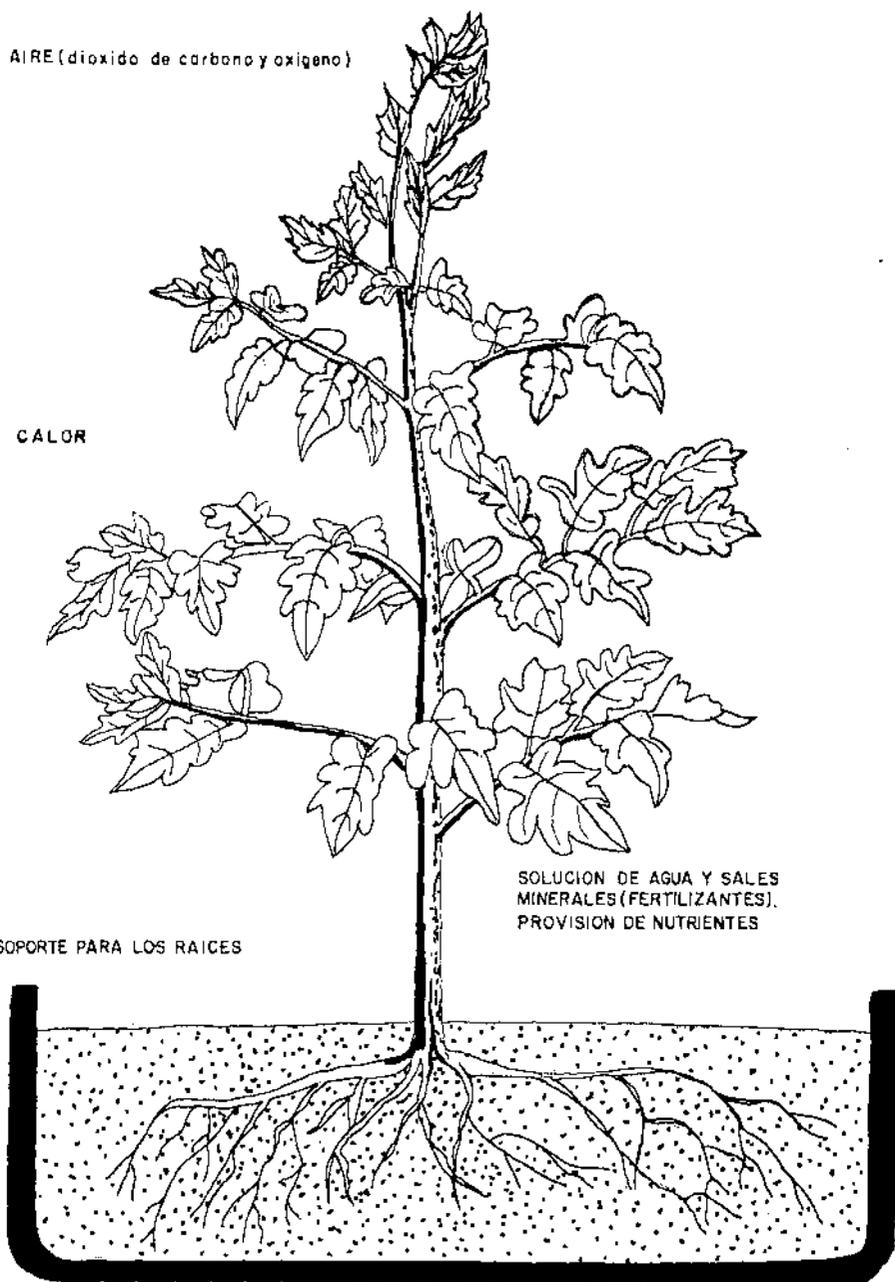
fig. 4

AIRE (dioxido de carbono y oxigeno)

CALOR

AGREGADO SOPORTE PARA LOS RAICES

SOLUCION DE AGUA Y SALES  
MINERALES (FERTILIZANTES).  
PROVISION DE NUTRIENTES



\* fuente (33)

depende principalmente de la especie de planta por ser cultivada, su ciclo vegetativo y el propósito para el cual se cultiva. (2)

Los recipientes deberán pintarse en su exterior con pintura de aluminio para no permitir el paso de luz en la solución nutritiva y con ello, evitar la formación de algas que afectan la composición de la solución. (10)

Para evitar el ahogamiento de las plantas, es importante la inyección de aire en la solución nutritiva; si se cultivan plantas de profuso sistema radicular, en recipientes pequeños, es necesaria una aireación especial en las soluciones. Por sus características botánicas y fisiológicas, las plantas difieren significativamente de sus requerimientos de aireación. (2)

Para la inyección del aire en la solución, se puede hacer uso de una bomba parecida a la de los acuarios, procurando regular el suministro perfectamente. (10)

PREPARACION DEL ALMACIGO HIDROPONICO: No es difícil en el cultivo hidropónico obtener plántulas sanas y vigorosas (1). -- Este sistema sin tierra es preferible al cultivo con ésta, cuando las plantas más tarde deban ser llevadas a una instalación de cultivo hidropónico. (3,1).

Se pueden emplear diferentes recipientes para realizar un pequeño almacigo hidropónico. Son utilizables para éste caso, tazones, platos hondos, cacerolas de vidrio o enlozadas, preferente de fondo plano y simples cajones pequeños de plástico o madera (3) Una vez llenados con la solución nutritiva, pueden colocarse en la parte alta un tejido de alambre como los de fiambarrera, de material plástico o un tul común de mosquitero. Lo esencial es que el diámetro de los agujeros permita el paso de las raicillas a medida -- que éstas se desarrollan. El tejido servirá de lecho a las semillas para que no se sumerjan demasiado en la solución nutritiva y

debe estar aplicado directamente con ésta.

Antes de colocar la semilla uniformemente repartidas sobre el tejido de sostén, se procurará que éste se encuentre firmemente extendido. (3)

El pequeño almácigo hidropónico se coloca en un sitio abrigado. (3) No son necesarios ni luz ni sol (3,19). Por lo común, la germinación comienza de inmediato. En el jitomate, el período aproximado de tiempo requerido para la germinación es de 11 días - con una temperatura ambiente de 29°C (3). Cuando han alcanzado -- una altura de 12 cms. aproximadamente, las plántulas estarán ya en condiciones de ser trasplantadas, lo que deberá hacerse con la mayor delicadeza. (3,19) En todos los casos, cuando las plántulas se encuentran muy pequeñas, se evitará que el sol fuerte y el viento den sobre los pequeños almácigos hidropónicos. (3)

EL ALMACIGO: Preparación.- Para la preparación del almácigo se recomienda levantar un cajete rectangular cuyos bordes tengan una altura de 20 cms. aproximadamente: las dimensiones del rectángulo serán de acuerdo a los objetivos. Se prepara una mezcla -- con arena de río, tierra y estiércol podrido y seco y se coloca en el interior del cajete una capa de dicha mezcla de 15 cms. de espesor. (27) La proporción de arena y estiércol se recomienda sea de 2 a 1 (28).

De acuerdo con la cantidad de plantas que se necesitan, el almácigo también puede prepararse en cajas de madera (60x30x15cms) con agujeros en el fondo para proporcionar un buen drenaje. (28)

FUMIGACION: La fumigación se puede hacer con bromuro de metilo en dosis de 1 libra para un almácigo de 1 metro de ancho -- por 10 metros de largo o bien para la misma superficie con formal -- al 1%, aplicando 20 litros por metro cuadrado o bien con Vapam, -- aplicando 1 libra de éste producto disuelto en 30 litros de agua. -- (27)

SIEMBRA: Después de fumigar (48 hrs.) el almácigo, se -- nivela la superficie y se hacen surquitos transversales con una -- profundidad de 1 a 2 cms.; la distancia de dichos surquitos puede -- ser ya sea de 5 cms. o de 10 cms. (27)

Una vez depositada la semilla, se tapan los surquitos y se les da una ligera apisonada. Enseguida se riega con suavidad, uti lizando una regadera de hoyos finos, teniendo cuidado de no desta -- par la semilla.

Ya que se ha regado el almácigo, se tapa con polietileno - oscuro, dejándose así hasta que se tenga más del 50% de nacencia - se deben exponer las plántulas a la luz del sol en un proceso pau -- latino. (27) Las plántulas deben mantenerse en la sombra hasta - que tengan una altura de aproximadamente 5 cms. después de lo cual se exponen a la luz del sol directamente. (19)

RIEGOS: Se aplica primeramente el riego para la nacencia o germinación, y una vez que se tenga más del 50% de nacencia, se riega diario en la mañana o en la tarde, teniendo cuidado de evi -- tar las plántulas suspendiéndoles de riego unos 5 ó 6 días para -- forzar el desarrollo de las raicillas. (27)

CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES: Es necesario tener -- mucho cuidado con la aparición de plagas (gusanos trozadores) o de enfermedades (Damping-off) para controlarlas inmediatamente. Para el ahogamiento o Damping-off, se recomienda suspender el riego por unos días y después regar con una solución de Captán al 50% H. en -- dósisis de 150 a 300 grs. (27)

EL CULTIVO DE JITOMATE EN INVERNADERO FAMILIAR: Medios de -- cultivo.- Romero (28), recomienda preparar el medio de cultivo -- adecuado con la finalidad de que la semilla germine bien y las --- plantas se desarrollen sin problemas; éste puede ser: suelo areno -- so o franco, de preferencia con materia orgánica y añade que, cuan

do el medio de cultivo sea suelo franco, la preparación del terreno es un paso muy importante antes de la siembra directa o el trasplante y deberá hacerse cuando el suelo esté manejable; de manera que se evite la formación de terrones grandes.

El trabajo se hace manual y con zapapico, pala recta o unbiello con dientes planos para removerlo, debe quedar mullido y -- sin terrones. Esto se logra con un azadón para romper los terrones y una tabla para nivelarlo. Continúa diciendo que, si el suelo es demasiado pesado o arcilloso, se añade estiércol bien podrido, seco y desmoronado a razón de 3 a 5 kilos por  $m^2$ , esto ayuda a conservar la tierra suelta y húmeda y además; sirve como abono.

