



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



**RESPUESTA DEL JITOMATE L. esculentum. A LA
RENOVACION PERIODICA DE LA SOLUCION
NUTRITIVA.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRICOLA
P R E S E N T A N ;
GONZALEZ MEJIA ALFREDO
GUTIERREZ INIGUEZ JOSE FRANCISCO

ASESOR: I.A. EDGAR ORNELAS

CUAUTITLAN IZCALLI, ESTADO DE MEXICO. MAYO DE 1995

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodriguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo
Respuesta del Jitomate L. esculentum a la renovación periódica
de la solución nutritiva.

que presenta el pasante: Alfredo González Mejía
con número de cuenta: 9057422-7 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de Mayo 1995

PRESIDENTE • Ing. Raúl Espinoza Sánchez
VOCAL Ing. Edgar Ornelas Díaz
SECRETARIO Ing. Gustavo Ramírez B.
1er. SUPLENTE Ing. Miguel Ballardo Parra
2do. SUPLENTE Ing. Roberto Guerrero A.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el trabajo

Respuesta del Jitomate L. esculentum a la renovación periódica de la solución nutritiva.

que presenta el pasante: José Francisco Gutiérrez Infiguez
con número de cuenta: 9057424-1 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 1 de Mayo de 1995

PRESIDENTE Ing. Raúl Espinoza Sánchez
VOCAL Ing. Edgar Ornelas Díaz
SECRETARIO Ing. Gustavo Ramírez B.
1er. SUPLENTE Ing. Miguel Ballardo Parra
2do. SUPLENTE Ing. Roberto Guerrero A.

[Handwritten signatures and initials over the list of names]



INGENIERIA AGRICOLA
AGRADECIMIENTOS:

A MIS PADRES: *Alfredo y Micaela*

Con cariño y respeto a quienes me han guiado através de mis metas.

A MIS HERMANOS: *Alfonso, Paulino, Celerino, Sabina.*

Por el dran apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

ALFREDO GONZALEZ M.



INGENIERIA AGRICOLA

AGRADECIMIENTOS

A quien nos guía por la vida y siempre esta observando.

A MIS PADRES: *Galdino y Antonia.*

Por ayudarme a llegar hasta aqui, una pequeña meta.

A MIS HERMANOS: *Guadalupe y Juan D.*

Por estar siempre conmigo.

A la persona que siempre me brinda su amistad por sobre todo y no se detiene en juzgar lo que hago o dejo de hacer.

JOSE FRANCISCO GUTIERREZ I.



INGENIERIA AGRICOLA

RECONOCIMIENTOS:

A LOS PROFESORES:

Edgar Ornelas : Por su apoyo, amistad y confianza.

Ricardo Cazarez: Por su amistad, apoyo y lo mucho que aprendimos de el.

Manuel Ramirez: Por su colaboración y tiempo prestados para la realización del documento.

Enrique Marciaf: No solo por su apoyo brindado sino también por su amistad.

Carlos Hernandez: Por su apoyo en la realización de los análisis, y su amistad.

Javier Vega, Rafael Martínez, Angel Piña: Por la ayuda brindada para la realización de éste trabajo.

A LOS AMIGOS:

Ana Luisa R.

Alberto F.

Heriberto R.

Jaime G.

José António G. B.

José António G. R.

Mateo E.

Por la amistad que nos brindarán a través de la carrera y lo que compartimos a lo largo de este tiempo.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



MÉXICO
AUTÓNOMA DE
UNIVERSIDAD NACIONAL





I. INTRODUCCION	2
II. OBJETIVOS.	5
III. REVISION DE LITERATURA.	6
3.1. GENERALIDADES SOBRE LA HIDROPONIA.	6
3.1.1. Definición.	6
3.1.2. Ventajas.	6
3.1.3. Desventajas.	7
3.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDROPONICO.	7
3.2.1. Sustrato.	8
1) Grava.	9
2) Arena.	10
3) Piedra pómez.	10
3.2.2. Solución nutritiva.	11
3.2.3. Contenedores.	16
3.2.4. Sistema de riego.	17
3.3. NUTICION MINERAL.	17
3.3.1. Absorción de nutrientes.	19
a) Intercambio de nutrientes entre micelas.	19
b) Intercambio de iones entre la raíz y el	19
c) Acumulación de iones entre la pared.	20
d) Transporte activo y pasivo de iones.	20
e) Traslado y distribución de sales.	21
3.3.2. Factores que afectan la absorción.	22
a) Internos.	22



INGENIERIA AGRICOLA

b) Externos.	23
3.3.3. Deficiencias nutricionales en jitomate.	24
a) Nitrógeno.	24
b) Fosforo.	24
c) Potásio.	24
d) Calcio.	25
e) Magnesio.	25
f) Hierro.	25
g) Manganeseo.	26
h) Boro.	26
i) Molibdeno.	26
3.3.4. Exceso de nutrientes.	26
a) Nitrógeno.	26
b) Fosforo.	26
c) Potásio.	27
d) Calcio.	27
3.3.5. Niveles óptimos.	27
a) Nitrógeno.	27
b) Fosforo.	27
c) Potásio.	27
d) Calcio.	27
e) Magnesio.	27
f) Azufre.	27
3.4. JITOMATE.	28
3.4.1. Historia y origen.	28
3.4.2. Ubicación taxonómica.	29
3.4.3. Morfología del Jitomate.	29



INGENIERIA AGRICOLA

3.4.4. Necesidades ambientales.	30
3.4.5. Sustratos hidroponicos.	31
3.4.6. Recipientes.	32
3.4.7. Riego.	32
3.4.8. Sistemas de siembra.	33
a) S. directa.	33
b) Semillero.	33
c) Trasplante.	33
3.4.9. Prácticas culturales.	34
TUTORADO.	34
a) Estaca individual.	34
b) Sistema de colgado.	34
c) Espaldera.	35
PODAS.	35
3.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES.	36
IV. MATERIALES Y METODOS	38
4.1. LOCALIZACION.	38
4.2. CONDICIONES AMBIENTALES.	38
4.3. CARACTERISTICAS DE LA CUBIERTA PLASTICA.	38
4.4. UNIDAD EXPERIMENTAL.	38
4.5. TRATAMIENTOS.	38
4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.	39
4.7. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.	39
4.7.1. Preparación de bancadas.	40
4.7.2. Siembra.	40
4.7.3. Riegos y trasplante.	40
4.7.4. Tutorado.	41



INGENIERIA AGRICOLA

4.7.5. Poda.	41
4.7.6. Control fitosanitario.	41
4.7.7. Cosecha.	41
4.7.8. Solución nutritiva.	42
4.8. PARAMETROS EVALUADOS.	43
1.- RENDIMIENTO AGRICOLA.	44
2.- ALTURA DE PLANTA.	44
3.- NUMERO DE FRUTOS POR TRATAMIENTO.	44
4.- PESO PROMEDIO DE FRUTOS.	44
5.- PESO PROMEDIO DE FRUTO INDIVIDUALMENTE.	44
6.- DIAMETRO ECUATORIAL Y POLAR DE LOS FRUTOS	44
7.- PESO FRESCO Y SECO DE LA PLANTA.	44
8.- LONGITUD DE LA RAIZ.	44
9.- ANALISIS DE LA SOLUCION NUTRIMENTAL.	45
V. RESULTADOS Y DISCUSION.	46
VI. CONCLUSION.	62
BIBLIOGRAFIA.	64
ANEXOS.	



INDICE DE TABLAS

TABLA No. 1: ELEMENTOS NUTRITIVOS EXTRAIDOS DEL SUELO PARA LA FORMACION DE UNA TONELADA DE PRODUCCION.	12
TABLA No. 2: ELEMENTOS ESENCIALES.	13
TABLA No. 3: PRINCIPALES PLAGAS DEL JITOMATE.	36
TABLA No. 4: ENFERMEDADES DEL JITOMATE.	37
TABLA No. 5: CONTROL FITOSANITARIO.	41
TABLA No. 6: CONCENTRACION Y FERTILIZANTES UTILIZADOS	43



INDICE DE CUADROS

CUADRO No.1: RESULTADOS CUANTITATIVOS PROMEDIO DE LAS DIFERENTES VARIABLES.	51
CUADRO No.2: ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL	52
CUADRO No.3: ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO.	54
CUADRO No.4: COMPARACION DE MEDIAS (T5%) CORRESPONDIENTE AL DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO.	54
CUADRO No.5: ABSORCION TOTAL DE NUTRIENTES POR TRATAMIENTO.	55
CUADRO No.6: INDICE DE EFICIENCIA NUTRIMENTAL.	57
CUADRO No.7: DOSIS DE FERTILIZACION RECOMENDADA PARA EL HIBRIDO HEINZ 8963, DE ACUERDO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	61



INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA No. 1: ALTURA DE PLANTA.	47
GRAFICA No. 2: NUMERO DE FRUTOS PROMEDIO.	48
GRAFICA No. 3: PESO PROMEDIO DE FRUTOS /PI.	49
GRAFICA No. 4: PESO PROMEDIO DE FRUTOS /PI. EN CADA CORTE.	49
GRAFICA No. 5: RENDIMIENTO PROMEDIO POR UNIDAD EXPERIMENTAL.	50
GRAFICA No. 6: DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO.	50



I. INTRODUCCION

Un sistema hidropónico consta en general de 4 partes principales entre las que se encuentran: la planta, el sustrato, el contenedor y la solución nutritiva. El tipo de planta depende de el clima, del gusto del hidroponista y finalmente del mercado. El sustrato es un material sólido que sirve de soporte a la planta y retiene humedad, almacenando algunos nutrientes, los cuales son suministrados mediante el riego (solución nutritiva).

Bajo un sistema hidropónico, con excepción del Carbono, Oxígeno e Hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados a través de la solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces de las plantas, por lo tanto se considera un prerequisite la solubilidad de los iones esenciales en agua. Las concentraciones de la solución están calculadas por especie. Uno de los grandes problemas que plantea este tipo de sistema es la de si se debe analizar periódicamente la solución para usarla por tiempo indefinido, o bien no realizar dicho análisis y desecharla cada semana, cada quince días o inclusive cada tres semanas según el clima, la edad, tipo de planta y el sustrato utilizado.



La razón de este cambio es que algunos elementos escasean antes que otros, pudiendo conocerse en qué grados se dan estas diferencias en un momento determinado del cultivo, solamente por un análisis químico de la solución nutritiva. Estos análisis se efectúan solamente en laboratorios con instalaciones muy costosas y por lo tanto no es fácil obtenerlos, ya que esto es sólo justificable en grandes instalaciones con alto capital económico, o bien cuando se hacen trabajos específicos sobre nutrición.

En consecuencia, para mejor seguridad contra un desorden en la solución nutritiva, es cambiarla periódicamente, lo que trae como consecuencia que obviamente se desperdicie una gran cantidad de agua y nutrientes contenidos en la solución desechada, con lo que trae un gasto económico importante.

Por ello, se debe identificar fenológicamente como se presentan la deficiencias de los elementos esenciales y cuando ocurre se cambia la solución, sustituyéndose por una "nueva" que cumpla con todos los requerimientos.



Por lo anteriormente expuesto, la finalidad del presente trabajo es dar algunos puntos de referencia sobre lo que es la hidroponía, comportamiento de la especie (Jitomate HEINZ 8963), nutrición vegetal. Para que con ello se puedan establecer producciones hidropónicas que no cuenten con capacidad económica suficiente para llevar a cabo un trabajo muy tecnificado (análisis constante de la solución nutritiva), pero si la posibilidad de adaptarse a sus recursos, minimizando la inversión al máximo; determinando un adecuado periodo de tiempo de dichas soluciones, bajo las condiciones del presente trabajo, usando la planta de jitomate (*L. esculentum*), por ser ésta de un alto potencial de explotación bajo este sistema. Además por presentar características de comportamiento ideales en la manifestación de alteraciones fisiológicas a causa de desordenes nutrimentales.



II. OBJETIVOS

**** Determinar el período de tiempo de la solución nutritiva a intervalos de 10, 15 y 20 días de cambio, en el cultivo de jitomate bajo sistema hidropónico de subirrigación.**

**** Evaluar la concentración nutrimental de la solución hidropónica, renovada a 10, 15 y 20 días.**



III. REVISION DE LITERATURA

3.1. GENERALIDADES SOBRE LA HIDROPONIA

3.1.1. Definición.

La palabra hidroponia deriva del griego hydro (agua) y ponos (trabajo), lo cual significa literalmente trabajo en agua. Esta definición se usa en la actualidad para describir todas las formas de cultivo sin suelo.

Se puede definir a la hidroponia como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales, disueltos en agua en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte, o simplemente la misma solución.