**SIEMBRAS:** Primero, (28) cita que las semillas de hortalizas pueden sembrarse en almácigos o directamente donde serán cultivados.

La siembra directa se recomienda para todas aquellas semillas que por su tamaño no tienen problemas de germinación, sembrándolas directamente en el medio que van a germinar y teniendo cuidado de no darles una profundidad mayor de la recomendada (2 cms.)-- (28,27,3)

**DENSIDAD DE POBLACION:** Romero (25), cita a Díaz Avila, 1972 recomendando que las distancias entre las plantas para cultivos bajo invernadero y en condiciones hidropónicas para el jitamate sean: 30 x 30 cms. = 8 plantas/ $m^2$ .

**RIEGOS:** En 1976, Romero (25), obtuvo resultados sobre la aplicación del riego por goteo en invernaderos familiares y trabajó con el criterio de aplicar 7 litros de solución nutrimental por  $m^2$  de superficie de suelo. En base al 100% de evaporación diaria en el interior del invernadero, distribuidos en 3 riegos; el primero con solución nutrimental y los 2 siguientes con agua solamente.

ra del suelo, caracterfstica del cultivo anterior y/o contenido de humedad del terreno. (27)

TRAZO DE RIEGO Y PLANTACION (SURCOS)

TEXTURA	LONGITUD M.	ALTURA CMS.	DIST. ENTRE SI M.	PENDIENTE cm/100 m.
Areno-limosa	100	30	1.5	10

Las variedades de piso: homestead 24, homestead 61, homestead Élite, Ace, Ace VF 55, Roma, San Manzano. VF 1402, Super market, VF 36, se siembran a 1.50 m. de separación entre surcos y 30 cms. entre plantas. (29)

SIEMBRA: Se siembran 800 grs. de semilla en 15 m<sup>2</sup> de almácigo, con lo que se tendrán plantas suficientes para plantar una Ha. (27)

TRASPLANTE Y PLANTACION: A los 45-60 días de nacidas las plántulas están listas para el trasplante, el cual deberá efectuarse el mismo día de arrancarlas y durante las horas más frescas (27) Las plántulas deben aflojarse del almácigo con pala o bieldo y sacarse con cuidado para evitar daños en las raíces (29)

METODO DE PLANTACION: Manual, colocando una plántula cada 30 cms. a la mitad del total del surco. (27) Con ésta distancia entre plantas y la distancia entre surcos, el número de plantas en 100 m<sup>2</sup> será de 222. (Dato obtenido de la tabla para calcular el no. de plantas, (23), capítulo 5, página 115).

RIEGOS:

CUADRO DE RECOMENDACION DE RIEGOS (27)

RIEGO	INTERVALO APROXIMADO ENTRE RIEGO (DIAS)	LAMINA DE RIEGO (CMS.)
RIEGO DE PLANTACION	12	20
PRIMER RIEGO	20	10
SEGUNDO RIEGO	20	10
TERCER RIEGO	20	10
CUARTO RIEGO	20	10
QUINTO RIEGO	18	10
SEXTO RIEGO	24	10

FERTILIZACION: ZONAS: ALTIPLANO Y MEDIA.

TRATAMIENTO: 120-60-00

EPOCA DE APLICACION=  $\frac{\text{Aplicaciones (KG)}}{\text{Sulfato de Amonio} \quad \text{Superfosfato de -}} \text{ --- calcio triple.}$

8 días después del trasplante. 300 300

Antes de la 1a. escarda 300 ---

Fuente: (27)

Labores culturales.

REPLANTE: El replante se hace entre los 5 y 20 días de -  
efectuada la plantación. (27)

CULTIVOS Y DESHIERBES: Se dan escardas con maquinaria y -  
tracción animal hasta que lo permita el cultivo, haciendo limpiezas  
manuales (con azadón) alternando con gramoxone, aplicación dirigida  
al surco con camana, utilizando de 1 a 1.5 litros por hectárea  
en 400 litros de agua; aprovechando las escardas se ahorca el ---  
cultivo. (27)

COSECHA: El jitomate debe cosecharse en un estado verde-  
sazón o tres cuartos, rosado o rayado y maduro. (27) Una vez --  
iniciada la cosecha, los cortes se pueden hacer cada 7 días y a -  
veces cada 10 días. La duración de un plantío es muy variable, -  
pues se pueden hacer de 4 a 10 cortes en jitomates de piso. (27)

DISEÑOS EXPERIMENTALES: Diseño completamente aleatorio.- El diseño aleatorio es el más sencillo y se origina por la asignación aleatoria de tratamientos a un conjunto de unidades experimentales previamente determinadas. (30)

En éste diseño puede probarse cualquier número de tratamientos resulta deseable, aunque no esencial, asignar el mismo número de unidades experimentales a cada tratamiento. (30)

Las principales ventajas del diseño son la sencillez y la flexibilidad. Una de sus desventajas consiste en que algún otro diseño suele ser capaz de estimar el error estándar por unidad experimental (error experimental) con un mayor grado de precisión. (30)

La aleatorización completa o diseño completamente aleatorio puede ser apropiado: a) donde el material experimental es homogéneo b) donde es probable que una parte apreciable de las unidades se destruyan o no respondan; y c) en experimentos pequeños donde la mayor precisión de otros diseños no compensa la pérdida de grados de libertad de error. (31)

Este diseño tiene varias ventajas: 1) permite flexibilidad completa. Puede usarse cualquier número de tratamientos y repeticiones.

Puede variarse a voluntad el número de repeticiones de un tratamiento a otro. Todo el material experimental disponible puede usarse, lo cual es una ventaja en experimentos preliminares pequeños donde el material experimental de que se dispone es escaso.

2) el análisis estadístico es fácil, aún si el número de repeticiones no es el mismo para todos los tratamientos o si los errores experimentales difieren de un tratamiento a otro.

3) aún cuando los datos de algunas de las unidades o algunos tratamientos completos se hayan perdido o se rechacen por alguna causa, el método del análisis sigue siendo sencillo. Por otra parte, la pérdida relativa de

información debida a los datos faltantes, es de menos importancia que en cualquier otro diseño. (31)

La objeción principal a los diseños completamente al azar, estriba en su grado de precisión. (31)

**DISEÑO BLOQUES COMPLETOS AL AZAR:** La distribución de las parcelas y tratamientos al azar dentro del lote experimental, es conveniente para aminorar el error experimental (31). En el diseño de bloques completos al azar, los bloques son conjuntos de unidades experimentales dispuestas o seleccionadas con anterioridad a la asignación de tratamientos, de modo que la variabilidad existente es minimizada dentro de los bloques y maximizada entre los mismos. (30)

Comparado con el diseño completamente aleatorio, los grados de libertad para el error experimental se ven reducidos por el número de grados de libertad para los bloques. La variabilidad del bloque se elimina a partir del error experimental. Así cuanto mayor sea la variabilidad entre bloques, más eficiente será el proyecto en lo que se refiere a su capacidad para detectar posibles diferencias del tratamiento. (30)

**DISEÑO CUADRO LATINO:** La ventaja de la distribución en cuadro latino está en que las parcelas pueden agruparse en bloques de  $(n)$  parcelas, de dos maneras diferentes: Por filas y por columnas. De éste modo, al practicar el análisis estadístico, se pueden eliminar las variaciones de la fertilidad del suelo en dos direcciones perpendiculares, mientras que en la distribución al azar solo se elimina ésta variabilidad en un sentido. Por otra parte el cuadro latino permite evitar, en general, los efectos de la heterogeneidad del suelo más eficazmente que el método de distribución al azar, pues las parcelas de los distintos tratamientos están más diseminadas en el campo. (32)

Se requiere al menos tantas repeticiones como tratamientos existan. (30) Esto es un notable inconveniente porque lo hace poco flexible; cuando el número de tratamientos es muy pequeño solo pueden establecerse limitadas repeticiones. (32) Por regla general, los cuadros latinos dejan de ser prácticos con más de 8 tratamientos. (30) En realidad, éste método es solo recomendable para experiencias en que el número de tratamientos en comparación, varíe de 4 a 7. (32)

Solo cuando las hileras y las columnas varían apreciablemente, el diseño de cuadros latinos superará al de bloques completos al azar, en cuanto a la detección de diferencias de tratamientos(30).

DISEÑO DE PARCELAS DIVIDIDAS: El diseño de parcelas divididas - algunas veces resulta útil para un conjunto de tratamiento factorial de 2 factores. Respecto al diseño de bloques completos al azar, se pierde precisión al hacer comparación entre tratamientos de parcelas principales, pero frecuentemente ésta se mejora para - comparaciones entre tratamientos de subparcela dentro de tratamientos de parcela principal. (30)



III  
MATERIAL Y METODOS

LOCALIZACION Y CLIMATOLOGIA: El experimento se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara, ubicada en las Agujas municipio de Zapopan, Jalisco, situada a 20° y 43' latitud norte y 103° 23' longitud oeste de --- Greenwich, con una altitud de 1590 metros sobre el nivel medio del mar, el clima del lugar es semicálido y su fórmula climática según Koeppen, modificado por Enríqueta García es:

Awo (W) (E)g, cuyas siglas significan lo siguiente:

Awo es el más seco de los subhúmedos con el cociente P/T (precipitación/temperatura) menor que 43.2

(W) Régimen de lluvias de verano.

(E) Extremosa oscilación térmica entre 7 y 14°C.

g Marcha de temperatura tipo Ganges (la temperatura más alta se presenta antes del 21 de junio).

La temperatura media anual es de 22.9°C y la precipitación media anual es de 885.6 mm.

SUSTRATO: El sustrato utilizado únicamente fué arena, la cual se consiguió en la misma Facultad y se procedió a tratarla -- con formaldehído al 1% aplicándole 20 litros por m<sup>2</sup>.

#### EQUIPOS Y ENSERES:

- \* Un invernadero con estructura metálica y cobertura de fibra y plástico.
- \* 10 grs. de semillas de jitomate variedad ACEVF55.
- \* 2 litros de formaldehído al 40% para desinfectar el invernadero.
- \* 5 tambos de 200 litros.
- \* 3 m<sup>2</sup> de plástico para cubrir los tambos.
- \* 1 cubeta de plástico para 20 litros.
- \* 5 frascos de vidrio con capacidad de 1 litro.
- \* Todos los reactivos y fertilizantes indicados.
- \* Materiales de laboratorio necesarios para preparar las soluciones nutritivas.

- \* Rafia necesaria para el entutorado.
- \* Hojas de registro para la toma de datos.
- \* Una cámara fotográfica.
- \* Una cinta métrica.
- \* Una balanza analítica.
- \* Una balanza granataria.
- \* Equipo para limpieza (franela, escoba, etc.)
- \* Una manguera para regar.
- \* Una regadera.
- \* 100 bolsas de plástico para maceta.
- \* Papelería.
- \* Una carretilla.
- \* Dos cucharones.

DISEÑO EXPERIMENTAL: El diseño experimental que se --- utilizó fué bloques al azar con 4 repeticiones; la densidad de población fué de 100 plantas divididas en 4 tratamientos y el testigo. Los tratamientos fueron diferentes formulaciones de soluciones nutritivas:

SOLUCION 1 - HOAGLAND-ARNON (1939)

SOLUCION 2 - WEIHENSTEPHAN

SOLUCION 3 - WP de "OHIO STATE EXPERIMENT STATION"

SOLUCION 4 - 2D de la UNIVERSIDAD DE PURDUE (con fertilizantes comerciales)

El rendimiento en fruto, expresado en gr/planta, se consideró como evaluación del experimento, al obtener los resultados, - se calculó el análisis de varianza. Como datos secundarios, se observaron aparición de brotes laterales, color de hoja, porte de planta y aspecto y altura de la misma.

La densidad de población del experimento fué de 20 plantas por cada unidad experimental (100 plantas en total).

Area experimental: 7 m<sup>2</sup>.

SOLUCIONES NUTRITIVAS: Los tratamientos que se utilizaron en el estudio, fueron 4 diferentes formulaciones y soluciones nutritivas citadas por Hoagland y Arnon, Penningsfeld y Kurzman, Turner y Henry, Huterwal y otros autores. Al principio de nuestra investigación se tenia como base, todos los componentes citados por los anteriores autores pero al realizar el experimento nos encontramos con la dificultad de obtener todos los componentes, -- por lo que algunos fueron sustituidos por elementos que realizan un trabajo parecido. Los componentes, cantidades y concentraciones de cada una de ellas se indican a continuación:

#### ELEMENTOS MAYORES

##### SOLUCION 1 DE HOAGLAND-ARNON (1939).

REACTIVO	FORMULA	GRS/200 Lts. agua
Fosfato Acido de Potasio	$KH_2PO_4$	27.3
Nitrato de Potasio	$KNO_3$	101.1
Fosfato de Calcio	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	164
Sulfato de Magnesio	$Mg SO_4 \cdot 7H_2O$	98.52

##### SOLUCION 2 DE WEIHENSTEPHAN.

REACTIVO	FORMULA	GR/200 Lts. agua
Fosfato Acido de Potasio	$KH_2PO_4$	56.8
Nitrato de Potasio	$KNO_3$	83.2
Fosfato de Calcio	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	173.6
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	2.0
Sulfato de Magnesio	$Mg SO_4 \cdot 7H_2O$	75.6

SOLUCION 3 DE "OHIO STATE"

REACTIVO	FORMULA	GRS/200 Lts. agua
Sulfato de Magnesio	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	102.2
Fosfato Monocálcico	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	56.4
Nitrato de Potasio	$KNO_3$	121.6
Sulfato de Calcio	$CaSO_4$	242.8
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	22

SOLUCION 4 DE LA "UNIVERSIDAD DE PURDUE" (con fertilizantes comerciales)

REACTIVO O FERTILIZANTE	FORMULA	GRS/200 LTS. agua
Sulfato de Magnesio (Anhidro)	$MgSO_4$	13
Super Fosfato Triple	$CaH_4(PO_4)_3$	31
Nitrato de Potasio	$KNO_3$	220
Sulfato de Calcio (Agrícola)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	152
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$	28

En cada una de éstas 4 soluciones patrón, se añadió una -- solución complementaria de elementos menores, que proporcionó boro, -- manganeso, zinc, cobre y molibdeno, preparándose de la siguiente --- forma:

SOLUCION COMPLEMENTARIA DE ELEMENTOS MENORES:

REACTIVO	FORMULA	GRS/800 MT.
Acido Bórico	$H_3BO_3$	2.288
Cloruro de Manganeso	$MNCL_2 \cdot 4H_2O$	1.448
Sulfato de Zinc	$ZNSO_4 \cdot 7H_2O$	0.176
Sulfato de Cobre	$CUSO_4 \cdot 5H_2O$	0'064
Acido Molíbdico	$H_2MOO_4 \cdot H_2O$	0.016

NOTA: Todas éstas soluciones fueron modificadas de acuerdo a los elementos que se contaban en la Facultad, así por ejemplo el nitrato de calcio fué sustituido por fosfato de calcio y que al final fué el único elemento que se cambió.

Se añadieron 200 ml. de ésta solución complementaria de -- elementos menores en los 200 litros de cada tratamiento.

## CONDICIONES GENERALES DEL CULTIVO.

**EL INVERNADERO:** El invernadero hidropónico del vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara está construido sobre estructuras de perfilados metálicos, cubierto con material de fibra de vidrio. Todos los equipos mecánicos --- junto con los recipientes de cultivo, se distribuyeron de acuerdo a los cultivos y condiciones permisibles en la técnica. Antes de montar el cultivo, se procedió a limpiar la cobertura y el interior del invernadero. El invernadero está construido de tal forma que debido a la circulación del aire no permite el exceso de humedad y temperatura.

**PREPARACION DE LOS RECIPIENTES DE GERMINACION:** Para la preparación de los vasos donde se desarrolló la planta en sus primeros días, se utilizó arena tratada con formaldehído y regada cada tercer día con agua; aplicándole aproximadamente por vaso 50 c.c. los vasos se llevaron al laboratorio para ahí realizar la siembra y esperamos hasta que la planta alcanzó una altura aproximada de 10 cms. para así ser transplantada a las bolsas de plástico y llevarlas al invernadero. Los recipientes de cultivo y preparación de las soluciones nutritivas fueron bolsas de plástico para maceta, con una altura aproximada de 35 cms. y un diámetro de 25 cms., éstos fueron llenados con arena tratada con formaldehído y colocados en doble hilera por tratamiento (20 plantas), a la vez en la cabecera de cada tratamiento, se colocó un tambor con capacidad de 200-litros cuyo contenido fué la formulación que le correspondía a la doble hilera. Las diferentes soluciones se prepararon por separado, utilizando materiales de laboratorio perfectamente limpios y únicos para cada tratamiento. La secuencia para preparar cada solución nutritiva fué la siguiente: se lavaron los tambors perfectamente con detergente y agua, se sellaron los tambors por dentro con plástico; ya secos se procedió a colocar en los tambors la cantidad de sales requeridas por tratamiento y se empleó para pe--

sar cada una de éstas sales una balanza analítica y dos balanzas granetarias. Una vez añadidas las cantidades estipuladas, se agregaron los 200 litros de agua indicados y se agitó perfectamente la solución. Para preparar la solución complementaria de elementos menores, se siguió la misma secuencia, solamente que se utilizó un recipiente para un litro, de material de vidrio y las cantidades de reactivos indicados anteriormente. Cuando se prepararon ambas soluciones, se añadió a cada tratamiento 200 mls. de la solución complementaria de elementos menores. Para efectuar ésta operación, se utilizó un vaso de precipitado de 200 ml. y se agitó la solución. Con una muestra de la solución se determinó el p.H., utilizando un potenciómetro y solución Buffer para estandarizar previamente el aparato. El p.H. de la solución nutritiva se ajustó a un valor óptimo de 5.5 cuando el valor del p.H. de la solución nutritiva nos dió ligeramente superior al óptimo; se añadió en la solución nutritiva la cantidad de  $H_2SO_4$  0.1 N necesaria para obtener el valor deseado; cuando el valor nos dió inferior al óptimo, se añadió en la solución nutritiva NaOH 0.1N para corregirlo. Una vez efectuadas todas éstas operaciones, se obtuvo finalmente la solución nutritiva para emplearse en el cultivo.

7

TRASPLANTE: Cuando las plántulas alcanzaron una altura aproximada de 10 cms. se trasplantaron a los recipientes del cultivo. Antes de vaciar las plántulas de los vasos, se humedeció la arena -- del vaso y se rompió el vaso con una tijeras, ésto con el objeto -- de sacar con facilidad los brotes y de evitar los daños a las raíces. Se colocaron tres plántulas por cada bolsa, evitando que -- las raíces quedaran hechas nudo, se llenó la bolsa completamente -- de arena y se colocaron de acuerdo a su tratamiento, se le siguió -- regando con agua durante una semana para que el cambio no les afec -- tara. Para los primeros días, los daños de las plántulas, ya -- sea por alguna infección o acame, se consideraron normales. Las -- plantas dañadas fueron reemplazadas por otras.

TIPO DE AGUA: Se utilizó agua común en la solución nutritiva y -- se realizó un estudio del agua para así darnos una idea de los --- nutrientes que hicieron falta y de ésta manera pudimos solucionar -- la falta de algún nutriente; ésto es un factor importante puesto -- que encontramos una diferencia mínima con la destilada y se puede -- utilizar el agua común para las soluciones y así evitamos un fuer -- te gasto en la compra de agua destilada.

CONDUCCION DEL EXPERIMENTO: La siembra se realizó a chorrillo -- directamente a 100 vasos el día 4 de abril de 1988 a las 17:00 --- horas, y se dió un riego con agua aproximadamente 50 c.c. por vaso A partir de ahí se regó cada tercer día.

GERMINACION: El día 22 de abril (18 días después de la siembra) germinó el 80% de la semilla.