3.1.2. Ventajas.

Dentro de las ventajas de la hidroponia se tienen las siguientes:

- Balance ideal de aire, agua y nutrientes.
- Humedad uniforme.
- Excelente drenaje.
- Permite una mayor densidad de población.
- Se puede corregir fácil y rápidamente la deficiencia o el exceso de un nutrimento.
- Control del pH.
- Más altos rendimientos por unidad de superficie.



INGENIERIA AGRICOLA

- Mayor precocidad de los cultivos.
 - Posibilidad de cultivar la misma especie de planta repetidamente.
- (SANCHEZ, 1981)

3.1.3. Desventajas.

- Requiere para su manejo a nivel comercial de conocimiento técnico combinado con la comprensión de los principios de fisiología vegetal y

- A nivel comercial el gasto inicial es relativamente alto.
- Se requiere cuidado con los detalles. Como mezclar correctamente la solución nutritiva, no usar accesorios galvanizados, que ocasiona toxicidad por Zn, mantener el pH dentro de cierto rango.
- Se necesita conocer y manejar la especie que se cultiva en el sistema.

(HUTERWAL, 1977)

3.2. COMPONENTES DE UN SISTEMA HIDROPONICO.

Cualquier método de cultivo en hidroponía consta de los siguientes componentes. Sustrato, solución nutritiva, contenedores, sistema de riego y drenaje.

(RESH, 1992)



3.2.1. Sustrato.

Es el material sólido, que tiene una doble función. La primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz, y permitiéndoles la respiración; la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. Dentro de las características que deben tener los sustratos se encuentran.

- a) Ser físicamente adecuados.
 - Deben ser livianos.
 - Retener humedad.
 - Permitir la correcta aireación.
 - No deben degradarse fácilmente.

- b) Ser químicamente inertes.
- c) Biológicamente inertes.
- d) Debe ser de bajo costo.
- e) Estar disponibles.

Existen diferentes tipos de sustratos, desde los que son totalmente de origen mineral, hasta los de origen orgánico, y dentro de los cuales encontramos.



INGENIERIA AGRICOLA

1) Grava. Las gravas o gravillas son pedazos de rocas trituradas artificialmente o encontradas en estado natural en lechos de ríos o canteras en tamaños que van desde 5 hasta 25 mm. Las gravas en general, son buenos materiales para hidroponía de subirrigación. Tiene magnifico drenaje, por lo que se puede utilizar para cultivos en canaletas y bancadas la selección de la clase y tamaño de grava es importante.

El riego en éste tipo de sustrato por subirrigación se efectua mediante el bombeo directo en las bancadas. Donde la solución es almacenada en un depósito impermeable subterráneo y es forzada por una bomba, que a su vez alimenta a las tinas por subirrigación, hasta saturarlas unos centímetros por debajo del nivel de la grava. Cuando se tiene el nivel de agua deseado, la bomba se desconecta; y la solución se drena por gravedad, retornando al depósito subterráneo.

Generalmente se considera aceptable un período de diez a quince minutos de llenado y drenaje. Al realizarse el riego la solución empujará el aire hacia fuera, el cual tendrá un contenido bajo de Oxígeno y alto en Dioxido de Carbono, producto de la transpiración radicular. Cuando se drena, es succionado el aire el cual tiene un contenido elevado de Oxígeno.

(RESH, 1992).



INGENIERIA AGRICOLA

2) Arena. De las diversas arenas existentes, la de río es la más adecuada como sustrato para cultivos hidropónicos. El tamaño, de los granos deberá estar comprendido entre 0.5 y 2 mm. Como ventajas del cultivo en arena debe considerarse el suministro fácil y barato del sustrato, el ahorro de lucha contra las malezas y buena conservación. Como desventajas, la difícil aireación si se compone de granos muy finos y el inconveniente de que la humedad del sustrato presenta fuertes variaciones.

3) Piedra pómez. Es un material de origen volcánico. posee muy buena retención de humedad y muy buenas condiciones físicas de estabilidad y durabilidad, desde el punto de vista químico es estéril, ya que no reacciona con los nutrientes.

Los anteriores sustratos no son los únicos posibles de utilizar, ni siquiera necesariamente los mejores, en esto el hidroponista juega un papel importante.

(HUTERWAL, 1977)

3.2.2. Solución nutritiva.

La solución nutritiva no es otra cosa que la forma líquida de proporcionar los nutrientes requeridos por las plantas. La composición y correcto balance de las soluciones es un punto importante en el éxito del sistema. Las soluciones deben contener todos los nutrientes que cada especie cultivada normalmente extrae del suelo ya que las variedades y especies de plantas tienen diferentes necesidades de nutrientes, particularmente Nitrógeno, Fosforo y Potasio. Por ejemplo, la lechuga y otros vegetales utilizados por sus hojas pueden necesitar mayor cantidad de Nitrógeno que los tomates o pepinos, mientras que éstos exigen mayores porcentajes de Fosforo, Potasio y Calcio que los anteriores en la solución nutritiva, como lo muestra la tabla No. 1



**TABLA No.1: ELEMENTOS NUTRITIVOS EXTRAIDOS DEL SUELO
PARA LA FORMACION DE UNA TONELADA DE PRODUCCION**

ESPECIES	CANTIDADES EXTRAIDAS (Kg)			CORRELACION (%)		
	N	P	K	N	P	K
TOMATE	3.3	1.14	4.53	37.0	13.0	50.0
PEPINO	2.75	1.46	4.42	32.0	17.0	51.0
COL COMUN	4.10	1.40	4.90	39.8	13.7	46.5
COLI-FLOR	8.40	2.80	8.00	46.0	14.0	40.0
CEBOLLA	4.42	1.16	2.10	57.5	15.1	27.0
ZANAHO- RIA	2.30	1.02	2.80	32.6	14.3	53.1
REMOLA- CHA	2.70	1.53	4.31	31.6	17.9	50.5
RABANO	5.00	1.39	5.44	42.3	11.7	50.0

FUENTE: Guenkov, 1983.

Al elaborar las soluciones a partir de reactivos o fertilizantes simples, debe considerarse la posibilidad de disponer de estos en el mercado, su facilidad de almacenamiento solubilidad y costo.



INGENIERIA AGRICOLA

De los elementos naturales que se conocen, solamente 16 están generalmente considerados como esenciales para el crecimiento de las plantas. Estos están divididos en Macronutrientes, requeridos en mayor cantidad por las plantas y los Micronutrientes, requeridos en menor cantidad. Esta división se basa en la absorción y requerimientos de las plantas y contenido de esta.