↑ TRASPLANTE: La fecha de trasplante se presentó 35 días después -- de la siembra o sea el día 9 de mayo a las 17:00 hrs., dándole rie -- go de 250 ml. de agua por planta durante 10 días para así empezar -- con las soluciones el día 20 de mayo. Los sábados se dieron rie -- gos con agua para así limpiar el sustrato de algunos minerales que -- hubieran quedado; se dejó descansar las plantas los domingos y así

comenzamos de lunes a viernes con la solución.

APARICION DE PRIMERAS HOJAS VERDADERAS, BROTES LATERALES Y FLORACION: La fecha de aparición de las primeras hojas verdaderas fué el día 6 de mayo o sea 3 días antes del trasplante; los brotes laterales aparecieron el día 24 de mayo ésto es, 15 días después del trasplante, y la floración se dió el día 21 de julio correspondiente a 73 días después del trasplante.

FECHA DE ENTUTORADO: La fecha de entutorado fué el día 7 de junio, 29 días después del trasplante; para éste efecto, el material utilizado fué rafia y unos cables de alambres para sostener la rafia. Las plantas fueron sujetadas en el cuello de su tallo principal.

APARICION DE BROTES LATERALES: La aparición de los brotes laterales fué en un 80% el día 24 de mayo, 15 días después del trasplante.

PODA: La poda se realizó el día 12 de julio, 61 días después del trasplante, empleando el método de poda normal, que consiste en dejar un tallo principal y un hijo de los que brotan en las axilas de las hojas de ése tallo; para éste brazo se colocó verticalmente otro soporte de rafia.

COLOR DE HOJA: El día 9 de agosto, 92 días después del trasplante, se presentaron algunas deficiencias de nitrógeno y se observaron manchas amarillas pareciendo ser clorosis.

PORTE, PLANTA Y ASPECTO: En general, el porte de la planta fué bueno, ya que si bien cuando comenzaron a atacarlas algunas plagas, las plantas comenzaron a resistir el ataque y como consecuencia, hubo un pequeño decaimiento y amarillamiento. Estas lograron recuperarse rápidamente, debido a las medidas de prevención y combate que se llevó a efecto con los productos agroquímicos que en el cuadro siguiente se nombran:

**CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES:** Las plagas que se presentaron y su control se menciona a continuación en orden de aparición, ya que propiamente enfermedades no hubo, puesto que se tomaron medidas de prevención sobre todo para la fongosis aplicándose aspersiones de Kimeb 80.

Mayo 27 (53 días después de la siembra) se detectó el minador de la hoja (*Liriomyza* spp), al principio se combatió con Sevin 80 para detenerlo un poco y después se combatió con ---- Malathión 50 y se logró eliminar totalmente el 31 de julio (65 días después de la aparición).

Agosto 7 (125 días después de la siembra), se -- detectó la mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* west), se combatió con Foley pero no se obtuvo el resultado que se esperaba y la mosquita blanca se reprodujo de tal forma, que creímos casi imposible eliminarla, puesto que ya se acercaba el tiempo de la cosecha y se tomó la decisión de aplicar Diazinón con una dosis un poco elevada y con mochila aspersora se logró eliminarla en un 85%, para el día 10 de septiembre (34 días después de su aparición.)

**COSECHA:** Los frutos mostraron síntomas de madurez el día 29 de agosto (147 días después de la siembra), comenzando a cosechar el día 6 de septiembre (155 días después de la siembra) y terminando de cosechar el día 29 de septiembre (23 días después de iniciar la cosecha), llevando un control de peso y tamaño del fruto de acuerdo al tratamiento y sus repeticiones.

**RIEGOS:** Los riegos se realizaron en dos formas o tipos, uno con solución nutritiva en el período semanal de lunes a viernes y el otro con agua de la llave todos los sábados y domingos. Se dejaba descansar éste último día a las plantas; esto se hizo con el fin de que no hubiera acumulación de sales que en un momento dado en lugar de ayudarle a la planta la pudiera perjudicar. La aplicación tanto de agua como de tratamiento fue de 250 ml. por planta y a continuación presentamos el análisis del agua:

APLICACION AGROQUIMICOS

Cuadro # 1

FECHA	PRODUCTO	DOSIS/REPETICION	DOSIS TOTAL EXPERIMENTO
Mayo 31/88	Servin 80	7.5 ml.	5 gr/1 lt. de agua
Junio 3/88	Kimeb 80	7.5 ml.	10 gr/7 lts. de agua
Junio 7/88	Sevin 80	7.5 ml.	5 gr/1 lt. de agua
Junio 10/88	Sevin 80	7.5 ml.	5 gr/1 lt. de agua
Junio 10/88	Kimeb 80	7.5 ml.	10 gr/7 lts. de agua
Junio 14/88	Sevin 80	7.5 ml.	5 gr/1 lt. de agua
Junio 16/88	Malathion 50	7.5 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Junio 22/88	Malathion 50	7.5 ml.	5 cc/1 lt. de agua.
Junio 29/88	Malathion 50	7.5 ml.	5 cc/1 lt. de agua.
Julio 21/88	Malathion 50	7.5 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Julio 26/88	Malathion 50	7.5 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Agosto 2/88	Kimeb 80	15 ml.	10 gr/1 lt. de agua
Agosto 9/88	Kimeb 80	15 ml.	10 gr/1 lt. de agua
Agosto 9/88	Foley	15 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Agosto 22/88	Kimeb 80	15 ml.	10 gr/1 lt. de agua
Agosto 22/88	Foley	15 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Agosto 26/88	Foley	15 ml.	5 cc/1 lt. de agua
Septiembre 8/88	Diazinón	250 ml.	37.5 cc/5 lts. de agua

El diazinón se aplicó con una sola aspersión con mochila aspersora, mientras que -- los demás productos agroquímicos se aplicaron con bomba de mano .

FECHAS DE RIEGO EN AGUA

Cuadro # 2

MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
9	4	2	6	3
10	11	9	13	10
11	18	16	20	17
12	25	23	27	24
13		30		
14				
16				
17				
18				
19				
21				
28				

- A partir del trasplante.
- En total 29 riegos de 250 ml/planta.

FECHA DE RIEGOS CON SOLUCION NUTRITIVA POR PLANTA DE JITOMATE.

MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
20	1	4	1	2
23	3	6	3	5
25	6	8	5	7
27	8	11	8	9
30	10	13	10	12
	13	15	12	14
	15	18	15	16
	17	20	17	19
	20	22	19	21
	22	25	22	23
	24	27	24	26
	27	29	26	
	29		29	
			31	

CUADRO # 3

T o t a l : 13,750 ml/planta.

55 Riegos en total de 250 ml. por planta .

---A partir de 10 días después del trasplante.

# SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS



COMITE TECNICO ASESOR CUENCA LERMA-CHAPALA-SANTIAGO  
 LABORATORIO REGIONAL DE SUELOS Y APOYO TECNICO  
 RESIDENCIA REGIONAL EN GUADALAJARA, JAL.

ORD. 433

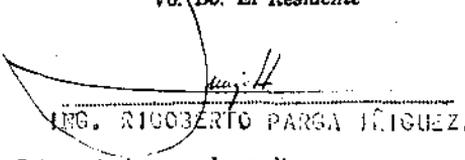
LABORATORIO DE AGUAS  
 ANALISIS DE AGUAS CON FINES DE RIEGO

REC. 168

Muestra No.	UNICA	Fecha Muestreo	Fecha Análisis	10/V/88
Proyecto	FACULTAD DE AGRICULTURA		U. DE G.	
Remitida por:	MARTIN RUIZ NUÑO.			
Municipio	ZAPOPAN.	Estado	JALISCO.	
pH			6.6	
Conductividad Eléctrica en micro-mhos/cm a 25°C		90	-	
Conductividad Eléctrica en mili-mhos/cm a 25°C		0.09		(A)
Cationes Totales en meq/l		0.26		(B)
Iones (Ca + Mg) en meq/l (EDTA)		0.10		(C)
Calcio en meq/l (EDTA)		0.04		
Magnesio en meq/l (EDTA)		0.06		
Potasio en meq/l (Flamometría)		0.04		
Sodio en meq/l (Flamometría)		0.32		
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)		3.73		
Aniones Totales en meq/l = B		0.32		
Cloruros en meq/l (mhor-Argentometría)		0.04		
Sulfato en meq/l (Espectrofotometría)		0.0		
Carbonatos en meq/l (Warder-fenoltaleína)		0.0		
Bicarbonatos en meq/l (Warder-Anaranjado de Metilo)		0.58		
Hidroxilos en meq/l (Warder-Cálculo)		-		
Iones (CO <sub>3</sub> + HCO <sub>3</sub> ) en meq/l (Cálculo)		0.58		(D)
Carbonato de Sodio Residual en meq/l = D-C.		0.78		
Boro p.p.m. (Espectrofotometría)		0.00		
Clasificación del Agua		C-3		
Otras determinaciones				

Vo. Bo. El Residente

El Encargado del Laboratorio

  
 ING. RIGOBERTO PARGA TRIGUEZ.

  
 SR. LETICIAN VILLARINO MIRANDA.

Interpretaciones a la vuelta.

b.g.p.

INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA. Clasificación del agua:

C1S1.- Son aguas de baja salinidad que pueden usarse para riego en la mayor parte de los cultivos, en casi cualquier tipo de suelo con muy poca probabilidad de que se desarrolle salinidad. Se necesita algún lavado pero éste se logra en condiciones normales de riego, excepto en suelos de muy baja permeabilidad. También son aguas bajas en sodio que pueden usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. Los cultivos sensibles -- (algunos frutales) pueden ser perjudicados.

Conductividad eléctrica = 90 micromhos a 25°C/cm.

Concentración de sal Gr./Lto. menor a 0.2

$$CE=90 \quad RAS = \frac{Na}{V \frac{Ca + Mg}{2}}$$

Ca=0.04 Meq/L (EDTA)

Na=0.82 Meq/L (Flamometría)

Mg=0.06 Meq/L (EDTA)

$$RAS = \frac{0.82}{V \frac{0.04 + 0.06}{2}} = 3.66 \text{ Meq/Lto.}$$

M Mhoms/cm.