TABLA No.2 ELEMENTOS ESENCIALES

MACRONUTRIENTES. C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S.
MICRONUTRIENTES. Fe, Cl, Mn, B, Zn, Cu, Mo.

La anterior clasificación de los elementos químicos denominados esenciales esta basada en los criterios de.

- La planta no podrá completar su ciclo de vida, en ausencia del elemento.
- La acción del elemento es específica y ningún elemento puede reemplazarlo.
- El elemento debe estar directamente implicado en la nutrición de la planta.

(Resh, 1992).



INGENIERIA AGRICOLA

La formulación de los nutrientes se da normalmente en ppm (partes por millón), de la concentración de cada uno de los elementos esenciales. La formulación dependerá de las siguientes variables:

1. Especie y variedad de la planta.
2. Estado y desarrollo de la planta.
3. Parte de la planta que será cosechada (raíz, tallo, hoja, fruto).
4. Epoca del año y Duración del día.
5. Clima, temperatura, intensidad lumínica, Humedad relativa

La absorción relativa de los diversos elementos minerales por las plantas es afectado por:

*Condiciones ambientales (temperatura, humedad, intensidad luminica, epoca del año).

*Naturaleza de la cosecha, es decir, la parte de la planta que se va a cosechar.

*Estado de desarrollo de la cosecha.

Dado que la absorción de nutrientes es diferente, la composición de la solución cambiará y se hace necesario un control sobre ella. El control depende del sistema hidroponico que se este empleando, para ello se distinguen dos sistemas:

1) **SISTEMA ABIERTO:** El cual la solución se aplica directamente a las plantas y el drenaje se deja escurrir libremente a desperdicio.



INGENIERIA AGRICOLA

2) SISTEMA CERRADO: En el cual el drenaje se recoge y se recircula total o parcialmente.

En este último sistema es cuando se hace más necesario un control de la solución nutritiva, ya que las plantas van alterando la composición inicial de la solución y al cabo de un cierto tiempo se está recirculando una solución que quizá sea inadecuada y por lo tanto, se hace necesario corregir las alteraciones con el fin de mantener la composición deseada.

Los elementos de análisis utilizados en el diagnóstico de una solución nutritiva son los siguientes:

- a) Volumen consumido.
- b) Concentración de la solución.
- c) pH.
- d) Concentración específica de los elementos nutritivos:

N , P , K , Ca , Mg , Fe , S .

En cuanto a los otros elementos es bastante difícil detectarlos en los rangos usados en hidroponía.

El volumen consumido es fácil de detectar en los sistemas cerrados mediante un aforamiento periódico al tanque de la solución nutritiva.



INGENIERIA AGRICOLA

Aunque el consumo de agua es variable en función del tipo y tamaño de la planta, tipo de sustrato y de las condiciones climáticas, deberá variar entre 2 y 4 litros por metro cuadrado por día en promedio. Cuando el volúmen de la solución consumido por un sistema cerrado es demasiado grande indica que las condiciones climáticas son adversas o bien se presenta una fuga en el sistema; si es muy pequeño el consumo, puede haber problemas de pudrición radicular.

Es necesario aclarar que no existe una fórmula única para nutrir los cultivos hidropónicos. La mejor fórmula es la que cada persona experimente con óptimos resultados. Sin embargo, la utilización de fertilizantes conocidos permitirá al hidroponista experimentar sus propias fórmulas nutritivas, si así lo desea.

(DIEL, 1988)

3.2.3. Contenedores.

El sustrato es el elemento utilizado en los cultivos hidropónicos, destinado a confinar el sistema radicular de las plantas, con el fin de brindarles protección de los agentes externos y ofrecerles condiciones adecuadas para que se desarrollen y puedan cumplir sus funciones, el contenedor es el recipiente en el cual se limita la estancia del sustrato.

Para que los cultivos hidropónicos nos puedan brindar ventajas el recipiente deberá cumplir los siguientes principios.

- Debe tener un tamaño suficiente para albergar las raíces de la planta a cultivar.



INGENIERIA AGRICOLA

- **Dar condiciones adecuadas para el desarrollo radicular, permitiendo un adecuado drenaje y oxigenación.**
- **Proporcionar protección a los factores ambientales externos como la temperatura, radiación solar, contaminación, la presencia de plagas y enfermedades.**
- **Ser económico ya que la compra, elaboración y adaptación de un recipiente tiene costos elevados.**
- **Debe ser inerte químicamente para evitar reacciones o cambios que alteren la solución nutritiva.**

3.2.4. Sistema de riego.

El sistema de riego es el conjunto de equipos, tanques, tubería y aparatos de control destinados a suplir las necesidades de agua de las plantas y suministrarles los nutrientes necesarios. (ver riego en grava).

3.3. NUTRICION MINERAL.

Consumo de nutrientes: El Jitomate es una planta con un gran consumo de nutrientes, por lo cual exige una adecuada nutrición si se espera obtener altos rendimientos. Bajo condiciones hidropónicas es posible obtener cosechas mucho mayores que en el suelo y los consumos de nutrientes son proporcionales a dichas cosechas. Este consumo podrá variar de acuerdo con la variedad del jitomate. Se puede decir en general, que mientras más pequeña sea la variedad, menor será el consumo.



INGENIERIA AGRICOLA

Un aspecto muy importante es que el consumo de nutrientes en relación con el rendimiento, es el manejo cultural que se le da a la planta. Si cultivamos una planta con dos tallos, la planta gastará el doble de nutrientes, para hacer los tallos y este consumo tiene prioridad sobre el de los frutos que están limitados por la capacidad fotosintética del área de la planta y se ve posiblemente reducida en el uso de los nutrientes por parte de la planta. (MARSCHNER,1990)

Fuentes 1989, Nos explica que la absorción de nutrientes se verifica aun cuando la concentración interna de la planta es mayor que la del medio externo, lo cual necesariamente exige un consumo de energía para superar estas barreras físicas. El movimiento através de esta membrana puede ser activo, es decir, el ion puede moverse contra el gradiente del potencial electroquímico gracias a la ayuda de la energía metabólica, o puede ser pasivo, respondiendo al potencial de difusión; debemos tener en cuenta que el movimiento pasivo ocurre como respuesta a un gradiente establecido en primer lugar por un proceso metabólico.

Una vez absorbidos los iones, estos pueden encontrarse en el citoplasma de las células, en el simplasma de la raíz pero la mayor acumulación está en la vacuolas, donde se depositan para ser transportados y utilizados posteriormente en los procesos metabólicos que sean requeridos. Según Stuart 1987, la acumulación de nutrientes se da de la siguiente forma:

- El consumo de Fe por la planta es inferior al aportado, debido a la forma prematura como el Fe se inmoviliza precipitándose como hidróxido de hierro en la planta.



INGENIERIA AGRICOLA

- **Ca, Mg, S, B, Mn, Se** destinan principalmente a las hojas,
- Las 2/3 partes de **K y P** van a los frutos.
- **N, Fe, Cu, Se** reparten en proporción a la biomasa.
- **Zn** tiende a acumularse en los tallos.

3.3.1. Absorción de nutrientes.

En el proceso de absorción de nutrientes se distinguen diferentes etapas como son:

a) Intercambio de nutrientes entre micelas y la solución.

Cuando las sales inorgánicas están colocadas en una solución diluida, se disocian en unidades cargadas eléctricamente llamadas iones.

Los iones de carga positiva son llamados cationes y los de carga negativa son llamados aniones. Los cationes como el Potasio, son la mayoría de las veces absorbidos por los coloides, en tanto los aniones como el sulfato, suelen encontrarse en la solución. La solución va tomando los iones de las micelas hasta llegar a un equilibrio.

b) Intercambio de iones entre la raíz y el suelo.

El intercambio se realiza de dos maneras:



INGENIERIA AGRICOLA

1) Directamente por el contacto entre la raíz y el suelo. El intercambio directo se produce entre los iones de la superficie de la raíz y los iones absorbidos en las micelas, en la que los iones tienen una oscilación en un determinado espacio y está a su vez depende del espacio entre sí y de la temperatura; cuando un ión se encuentra muy próximo a otro se pueden suspender los espacios oscilatorios, produciéndose un intercambio de iones entre las distintas partículas.

2) Indirectamente a través de la solución del suelo. La raíz constantemente elimina al suelo bióxido de carbono, el cual al combinarse con el agua produce ácido carbónico; el ácido carbónico tiende a disociarse eliminando hidrógeno y a intercambiarlo con algún catión como el Calcio de otro elemento, facilitando así la absorción de estos iones por parte de la planta, pues ésta los extrae directamente del suelo.

c) Acumulación de iones entre la pared celular y el plasma celular.

La pared celular de las raíces posee una gran permeabilidad que permite una buena absorción de los iones, la cual actúa favoreciendo por medio de sus cargas eléctricas el pasaje de sus iones según su carga.

d) Transporte activo y pasivo de iones.

La absorción de las sales por las raíces puede ser una forma activa o pasiva.



INGENIERIA AGRICOLA

Por la acción de fuerzas ya sea internas o externas. Esta fuerza es debida a la diferente concentración de estos iones en ambas partes de la membrana (potencial químico); si el potencial químico del soluto es mayor en la parte exterior de la membrana que en el interior, el movimiento hacia adentro se denomina "pasivo", o sea, que la planta no utilizará su energía para tomar éstos iones. Si una célula acumula iones a pesar de un gradiente potencial, se deberá proveer suficiente energía para compensar esta diferencia de potencial químico, el transporte en contra de un gradiente se considera "activo" desde el momento que la célula metabolice activamente para poder llevar a cabo la absorción del soluto.

El transporte activo origina una acumulación constante en las células en crecimiento y en las que se produce una multiplicación celular. La concentración en el interior llega a ser entre 10 y 100 veces superior que en el exterior.

(Resh, 1992).

e) Traslado y distribución de las sales inorgánicas.

Las sales inorgánicas absorbidas por la raíz en forma de aniones y cationes, son trasladadas por el xilema en forma ascendente junto con el agua. Cuando las sales llegan a las hojas se combinan con las sustancias orgánicas y se mueven hacia arriba y abajo de los órganos de la planta a través del floema.



INGENIERIA AGRICOLA

La absorción de iones o moléculas de sales no implican necesariamente que van a ser utilizados, muchos iones absorbidos por la planta permanecen en las células en ese estado por períodos indefinidos de tiempo. Más aún, ciertos elementos minerales pueden ser utilizados en un órgano de la planta posteriormente liberados por desintegración de los constituyentes celulares y transferidos a otros órganos del vegetal, donde nuevamente son utilizados; sin embargo, una parte considerable de los elementos minerales existentes en los vegetales pueden no integrar los constituyentes esenciales de las células, y tampoco tienen incidencia aparente sobre el metabolismo de los vegetales.

(Meyer, 1976).

3.3.2. Factores que afectan la absorción de iones

Existen diferentes factores que afectan la velocidad y la absorción de iones. Rodríguez 1982, pone de manifiesto dichos factores así como su importancia y los divide en dos formas:

a) Internos:

GENETICOS: La respuesta y capacidad que cada variedad tiene para llevar a cabo en mayor o menor medida dicho proceso metabólico.

ESTADO VEGETATIVO: No siempre se tienen los mismos requerimientos durante todo el desarrollo de la planta, ya que se incrementan o disminuyen durante las etapas de crecimiento.

SANIDAD DE LA PLANTA: El ataque de patógenos o plagas altera el metabolismo.



INGENIERIA AGRICOLA

b) Externos:

TEMPERATURA DE LA SOLUCION: Infiuye directamente sobre la movilidad de los iones en el complejo acuoso y la velocidad en que lleguen a la raíz.

LUZ: De acuerdo al comportamiento y características de los nutrientes, como es el caso de Fe, que influenciado por la luz sufre cambios en su estructura química formando compuestos llamados quelatos que se precipitan, no permitiendo la disponibilidad del elemento para la planta.

La luz posibilita el fenómeno de la fotosíntesis que produce los sustratos orgánicos de la planta (azúcares y almidones). En el fenómeno de la respiración se utilizan estos sustratos liberandose la energía necesaria para las distintas funciones fisiológicas.

CONCENTRACION SALINA EXTERNA: Al incrementarse la cantidad de nutrientes se forma un gradiente osmótico, que actua directamente en la absorción de elementos por la raíz.

OXIGENO: En la respiración de las raices y liberando las cargas positivas (H^+), lo que comprende el transporte activo de la raíz; al liberar H^+ estos son intercambiados por un catión.

El Oxígeno juega un papel muy importante en la respiración, al disminuir la concentración de Oxígeno disminuye también la absorción de iones.