Agua baja en sodio - 0-10-3.66 Meq./Lto.

CARBONATO DE SODIO RESIDUAL (RSC).

La presencia de iones carbonato y bicarbonato en el agua de riego afecta al ras de la solución del suelo. Como las sales -- prácticamente no se eliminan, la concentración salina del agua -- del suelo aumenta de manera que pueden alcanzarse los límites de solubilidad de los carbonatos y bicarbonatos del calcio y magnesio.

Cuando ésto ocurre, éstas sales se precipitan, lo que retira parte del calcio y magnesio de la solución del suelo y en consecuencia aumenta la proporción de sodio y el correspondiente-RAS.

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg).$$

$$RSC = (0.0 + 0.88) - (0.04 + 0.06) = 0.78 \text{ Meq/Lt.}$$

1.25 0.78 RSC Agua buena para el riego.

Aguas que contengan más de 2.5 Meq/Lt. de "Carbonato de Sodio Residual", no son aprovechables para fines de riego. Aguas que contengan de 1.25 a 2.5 Meq/Lt. son marginales y aquellas que contengan menos de 1.25 son seguras.

#### CONTENIDO EN BORO

El boro es un constituyente de la mayoría de las aguas de riego, en las que está presente en concentraciones que van desde trazas, hasta varias partes por millón (PPM).

Boro ppm (Espectrofotometría) --- 0.00

Cualquier tipo de cultivo por muy sensible que sea, se sostiene perfectamente con éste tipo de agua de riego.

Indices menores.-

#### PROPORCION NOCIVA DEL CLORO

$$CLP = \frac{CL + NO_3}{CO_3 + HCO_3 + SO_4 + CL + NO_3} \times 100 \text{ Meq/Lt.}$$

$$CLP = \frac{0.04 + 0.0}{0.88 + 0.0 + 0.04 + 0.0} \times 100 = 4.347 \text{ Meq/Lt.}$$

4 - - 7 = Agua buena para riego.

- Con lavados se quita el cloro o también con sobre riegos y con riegos.

## INDICE DEL MAGNESIO

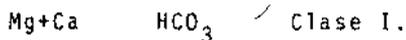
Cuando el magnesio se encuentra en la solución del suelo en altas concentraciones, se producen ciertos efectos tóxicos. -- Una adherencia excesiva de magnesio afecta el suelo desfavorablemente y puede inducir deficiencias de calcio en los cultivos.

$$IMG = \frac{Mg}{Ca+Mg} \times 100 = \frac{0.06}{0.04+0.06} \times 100 = 60 \text{ Meq/Lt.}$$

60 50 Se considera peligrosa el agua en proporciones abundantes.

## PROPORCION DE SULFATOS Y CARBONATOS.

El ion calcio aportado por el agua de riego, al concentrarse la solución del suelo puede ser eliminado al precipitar en forma de carbonato, bicarbonato o sulfato. Igualmente ocurre con el magnesio que puede precipitar en forma de carbonato o bicarbonato. Cuando disminuyen las concentraciones de calcio y magnesio, aumenta el RAS y el riesgo de sodificación del suelo.



Clase I. Cuando ésta agua se concentra en el suelo, el magnesio y el calcio precipitan en forma de carbonatos ( $CO_3$ ). Todo el sodio y el potasio permanecen en la solución lo que aumenta el RAS (Relación Adsorción Sodio).

LISTA DE SOLUCIONES DE ELEMENTOS MAYORES

SOLUCION 1 DE "HOAGLAND-ARNON"

REACTIVO	FORMULA	PPM/200 LTS.AGUA		PPM TOTALES
FOSFATO ACIDO DE POTASIO	$KH_2PO_4$	K-39	P-31	K-234
NITRATO DE POTASIO	$KNO_3$	K-195	N-70	P-131
FOSFATO DE CALCIO	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	Ca-129	P-100	Ca-129
SULFATO DE MAGNESIO	$Mg SO_4 \cdot 7H_2O$	S-64	Mg-48	N-70
				Mg-48
				S-64

SOLUCION 2 DE "WEIHENSTEPHAN"

FOSFATO ACIDO DE POTASIO	$KH_2PO_4$	K-81.5	P-64.7	K-242.1
NITRATO DE POTASIO	$KNO_3$	K-160.6	N-57.6	P-170.7
FOSFATO DE CALCIO	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	Ca-136.6	P-106	Ca-136.6
SULFATO DE AMONIO	$(NH_4)_2SO_4$	N-1	S-2.5	N-58.6
SULFATO DE MAGNESIO	$Mg SO_4 \cdot 7H_2O$	Mg-36.8	S-49	Mg-36.8
				S-51.5

SOLUCION 3 DE "OHIO STATE"

SULFATO DE MAGNESIO	$Mg SO_4 \cdot 7H_2O$	Mg-49.7	S-66.3	K-234.7
FOSFATO MONOCALCICO	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	Ca-44.4	P-34.3	P-34.3
NITRATO DE POTASIO	$KNO_3$	K-234.7	N-84.2	Ca-401.4
SULFATO DE CALCIO	$Ca-SO_4$	Ca-357	S-285.6	N-95.8
SULFATO DE AMONIO	$(NH_4)_2SO_4$	N-11.6	S-26.6	Mg-49.7
				S-378.5

SOLUCION 4 DE LA "UNIVERSIDAD DE PURDUE"  
(CON FERTILIZANTES COMERCIALES).

FERTILIZANTE	FORMULA	PPM/200 LTS.AGUA	PPM TOTALES
SULFATO DE MAGNESIO (ANHIDRO)	Mg SO <sub>4</sub>	Mg-13 S-17.3	K-424.7
SUPERFOSFATO TRIPLE	Ca H <sub>4</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	Ca-26.5 P-20.5	P-20.5
NITRATO DE POTASIO	KNO <sub>3</sub>	K-424.7 N-152.4	Ca-203.2
SULFATO DE CALCIO (AGRICOLA)	Ca SO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	Ca-176.7 S-141.4	N-167.2
SULFATO DE AMONIO	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	S-33.9 N-14.8	Mg-13 S-192.6

SOLUCION COMPLEMENTARIA DE ELEMENTOS MENORES

REACTIVO	FORMULA	PPM/800 MLS.AGUA	PPM/200 LTS.AGUA
ACIDO BORICO	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B-507.429	B-2.029
CLORURO MANGANOSO	MnCl <sub>2</sub> -4H <sub>2</sub> O	Mn-502.777	Mn-2.011
SULFATO DE ZINC	ZnSO <sub>4</sub> -7H <sub>2</sub> O	Zn-49.652	Zn-0.198
SULFATO DE COBRE	CuSO <sub>4</sub> -5H <sub>2</sub> O	Cu-20.320	Cu-0.081
ACIDO MOLIBDICO	H <sub>2</sub> MOO <sub>4</sub> -H <sub>2</sub> O	MO-10.666	MO-0.042

IV

"RESULTADOS Y DISCUSIONES"

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación estuvieron basados principalmente en la diferencia de rendimientos que se obtuvieron en las 4 formulaciones y el testigo, ya que, -- aunque es importante, los comportamientos fisiológicos de las --- plantas se tomaron como datos secundarios y nuestro objetivo principal es el de saber cuál es el tratamiento con mayor rendimiento.

En base al rendimiento que se obtuvo con las diferentes - soluciones nutritivas aplicadas se efectuó el análisis de varian- za.

### TAMAÑO DEL FRUTO

TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	REPETICION 4	$\bar{X}$ cms.	S
Univ.Purdue	5.163 cms.	6.114 cms.	5.5 cms.	6.1 cms.	5.71925	0.4684
Hoagland-Ar- non	5.661 cms.	6.262 cms.	5.562 cms.	5.854 cms.	5.83475	0.3095
Univ.Ohio State	5.316 cms.	5.358 cms.	5.3 cms.	6.05 cms.	5.506	0.3634
Wöihenste- phan	6.2 cms.	6.54 cms.	5 cms.	5.662 cms.	5.8505	0.6724

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F'S CALCULADAS
TRATAMIENTOS	3	0.4590454	0.1530151	0.8392101
REPETICIONES	3	1.680359	0.5601196	3.071971
ERROR EXPERI- MENTAL	9	1.640991	0.1823324	
TOTALES	15	3.780396		

PROMEDIO GENERAL: 5.759188

COEFICIENTE DE VARIACION: 7.414308

PROMEDIOS DE TRATAMIENTO ORDENADOS DECRECIENTEMENTE.

La media del tratamiento # 4 es 5.8505  
 La media del tratamiento # 2 es 5.83475  
 La media del tratamiento # 1 es 5.71925  
 La media del tratamiento # 3 es 5.506

PESO DEL FRUTO

TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	REPETICION 4	$\bar{X}$ gr.	S
Univ. Purdue	936.7 gr.	597.6 gr.	1149.4 gr.	153.2 gr.	709.2251	434.78
Hoagland-Arnon	1007.8 gr.	740.5 gr.	616.3 gr.	823.4 gr.	797	164.29
Univ. Ohio State	551.4 gr	1542.8 gr.	562.5 gr.	581.8 gr.	809.5001	488.94
Weihenstephan	1014.6 gr.	669.9 gr.	301.7 gr.	615.2 gr.	650.35	292.06

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMAS DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F'S CALCULADAS
TRATAMIENTOS	3	68,218	22,739.34	0.1603262
REPETICIONES	3	344,917	114,972.3	0.8106253
ERROR EXPERIMENTAL	9	1'276,485	141,831.7	
TOTALES	15	1'689,620		

PROMEDIO GENERAL:	741.5188
COEFICIENTE DE VARIACION:	50.7884

Promedios de tratamiento ordenados decrecientemente.