(Rodríguez, 1982)



3.3.3. Deficiencias nutricionales en jitomate.

Según Wallace 1951, los síntomas más destacados en las deficiencias de los nutrimentos son los siguientes:

a) Nitrógeno: Plantas reducidas y delgadas, rígidas y erectas. Hojas pequeñas de color verde pálido y con tintes amarillentos o púrpuras; las hojas mueren en forma prematura.

b) Fosforo: Plantas reducidas y delgadas, hojas pequeñas color verde opaco y manchas púrpuras intensas; folíolos curvados hacia el envés; las hojas más viejas se caen prematuramente.

c) Potásio: Hojas de coloración verde pálido; las hojas viejas se tornan grisáceas a lo largo de los márgenes y entre las venas.

Estas áreas eventualmente se vuelven acartonadas y los márgenes se curvan hacia el haz. Se puede presentar maduración no uniforme en los frutos.



INGENIERIA AGRICOLA

d) Calcio: El crecimiento aéreo se restringe; el punto de crecimiento puede morir presentando el tallo principal muerte descendente; las hojas nuevas son pequeñas y el foliolo terminal presenta manchas amarillas, cafés y púrpura, las cuales se necrosan con muerte descendente posterior. Las flores distales de la inflorescencia mueren. los frutos desarrollan la pudrición apical severa, especialmente en los puntos distales de las inflorescencias. En medios muy ácidos (pH 5), los tallos principales pecíolos y pedicelos pueden mostrar lesiones de color negro opaco, más comunes en la zona cercana a los nudos, lo cual puede conducir a marchitamiento del follaje. Estos efectos se deben también a toxicidad por manganeso en estos medios.

e) Magnesio: Las hojas viejas presentan clorosis intervenal severa (los márgenes pueden permanecer verdes), con necrosis posterior en las zonas cloróticas. La clorosis progresa rápidamente hacia las hojas nuevas y este efecto es acelerado por la fructificación. Se presenta un marchitamiento de hojas y defoliación después de la clorosis, que se inicia en las hojas más viejas.

f) Hierro: Las hojas terminales presentan clorosis intervenal de color amarillo pálido, empezando como un moteado intervenal en forma más intensa cerca de la base de los folíolos. El tallo en la zona próxima al punto de crecimiento es de color verde amarillento. El crecimiento de los tallos se restringe después de la clorosis.



INGENIERIA AGRICOLA

g) Manganeso: El follaje es especial en la parte superior de la planta, presenta un moteado clorótico, el cual se extiende posteriormente, dando una apariencia pálida al follaje. Esta clorosis no es tan intensa como en el caso de la carencia de hierro ni es tan restringida al punto de crecimiento. La apariencia moteada aparece en forma visible, aún cuando áreas se necrocen.

h) Boro: Tallos cortos, gruesos y rígidos. Los puntos de crecimiento mueren. Las hojas presentan tintes intensos de color amarillo, café y púrpura. Hay proliferación de brotes laterales, con deformación de las hojas y las ramas; así como maduración no uniforme.

i) Molibdeno: A menudo se desarrolla una clorosis entre las nervaduras, primero en las hojas más jóvenes.

3.3.4. Exceso de nutrientes.

a) Nitrógeno: Cuando se presentan excesos las plantas adquieren un gran desarrollo aereo, las hojas toman una coloración verdosa oscura y se retrasa la maduración; la calidad de los frutos desciende notablemente.

b) Fosforo: Las alteraciones por exceso de P , no suelen darse en la práctica unicamente en el caso de aportaciones masivas y reiteradas se pueden presentar deficiencias de Fe , por la insolubilidad de este ultimo elemento.



INGENIERIA AGRICOLA

c) Potásio: Cuando hay una cantidad elevada de K , asimilable; las plantas absorben mayor cantidad de la que precisan, sin que ello repercuta en un aumento en la producción. Por otra parte un exeso en la absorción de K , origina deficiencias de Mg, Ca, Fe, Zn.

d) Calcio: Un exceso de Ca, ocasiona deficiencias de Mg.

(Fuentes, 1989).

3.3.5. Niveles óptimos, (% de MATERIA SECA).

a) Nitrógeno: Dependiendo de la especie, estado de desarrollo y órgano; el N requerido para un óptimo crecimiento varia entre 2 y 5% del peso seco de la planta.

b) Fosforo: Esta en el rango de 0.3 y 0.5% del peso seco de la planta.

c) Potásio: Para un óptimo crecimiento es de aprox. 2 al 5% del peso seco de las partes vegetativas, frutos y tuberculos.

d) Calcio: El contenido de Ca en las plantas varia entre 0.1 y 5% del peso seco, dependiendo de las condiciones de crecimiento.

e) Magnesio: El requerido para un crecimiento óptimo de las plantas es de aproximadamente el 0.5% del peso seco.

f) Azufre: Varia entre 0.2 y 0.5 del peso seco.

(Marschner, 1990).



INGENIERIA AGRICOLA

c) Potásio: Cuando hay una cantidad elevada de K , asimilable; las plantas absorben mayor cantidad de la que precisan, sin que ello repercuta en un aumento en la producción. Por otra parte un exeso en la absorción de K , origina deficiencias de Mg, Ca, Fe, Zn.

d) Calcio: Un exceso de Ca, ocasiona deficiencias de Mg.
(Fuentes, 1989).

3.3.5. Niveles óptimos, (% de MATERIA SECA).

a) Nitrógeno: Dependiendo de la especie, estado de desarrollo y órgano; el N requerido para un óptimo crecimiento varia entre 2 y 5% del peso seco de la planta.

b) Fosforo: Esta en el rango de 0.3 y 0.5% del peso seco de la planta.

c) Potásio: Para un óptimo crecimiento es de aprox. 2 al 5% del peso seco de las partes vegetativas, frutos y tuberculos.

d) Calcio: El contenido de Ca en las plantas varia entre 0.1 y 5% del peso seco, dependiendo de las condiciones de crecimiento.

e) Magnesio: El requerido para un crecimiento óptimo de las lant as es de aproximadamente el 0.5% del peso seco.

f) Azufre: Varia entre 0.2 y 0.5 del peso seco.

(Marschner, 1990).



INGENIERIA AGRICOLA

3.4. JITOMATE

3.4.1. Historia y origen.

El jitomate es un fruto considerado como la hortaliza número uno, tanto por el volumen de producción, como de la necesidad que se tiene en todas las cocinas del mundo, en estado fresco y también procesado en diversas formas.

De acuerdo a varios autores entre ellos Vavilov 1951, Bailey 1977, se plantea que el centro primario de origen del Jitomate, es de la región andina, concretamente en Perú, Bolivia y Ecuador, donde se originó el jitomate cereza *L. esculentum*, var. ceraciforme, el que se difundió a toda América en épocas precolombinas; iniciándose en México, donde surgió el jitomate bola *L. esculentum*, var. comuna, con diámetros más grandes que su antecesor y una mayor diversidad de formas, colores y tipos de crecimiento.

La domesticación de la especie *Lycopersicon esculentum*, se considera que se dio hace aproximadamente 3000 años, aunque sea muy probable que en un principio su uso era meramente ornamental, pero lo más seguro es que tal destino fuera temporal. Al pasar a Europa se le consideró una planta venenosa dado su parentesco con el toloache, la belladona y otros miembros de la familia de las solanaceas, e inclusive se le atribuyeron propiedades afrodisíacas, fué hasta el siglo pasado donde se empezó a hacer un uso extensivo de esta planta como alimento, muchos siglos antes, sin embargo, las poblaciones de México lo utilizaban como condimento.

(VAVILOV, 1951)



INGENIERIA AGRICOLA

Así el Jitomate se cultiva con fines alimenticios en todo el mundo, sólo a partir del presente siglo; ocupando en la actualidad el tercer lugar, a nivel mundial, entre todas las hortalizas, superando a las del Viejo Mundo, que se vienen cultivando desde antes de nuestra era; ya que solo es superado por hortalizas del Nuevo Mundo como: La papa y el camote.

(Murillo, 1989).

3.4.2. Ubicación taxonómica.

El Jitomate pertenece a la familia de las solanáceas, al género Lycopersicon, el que proviene de dos términos griegos: Lycoper y sicon; lo que significa en español durazno de lobos, significado seguramente inspirado en la creencia de que los frutos eran venenosos y en consecuencia sólo podían consumirlo las fieras.

Al género Lycopersicon según Bailey 1977, pertenecen media docena de especies.

3.4.3. Morfología del jitomate.

El aparato radicular de siembra directa es pivotante, el correspondiente a plantas de transplante se extiende lateralmente (fasciculado).

Los tallos y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual, la planta no se sostiene sola y es necesario el implemento de tutores.



INGENIERIA AGRICOLA

La hoja está compuesta de siete, nueve y, a veces, once hojas sencillas. Las hojas están provistas de pelos glandulares que segregan una sustancia de color ocre al tocar la hoja (tomatina).

Las flores del jitomate se agrupan en racimos, en el cual contienen ambos órganos, masculino y femenino. El fruto maduro contiene cierto número de lóculos o celdillas rellenas de semillas.

Según el hábito de crecimiento se distinguen dos tipos de jitomate: a) de crecimiento determinado y b) de crecimiento indeterminado. En las variedades de jitomate determinado cubren menos espacio, se caracterizan por la formación de inflorescencias en el extremo apical, estas variedades son utilizadas en áreas domésticas. En las variedades de crecimiento indeterminado aparece un racimo cada dos o tres entrenudos, los cuales crecen continuamente, este tipo de jitomate es el más utilizado en los cultivos hidropónicos.

3.4.4. Necesidades ambientales.

El Jitomate prospera entre climas cálido a frío moderado, encontrándose también en zona tropicales, en alturas que van desde el nivel del mar a los 2400 msnm. A mayores alturas es esencial el uso de invernaderos.



INGENIERIA AGRICOLA

Para que se desarrolle la planta de Jitomate, requieren de 15 a 29°C, con una temperatura óptima de 22°C; a una temperatura inferior a 15°C se detiene la floración y a los 10°C cesa el crecimiento. La sustancia purpúrina que da la coloración de los frutos, el licópeno, empieza a formarse a los 12°C, de 22 a 25°C se forma intensamente, a los 30°C empieza a destruirse y entre los 37 a 40°C los frutos adquieren una coloración amarillenta.

Una buena intensidad lumínica es importante para obtener colores intensos y altos contenidos de sólidos solubles. Las zonas productoras deben tener de 1000 a 1500 horas de luz al año.

(FAO/SEP., 1981).

Un factor importante es la humedad ambiental; si es demasiado alta, favorece el desarrollo de una serie de patógenos que atacan el follaje y los frutos, lo que incide en bajos rendimientos.

(NEARV, 1992)

3.4.5. Sustratos hidropónicos.

Dentro de los sustratos más indicados para la producción de jitomate en hidroponía, se tiene a la cascarilla de arroz para el cultivo en canchales y las mezclas a base de cascarilla y aserrín con otros materiales que aumentan la retención de humedad, como la ceniza de cascarilla, la escoria de carbón, la piedra pómez y la grava para el cultivo en bancadas y en países desarrollados se tiene al Rock Woll o lana de roca, por ofrecer las mayores ventajas físicas, químicas y biológicas.



INGENIERIA AGRICOLA

Los anteriores sustratos no indican que sean los mejores, sino que hasta ahora han sido los más usados. Por lo que el hidroponista podrá utilizar algún material que tenga a su disposición y que cumpla con las características físicas, químicas y biológicas de un buen sustrato.

3.4.6. Recipientes.

Los cultivos hidropónicos requieren recipientes que puedan contener el sustrato para el desarrollo radicular. Las formas y tamaños de dichos recipientes varían de acuerdo con las necesidades específicas de cada cultivo en cuanto a retención de humedad, profundidad y drenaje. Los recipientes más comúnmente usados en el cultivo del jitomate son las canaletas, las bancadas, los estanques, las bolsas de polietileno y las macetas.

3.4.7. Riego.

Es importante la disponibilidad de agua para la germinación y/o para la recuperación de las plantulas en el trasplante. Un crecimiento temprano es importante para la producción, por lo tanto, en esta época es indispensable proporcionar una irrigación óptima. Las necesidades de agua en las plantas aumentan a medida que crecen, en función del follaje de la planta y la estación del año.

Los riegos se deben hacer en la mañana y en la tarde, procurando que la planta se seque antes de la noche, para evitar enfermedades. Es importante que no se presenten fluctuaciones fuertes en los riegos, pues esto ocasiona rajaduras en los frutos.