La media del tratamiento # 3 es 809.5001

La media del tratamiento # 2 es 797

La media del tratamiento # 1 es 709.2251

La media del tratamiento # 4 es 650.35

Si se analizan éstos resultados se puede observar que en realidad no existe mucha diferencia en la producción de cada uno de los tratamientos, -- pero al observar la desviación estándar, se ve claramente que la mejor solución -- nutritiva fué la de Hoagland-Arnon, además, en la práctica los frutos producidos -- por el tratamiento al que se le aplicó dicha solución, resultaron de un tamaño y -- peso uniforme, lo cuál no sucedió con los demás tratamientos, al ver el coeficiente de variación tan alto y los resultados en el análisis de varian~~za~~ observamos que no hubo diferencia entre tratamientos. Al realizar el cálculo de acuerdo a la -- superficie que se sembró y a la producción que se obtuvo, se tuvieron los siguientes resultados:

TRATAMIENTOS	SUPERFICIE	PRODUCCION	PRODUCCION/Ha (1 CORTE)
Univ. Purdue	1.25 m <sup>2</sup>	2,836.9 grs.	22.69 toneladas
Hoagland-Arnon	1.25 m <sup>2</sup>	3,188 grs.	25.50 toneladas
Univ. Ohio State	1.25 m <sup>2</sup>	3,238.5 grs.	25.90 toneladas
Weihenstephan	1.25 m <sup>2</sup>	2,601.4 grs.	20.81 toneladas

Duración de la cosecha: 21 días.

Si se toma en cuenta que éstos resultados se obtuvieron en un solo corte y que al jitomate se le dan por lo menos 3 cortes, se puede concluir que se obtuvo muy buena producción ya que aunque se tuviera una pérdida en los demás cortes de un 10 a un 15% la producción sería mucho mayor que en un cultivo con aplicaciones de fertilizante normal, ya que normalmente por hectárea se producen de 40 a 45 toneladas de jitomate y aquí estamos hablando de por lo menos 60 toneladas por hectárea. Otro aspecto importante en el presente estudio, es el hecho de que el testigo que llevaba las aplicaciones normales de fertilización no se pudo adaptar al

medio que se le impuso y por lo tanto las plantas se marchitaron, por lo que aquí se ve claramente que se puede producir jitomate en otros medios siempre y cuando se le den los nutrientes que la planta misma requiera.

"HOAGLAND ARNON"

OBSERVACION	REP. 1	REP. 2	REP. 3	REP. 4
Fecha de siembra	4 Abril	4 Abril	4 Abril	4 Abril
Fecha de germinación y % (75%)	22 Abril	22 Abril	22 Abril	22 Abril
Fecha de trasplante	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo
Fecha de aparición las. hojas verd.	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo
Mayo 24 crecimiento No. 1	12 cms.	12 cms.	13 cms.	12 cms.
Mayo 27 crecimiento No. 2	13 cms.	13 cms.	14 cms.	13 cms.
Junio 3 crecimiento No. 3	17 cms.	19 cms.	18 cms.	16 cms.
Junio 10 crecimiento No. 4	24 cms.	26 cms.	26 cms.	24 cms.
Junio 24 crecimiento No. 5	55 cms.	63 cms.	56 cms.	60 cms.
Julio 8 crecimiento No. 6	90 cms.	90 cms.	96 cms.	93 cms.
Julio 22 crecimiento No. 7	150 cms.	140 cms.	142 cms.	136 cms.
Agosto 5 crecimiento No. 8	175 cms.	175 cms.	175 cms.	175 cms.
Fecha de floración	21 Julio	21 Julio	21 Julio	21 Julio
Fecha de entutonado	8 Junio	8 Junio	9 Junio	9 Junio
Aparición de brotes laterales	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo
Color de hojas	El 9 de Agosto se presentaron algunas deficiencias de Nitrógeno y aparecieron manchas amarillas pareciendo ser clorosis pero al notener las PPM requeridas de Nitrógeno, las plantas se resintieron un poco.			
Porte planta y aspecto	Mayo 20 plantas con hojas amarillas y se aplicó un -- nutriente y para Mayo 25 ya están totalmente recuperadas. Agosto 9 aparición en las hojas de manchas amarillas por deficiencia de Nitrógeno, las PPM no son las óptimas.			

\*\* Nutriente aplicado paracialmente para la recuperación de las plantas:

200 ml. por planta	-	Sulfato de Mg.	-	7.56 gr.
		Sulfato de Ca.	-	5.68 gr.
		Nitrato de K.	-	8.32 gr.
		Fosfato de K.	-	17.36 gr.
		Nitrato de Amonio	-	0.20 gr.

"WEIHENSTEPHAN"

Cuadro # 5.

OBSERVACION	REP. 1	REP. 2	REP. 3	REP. 4
Fecha de siembra	4 Abril	4 Abril	4 Abril	4 Abril
Fecha de germinación y % (75%)	22 Abril	22 Abril	22 Abril	22 Abril
Fecha de trasplante	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo
Fecha de aparición las. hojas verdaderas.	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo
Mayo 24 crecimiento No. 1	12 cms.	13 cms.	11 cms.	13 cms.
Mayo 27 crecimiento No. 2	13 cms.	15 cms.	13 cms.	15 cms.
Junio 3 crecimiento No. 3	20 cms.	21 cms.	16 cms.	22 cms.
Junio 10 crecimiento No. 4	24 cms.	24 cms.	24 cms.	26 cms.
Junio 24 crecimiento No. 5	54 cms.	64 cms.	56 cms.	60 cms.
Julio 8 crecimiento No. 6	100 cms.	100 cms.	100 cms.	96 cms.
Julio 22 crecimiento No. 7	147 cms.	147 cms.	148 cms.	140 cms.
Agosto 5 crecimiento No. 8	180 cms.	180 cms.	180 cms.	180 cms.
Fecha de floración	21 Julio	21 Julio	21 Julio	21 Julio
Fecha de entutorado	7 Junio	7 Junio	8 Junio	8 Junio
Aparición de brotes laterales	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo
Color de hojas	El 9 de Agosto se presentaron algunas deficiencias de Nitrógeno y aparecieron manchas amarillas pareciendo ser clorosis pero al no tener las PPM de Nitrógeno requeridas, las plantas lo resientieron un poco.			
Porte planta y aspecto	Mayo 20 plantas con hojas amarillas y se aplicó un -- nutriente y para Mayo 25 ya están totalmente recuperadas. Agosto 9 aparición en las hojas, manchas amarillas -- por deficiencia de Nitrógeno, las PPM no son las óptimas.			

\*\* Nutriente aplicado parcialmente para la recuperación de las plantas:

200 ml. por planta -	Sulfato de Mg.	-	7.56 gr.
	Sulfato de Ca.	-	5.68 gr.
	Nitrato de K.	-	8.32 gr.
	Fosfato de K.	-	17.36 gr.
	Nitrato de Amonio	-	0.20 gr.

OBSERVACION	REP. 1	REP. 2	REP. 3	REP. 4
Fecha de siembra	4 Abril	4 Abril	4 Abril	4 Abril
Fecha de germinación y % (75%)	22 Abril	22 Abril	22 Abril	22 Abril
Fecha de trasplante	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo
Fecha de aparición las hojas verdaderas	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo
Mayo 24 crecimiento No. 1	14 cms.	13 cms.	13 cms.	13 cms.
Mayo 27 crecimiento No. 2	15 cms.	16 cms.	16 cms.	16 cms.
Junio 3 crecimiento No. 3	21 cms.	22 cms.	22 cms.	20 cms.
Junio 10 crecimiento No. 4	26 cms.	27 cms.	27 cms.	27 cms.
Junio 24 crecimiento No. 5	66 cms.	56 cms.	68 cms.	67 cms.
Julio 8 crecimiento No. 6	103 cms.	110 cms.	103 cms.	100 cms.
Julio 22 crecimiento No. 7	167 cms.	150 cms.	150 cms.	155 cms.
Agosto 5 crecimiento No. 8	180 cms.	180 cms.	180 cms.	180 cms.
Fecha de floración	18 Julio	18 Julio	18 Julio	18 Julio
Fecha de entutorado	7 Junio	7 Junio	7 Junio	7 Junio
Aparición de brotes laterales	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo
Color de hojas	El 9 de Agosto se presentaron algunas deficiencias de Nitrógeno y aparecieron manchas amarillas pareciendo ser clorosis pero al no tener las PPM de Nitrógeno -- requeridas, las plantas lo resintieron un poco.			
Porte planta y aspecto	20 Mayo - Planta 6 con hojas amarillas y se aplicó un nutriente y para Mayo 25 ya estaban totalmente recuperadas. Agosto 9, aparición en las hojas de manchas amarillas por deficiencia de Nitrógeno, las PPM no son las óptimas.			

\*\* Nutriente aplicado parcialmente para la recuperación de las plantas:

200 ml. por planta - Sulfato de Mg.	-	7.56 gr.
Sulfato de Ca.	-	5.68 gr.
Nitrato de K.	-	8.32 gr.
Fosfato de K.	-	17.36 gr.
Nitrato de -----		
Amonio	-	0.20 gr.

**REPORTE DE ANOMALIAS**

**CUCBA**

**A LA TESIS:**

**LCUCBA02942**

**Autor:**

**Gonzalez Hernandez Roberto Arturo**

**Tipo de Anomalia:**

**Errores de Origen:**

**Falta pagina 87**

Cuadro # 7

## 2D "UNIVERSIDAD DE PURDUE"

OBSERVACION	REP. 1	REP. 2	REP. 3	REP. 4
Fecha de siembra	4 Abril	4 Abril	4 Abril	4 Abril
Fecha de germinación y % (75%)	22 Abril	22 Abril	22 Abril	22 Abril
Fecha de trasplante	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo
Fecha de aparición las. hojas verdaderas	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo
Mayo 24 crecimiento No. 1	11 cms.	11 cms.	12 cms.	13 cms.
Mayo 27 crecimiento No. 2	14 cms.	13 cms.	14 cms.	13 cms.
Junio 3 crecimiento No. 3	17 cms.	17 cms.	18 cms.	18 cms.
Junio 10 crecimiento No. 4	24 cms.	24 cms.	23 cms.	23 cms.
Junio 24 crecimiento No. 5	53 cms.	62 cms.	64 cms.	54 cms.
Julio 8 crecimiento No. 6	88 cms.	85 cms.	102 cms.	95 cms.
Julio 22 crecimiento No. 7	140 cms.	139 cms.	137 cms.	148 cms.
Agosto 5 crecimiento No. 8	170 cms.	170 cms.	170 cms.	170 cms.
Fecha de floración	21 Julio	21 Julio	21 Julio	21 Julio
Fecha de entutorado	7 Junio	7 Junio	7 Junio	7 Junio
Aparición brotes laterales	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo	24 Mayo
Color de hojas	El 9 de Agosto se presentaron algunas deficiencias de Nitrógeno y aparecieron manchas amarillas pareciendo ser clorosis, pero al no tener las PPM de Nitrógeno - requeridas, las plantas se resintieron un poco.			
Porte planta y aspecto	Mayo 20, plantas con hojas amarillas y se aplicó un - nutriente y para Mayo 25 ya están totalmente recupera das.			
	Agosto 9, aparición en las hojas de manchas amarillas por deficiencia de Nitrógeno, las PPM no son las ópti mas.			

\*\* Nutriente aplicado parcialmente para la recuperación de las plantas:

200 ml. por planta -	Sulfato de Mg.	-	7.56 gr.
	Sulfato de Ca.	-	5.68 gr.
	Nitrato de K.	-	8.32 gr.
	Fosfato de K.	-	17.36 gr.
	Nitrato de Amonio	-	0.20 gr.

T E S T I G O

Cuadro # 8

OBSERVACION	REP.1	REP.2	REP.3	REP.4.
Fecha de siembra	4 Abril	4 Abril	4 Abril	4 Abril
Fecha de germinación y % (75%)	22 Abril	22 Abril	22 Abril	22 Abril
Fecha de trasplante	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo	9 Mayo
Fecha de aparición las. hojas verd.	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo	6 Mayo
Mayo 24 crecimiento No. 1	11 cms.	12 cms.	12 cms.	13 cms.
Mayo 27 crecimiento No. 2	14 cms.	14 cms.	13 cms.	13 cms.
Junio 3 crecimiento No. 3	S E M A R C H I T A R O N			
Porte planta y aspecto	Mayo 20 plantas con hojas amarillas y se aplicó un - nutriente y para Mayo 25 ya están totalmente recu- peradas.			

\*\* Nutriente aplicado parcialmente para recuperación de plantas.

200 ml. por planta	-	Sulfato de Mg.	-	7.56 gr.
		Sulfato de Ca.	-	5.68 gr.
		Nitrato de K.	-	8.32 gr.
		Fosfato de K.		17.36 gr.
		Nitrato de Amonio	-	0.20 gr.

v

"CONCLUSIONES"

## C O N C L U S I O N E S .

- 1) El jitomate (*Solanum lycopersicum*, L.), cultivado hidropónicamente en invernadero, tuvo respuestas que indican la posibilidad de obtener plantaciones altamente productivas si se perfecciona la técnica utilizada.
- 2) El óptimo desarrollo y comportamiento del cultivo, se vió -- afectado por factores tales como: temperatura, humedad ---- ambiente, oxigenación del sistema radicular, p.H. de la solución nutritiva y más agudamente plagas, ya que propiamente dicho enfermedades no hubo.
- 3) En base a los resultados del experimento, se concluye que en general, los rendimientos fueron altos, si se toma en cuenta que únicamente se realizó un corte.
- 4) Según los rendimientos obtenidos y las desviaciones estándar se interpreta que la mejor solución nutritiva, empleada en el cultivo, es la solución de Hoagland-Arnon, ya que el testigo no se pudo adaptar al medio que se le impuso y por lo tanto las plantas se marchitaron.
- 5) Todas las soluciones nutritivas fueron adecuadas para el desarrollo del cultivo, ya que no se tuvieron problemas en --- cuanto a su manejo, deficiencias o toxicidad.
- 6) Es difícil un eficiente control del medio ambiente en el invernadero.
- 7) Un porcentaje bajo del rendimiento potencial del jitomate -- cultivado en las diferentes soluciones nutritivas, no se alcanzó por causas de plagas.
- 8) Los recipientes de cultivo utilizados sí son apropiados para el desarrollo normal de las plantas.

VI

R E C O M E N D A C I O N E S

## R E C O M E N D A C I O N E S .

- 1) Estudiar profundamente los factores del medio que afectaron la producción del cultivo. Para éste fin, se deben considerar factores fisiológicos, químicos, hormonales, nutricionales, climáticos y fitopatológicos.
- 2) Continuar los estudios para comprobar los resultados obtenidos, perfeccionar la técnica utilizada y observar el comportamiento de las plantas con las modificaciones de la misma.
- 3) Para un excelente control de los factores climáticos, se recomienda utilizar en estudios posteriores un invernadero -- hidropónico con mejores dispositivos de ventilación, humec-tación y calefacción.
- 4) Mantener el p.H. de las soluciones nutritivas entre un va--lor de 5.5 y 6.0
- 5) Siempre se deberán procurar excelentes condiciones fitosanitarias.
- 6) Se recomienda ampliar los estudios sobre éste ramo en la -- Facultad de Agronomía, basándose en una verdadera programa-ción y ejecución de las investigaciones a seguir y fundamentandose en una correcta interpretación didáctica, práctica- y objetiva.

VII  
R E S U M E N

## RESUMEN

Con el descubrimiento del control del medio ambiente en la agricultura es posible cultivar, considerando previamente la temporada, en todo el año.

La técnica de cultivar plantas en medios alimentados -- por soluciones nutritivas, hace tiempo dejó de ser exclusiva de trabajo de investigación, buscando resolver los problemas fundamentales de la fisiología vegetal, para actualmente extenderse a explotaciones comerciales intensivas.

**OBJETIVO** Los objetivos principales en el presente trabajo fueron el de obtener la mejor solución nutritiva, observar el comportamiento de las plantas y obtener los rendimientos de jitomate en las condiciones ambientales impuestas, así como de obtener información fotográfica y un avance de investigación en nuevos -- métodos de cultivo.

**CONDICIONES** El experimento se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Guadalajara. El clima -- del lugar es semicálido, temperatura media anual de 22.9°C y la precipitación media anual de 885.6 mm.

**MATERIALES** El sustrato utilizado únicamente en el experimento fue arena, la cual se consiguió en la misma Facultad y se procedió a tratarla con formaldehído al 1% aplicándole 20 litros/m<sup>2</sup>.

**PROCEDIMIENTO** El diseño experimental que se utilizó fue bloques al -- azar con 4 repeticiones; la densidad de población fue de 100 -- plantas divididas en 4 tratamientos y el testigo. Los tratamientos fueron diferentes formulaciones de soluciones nutritivas:

Solución # 1 .- Hoagland-Arnon (1939).

Solución # 2 .- Weihenstephan.

Solución # 3 .- WP de "Ohio State".

Solución # 4 .- 2D de la Universidad de Purdue.

El rendimiento en fruto, expresado en gr/planta, se consideró como evaluación del experimento y al obtener los resultados, se calculó el análisis de varianza.

Como datos secundarios, se observaron aparición de brotes laterales, color de hoja, porte de planta, aspecto y altura de la misma.

La variedad de jitomate utilizada en el estudio fué ---- ACEVF 55 de la Asgrow.

Los resultados se basaron en el rendimiento obtenido por tratamiento para así poder evaluar el experimento; en base a --- éste y de acuerdo a sus resultados no se vió que haya diferencia entre tratamientos, pero al observar la desviación estándar, se notó claramente que la mejor solución nutritiva fué la de ----- Hoagland-Arnon. Además en la práctica realmente se vió que sí fué la mejor solución, ya que los frutos que se obtuvieron de -- ése tratamiento, fueron de peso y tamaño semejantes.

Ahora bien, la gran diferencia de pesos y tamaños de jitomates en las demás soluciones, pudo haber sido el factor determinante para que el coeficiente de variación nos diera elevado.

Entonces como conclusión, podemos ver claramente, que sí es posible producir jitomate en medios a los que no está acostumbrado y con una buena producción, ya que, haciendo cálculos por hectárea si en un solo corte se produjeron 25 toneladas, quiere decir que en 3 cortes, por lo menos se obtendrían de 65 a 70 toneladas.

El testigo no se pudo adaptar al medio que se le impuso, por lo tanto las plantas se marchitaron y no se obtuvo el resultado que se esperaba del testigo.

En general, éste estudio fué exitoso ya que se cumplió - con todos o casi todos los objetivos planteados y que además va a servir como material de estudio para investigaciones posteriores en la Facultad de Agronomía.



VIII  
LITERATURA CITADA Y BIBLIOGRAFIA.

## LITERATURA CITADA Y BIBLIOGRAFIA.

- 1) Penningsfeld, F. y Kurzmann, P.: 1975. Cultivos Hidropónicos y en Turba. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España. p.p.:310.
- 2) Hoagland, D.R. and Arnon, D.J.: 1939. The Water-Culturs --- Method for Growing Plants Without Soil. University of Cali-- fornia, Berkeley. Circular 347; p.p.:39.
- 3) Huterwal, G.O.: 1977. Hidroponia. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. p.p.:245-251.
- 4) Dennis, R. Hoagland D.I. Arnon: 1930. The Water Culture --- Method for Growing Plants Without Soil. Annual report of the board of regents fo the smithsonian Institution. PUB.3491.P: 461,463-467 USA.
- 5) Webster's Seventh New Collegiate Dictionary. 1965. Spring--- field Mass G. C. Merriam Company, P. 408 USA.
- 6) Howard, M. Resh Ph. D: 1982. Cultivos Hidropónicos. Edit:--- Mundi prensa. Madrid. 287 p.
- 8) Schwarz, M: 1975. Guide to the commercial hydroponics. 3a.-- edic. Jerusalem, Israel. Universities Press. p. 23-32.
- 9) Turner, W. y Henry, V: 1954. Horticultura y floricultura sin tierra. CECSA. México p.p. 178.
- 10) Díaz A, G.E.: 1973. La Hidroponia y la importancia de su --- estudio a nivel comercial. Boletín agrícola ganadero --A-H-- S.A.R.H. Coahuila, México, p.p. 14-25.
- 11) Escalona, A.L. Melian, G.P.: 1976. Sustratos y sus propieda-- des. Proceedings of the fourth congress on soilles culture.- p. 303-309.
- 12) Melian G, Perez.: 1976. Estudio de cuatronsustratos diferen-- tes en relación con el número de riegos con tomates en hidro-- ponia. Proceedings of the fourth Congress on soilless cultu-- re. P:277-284.
- 13) Hanger, Brain C: 1979. Hydroponic fundamentals. Burnley hor-- ticultural college. Commercial applications of hydroponics - seminar. P. 1.1 1.4 USA.
- 14) Jensen, M.H.: 1977. Energy alternatives and conservation for greenhouses. hortiscience. 12(1):14-24.

- 15) GOH, B.S. et.al.: 1975. Optimal Managment of greenhouse crops - Hortscience. 10(1):7-11.
- 16) Bonner, J. y Galston, A.W.:1970. Principios de fisiología vegetal. Editorial Aguilar. Madrid, España. p.p.:485.
- 17) Rojas G.M.:1972. Fisiología Vegetal aplicada. Ed. Mc.Graw --- Hill. México. p.p.:252.
- 18) Noggle, R.G. and Fritz, G.J.:1976. Introductory plants physiology. Prentice-Hall Inc. Englewood cliffs, new Jersey, p.p.: 236-299.
- 19) Menchaca Espinosa, J.J.:1977. Prácticas de laboratorio para - el curso de fisiología vegetal. Tesis profesional inédita --- Escuela de Agronomía, U.A.S.L.P. San. Luis Potosí, México. --- p.p.: 84.
- 20) Fuller, J. y Ritchie, D:1970. Botánica General. CECSA. México p.p.:272.
- 21) Dae, J., Seeley, S.D. and Campbell, W.F.:1979. Nitrogen ---- Deficiency influence on abscisic acid in tomato. Hortscience. 14(3):561-562.
- 22) Weaver, R.J.: 1976. Reguladores del crecimiento de las plantas en Agricultura. Editorial Trillas, México. p.p.:622.
- 23) Fersini, A.: 1976. Horticultura Práctica, Editorial Diana, -- México. p.p.: 524.
- 24) Toovey F. N. et.al.: 1965. Producción Comercial de Tomates.-- Editorial Acriba, Zaragoza, España. p.p.: 179.
- 25) Romero F.E.: 1979. Aplicación del Riego por goteo en invernaderos familiares. I.N.: El riego por goteo en la producción - de cultivos hidropónicos en invernaderos y a la intemperie.-- S.A.R.H. Centro Nacional de Métodos avanzados de Riego.----- Boletín No. 2. Coahuila, México. p.p.: 37-56.
- 26) Edmond, J.B. Seen, T.L. et. al.: 1976. Principios de Horticultura. CECSA, México. p.p.: 487-492.
- 27) Agenda Técnica Agrícola, San. Luis Potosí. 1976. Dirección -- General de Extensión Agrícola. Secretaría de Agricultura y -- Ganadería. Chapingo, México. p.p.: 101-109, 201-229 y 259-276.
- 28) Romero, F.E.: 1979. Manual de Construcción y Operación de Invernaderos familiares para la producción de hortalizas.----- S.A.R.H. Centro Nacional de Métodos Avanzados de Riego. ----- Boletín no. 2. Coahuila, México. p.p.: 25.

- 29) Jitomate: Recomendaciones para su cultivo (1a. edición).1976. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Unidades de Riego para el Desarrollo Rural. Folleto de orientación técnica VI. México. p.p.:10.
- 30) Little, T.M. y Hills, F.J.: 1976. Métodos Estadísticos para - Investigación en la Agricultura. Editorial Trillas, México.-- p.p.: 53-94.
- 31) Cochran, W.G.:1976. Diseños experimentales. Editorial Trillas, México. p.p.: 17-145.
- 32) Loma de la, J.J.: 1966. Experimentación Agrícola (2a. Edición) Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, México.- p.p.:493.
- 33) James, Sholto Douglas: 1987. Hidroponia (4a. Edición ). Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Argentina. p.p.: 6-8.
- 34) Van Haeff, Ing. J.N.M. et.al.: 1984. Tomates. 4ta. edición. - Ed. Trillas, México. p.p.:54.

IX

A P E N D I C E

CARACTERISTICAS DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ELEMENTOS ESENCIALES PARA ELABORAR  
SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA CULTIVOS HIDROPONICOS, ADAPTADO DE SCHWARZ (1975)  
ELLIS AND SWANEY (1963), BENTLEY (1955) y BENTLEY (1959). \* (7)

CUADRO # 9

FUENTE	FORMULA	PESO MOLECULAR	CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS(%) (CONSIDERANDO IMPUREZAS)	SOLUBILIDAD EN AGUA	GRAMOS REQUERIDOS PARA DAR 1 ppm DEL ELEMENTO EN 100 LITROS DE AGUA	RELACIONES
NITRATO DE POTASIO	$KNO_3$	101	36(K)-13(N)	1:4	0.28 gr. = 1 ppm de K = 0.36 ppm de N	K: N-2.8:1
NITRATO DE CALCIO	$Ca(NO_3)_2$	164	23.5(Ca) 16.5(N)	1:1	0.43 gr. = 1 ppm de Ca. = 0.70 ppm de N	Ca: N-1 42:1
NITRATO DE SODIO	$NaNO_3$	65	15.5 (N)	1:1	0.65 gr. = 1 ppm de N	
NITRATO de AMONIO	$(NH_4)_2SO_4$	80	33 (N)	1:1	0.30 gr = 1 ppm de N	
SULFATO DE AMONIO	$(NH_4)_2SO_4$	132	20.5(N)	1:2	0.49 gr = 1 ppm de N	
FOSFATO MO- NOAMONICO (11-48-Q)	$NH_4H_2PO_4$	115	27(P)-11(N)	1:4	0.37 gr. = ppm de P = 0.40 ppm de N	P: N-2.45:1

FUENTE	FORMULA	PESO MOLECULAR	CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS (%) (CONSIDERANDO IMPUREZAS)	SOLUBILIDAD EN AGUA	GRAMOS REQUERIDOS PARA DAR 1ppm. DEL ELEMENTO EN 100 LITROS DE AGUA	RELACIONES
SULFATO DE MAGNESIO (Sal de epsom)	Mg SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O	246.5	10 (Mg)	1:3	1.0 gr = 1 ppm de Mg	
SULFATO DE MAGNESIO (anhidrido)	Mg SO <sub>4</sub>	120	20 (Mg)	1:10	0.5 gr = 1 ppm de Mg	
SULFATO FERROSO	Fe SO <sub>4</sub> 7 H <sub>2</sub> O	278	20 (Fe)	1:5	0.5 gr = 1 ppm de Fe	
CLORURO FERRICO	Fe CL <sub>3</sub> 6 H <sub>2</sub> O	270	21 (Fe)	1:2	0.48 gr = 1 ppm de Fe	
SULFATO DE MANGANESO	Mn SO <sub>4</sub> 4 H <sub>2</sub> O	223	25 (Mn)	1:3	0.4 gr = 1 ppm de Mn	
CLORURO DE Manganeso	Mn CL <sub>2</sub> 4 H <sub>2</sub> O	198	28 (Mn)	1:2	0.36 gr = 1 ppm de Mn	
ACIDO Borico	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	62	18 (B)	1:20	0.56 gr = 1 ppm de B	

FUENTE	FORMULA	PESO MOLECULAR	CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS(%) (CONSIDERANDO IMPUREZAS)	SOLUBILIDAD EN AGUA	GRAMOS REQUERIDOS PARA DAR 1ppm DEL ELEMENTO EN 100 LITROS DE AGUA .	RELACIONES
FOSFATO DI-AMONICO (18-46-0)	$(NH_4)_2HPO_4$	132	23.5(P) - 18(N)	1:2	0.43 gr = 1 ppm de P = 0.77 ppm de N	P:N - 1.3:1
UREA	$(NH_2)_2CO$	60	46(N)	1:2	0.22 gr = 1 ppm de N	
SUPERFOSFATO SIMPLE	$CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$ (+ otros materiales)	750 (Aunque es muy variable)	26.6(Ca) - 7(P)	1:4:10	0.38 gr = 1 ppm de Ca 0.26 ppm de P	Ca:P - 3.8:1
SUPERFOSFATO TRIPLE	$CaH_4(PO_4)_3 \cdot H_2O$	310 también variable	18.6(P) - 13.6(Ca)	1:3:00	0.54 gr = 1 ppm de P = 0.73 ppm de Ca	P:Ca - 1.37:1
SULFATO DE POTACIO	$K_2SO_4$	174	44.8(K)	1:15	0.45 gr = 1 ppm de K	
CLORURO DE POTACIO	K CL	75	52 (K)	1:3	0.19 gr = 1 ppm de K	
SULFATO DE CALCIO(yeso)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172	23(Ca)	1:500	0.43 gr = 1 ppm de Ca	
CLORURO DE CALCIO	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	219	18(Ca)	1:1	0.56 gr = 1 ppm de Ca	

FUENTE	FORMULA	PESO MOLECULAR	CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS (%)(CONSIDERANDO IMPUREZAS)	SOLUBILIDAD EN AGUA	GRAMOS REQUERIDOS PARA DAR 1 ppm del ELEMENTO EN 100 LITRO DE AGUA
TETRABORATO DE SODIO (Borax)	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$	381	12 (B)	1:27	0.83 gr = 1 ppm de B
SULFATO CUPRICO	$\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$	250	25 (Cu)	1:5	0.4 gr. = 1 ppm de Cu
CLORURO CUPROSO	$\text{Cu Cl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$	170	37 (Cu)	1:2	0.27 gr = 1 ppm de Cu
SULFATO ZINC	$\text{Zn SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$	288	23 (Zn)	1:3	0.43 gr. = 1 ppm de Zn
CLORURO ZINC	$\text{Zn Cl}_2$	136	48 (Zn)	1:1.3	0.2 gr. = 1 ppm de Zn

F O T O G R A F I A S