(RESH, 1992)



INGENIERIA AGRICOLA

3.4.8. Sistemas de siembra.

La siembra del jitomate se puede practicar tanto en forma directa, como por trasplante.

a) Siembra directa: Se realiza en las bandejas de cultivo o en contenedores, de los que hay diversos tipos. Los de plástico tienen la forma de una bandeja de cubos de hielo, variando desde un gran compartimiento, hasta doce por unidad; otros son de material biodegradable como la celulosa.

b) Semillero: Las semillas de Jitomate deben colocarse de 1 a 2 cm. de profundidad. La mayoría de los vegetales con semillas pequeñas deberán sembrarse cubiertas por 1 cm. de suelo o sustrato. Después regar las bandejas o contenedores, se cubrirán con una hoja de plástico transparente para mantener la humedad del medio durante la germinación, lo cual evitará también el riego diario para el mantenimiento de la humedad. La hoja plástica deberá retirarse en cuanto aparezcan los primeros signos de emergencia de las plántulas; que comienzan a emerger a los 7 días y aún a los 4 si la semilla está fresca y es de buena calidad.

Las plantulas están listas para trasplantar entre los 18 y 25 días contados a partir de la siembra, cuando tengan 4 ó 5 hojas verdaderas. Es claro que la temperatura y la variedad, influyen en el tiempo para el trasplante.

c) Trasplante: Es el sistema más utilizado; para trasplantar una hectárea se necesitan 300 gr. de semilla.



INGENIERIA AGRICOLA

Un trasplante bien efectuado es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero. Las plantas se deberán colocar con cuidado en las bancadas, deberán tener entre 18 y 25 días de sembradas y estar ligeramente endurecidas. Los jitomates no deberán llevar frutos cuajados y el tallo debe tener al menos una vez y media el diámetro de un lápiz.

Una vez efectuado el trasplante, deberá darse un riego lo antes posible para evitar el marchitamiento. En el cultivo en grava, las bancadas pueden estar inundadas durante el trasplante, para mantener de esta forma un alto nivel de humedad en el medio.

(BAILEY, 1977)

3.4.9. Practicas culturales.

TUTORADO: Las plantas del tipo de los jitomates y pepinos que tienen que guiarse verticalmente; deberán estar tutoradas, se recomienda la utilización de cuerdas de plástico, así como los amarres del mismo material. El tutorado se puede realizar mediante tres sistemas, los cuales son:

A) Estaca individual: Consiste en que a cada planta se le pone una estaca haciendo amarres con hilo de algodón o ixtle cada 30 cm.. este sistema sólo se recomienda en lugares donde la vara abunde y se practique la poda a un tallo.

B) Sistema de colgado: Cada 1.5 m. se pone un estacón, con alambre galvanizado del número 14 se unen los estacones, tratando de que quede tenso. Del alambre se cuelgan hilos de ixtle de uno o dos cabos; cuando las plantas alcanzan 40 cm. se hacen amarres de la planta al hilo, O bien se puede utilizar la propia estructura del invernadero.



INGENIERIA AGRICOLA

C) Espaldera: Se colocan estacones con una altura libre de 2 m., espaciándose cada 3 m. cuando las plantas hayan alcanzado una altura de 35 cm. se hace un tendido doble de mecahilo o alambre galvanizado del número 20, dándole la vuelta a cada uno de los estacones. Cada 30 cm. se colocan nuevas hiladas, una vez del lado derecho del hilo y la siguiente por el lado izquierdo; el número de hiladas depende del tipo de crecimiento de la planta.

(NEARV, 1992)

PODAS:

En las variedades de crecimiento indeterminado, se hace necesaria la práctica de la poda, la cual consiste en eliminar los brotes laterales, con el fin de conservar el tallo principal o ramificaciones principales. Los jitomates sin podar producen frutos de poco valor comercial. En el caso de variedades de crecimiento determinado la poda consiste en:

Deschuponado: La práctica que elimina a todos los brotes por debajo de la ramificación principal, algunas veces incluso se eliminan todas las hojas por debajo de la ramificación principal.

Dependiendo del sistema de cultivo, desarrollo de la variedad y densidad de población se presentan algunas variantes de la poda: a un tallo, a dos y a tres tallos y el deschuponado. La poda se inicia cuando la primera ramificación que se encuentra por debajo del primer racimo floral está perfectamente diferenciado, realizándose cada 15 días, hasta el séptimo u octavo racimo.

Los objetivos que persigue la poda son:

- Formar y acomodar la planta al sistema de tutorado.



INGENIERIA AGRICOLA

- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr un control sanitario eficiente
- Obtener frutos de mejor calidad.

(Murillo, 1989)

3.5. PLAGAS Y ENFERMEDADES.

A continuación en la tabla No. 3 se presentan las principales plagas que atacan al cultivo de Jitomate.

TABLA NO. 3: PRINCIPALES PLAGAS DEL JITOMATE

PLAGAS	NOMBRE CIENTIFICO
Gusano alfiler	<i>Kefferia lycopersicella</i>
Minador de la hoja	<i>Liriomyza munda</i>
Gusano del fruto	<i>Heliothis zea</i> <i>Heliothis virescens</i>
Gusano soldado	<i>Spodoptera exigua</i>
Gusano falso medidor	<i>Trichoplusia ni.</i>
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabasi</i> <i>Trialeurodes vaporariorum</i>
Pulgones	Aphididae

Fuente: Murillo, 1989.



En la tabla No. 4, las principales enfermedades que se presentan en las diferentes zonas productoras del país.

TABLA No. 4: ENFERMEDADES DEL JITOMATE

ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTIFICO(PATOGENO)
Tizon temprano	<i>Alternaria solani</i>
Tizon tardio	<i>Phytophthora infestans</i>
Moho de la hoja	<i>Cladosporium fulvum</i>
Mancha de la hoja ó antracnosis	<i>Glomerella cingulata</i>
Cenicilla	<i>Odiopsis taurica</i>
Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>F. lycopersici</i>
Echinamiento producido por virus y micoplasmas (VMT, Virus I del pepino).	

Fuente: Murillo, 1989.



INGENIERIA AGRICOLA

IV. MATERIALES Y METODOS.

4.1. LOCALIZACION.

El experimento se realizó en el modulo de hidroponia de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la cual se encuentra ubicada en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, a una altura de 2250 m.s.n.m. y esta comprendida entre los 19°37' y 19°45' de Latitud Norte, 90°07' y 99°14' de Longitud Oeste del meridiano de Grenwich.

4.2. CONDICIONES AMBIENTALES.

Se presenta un clima templado, con lluvias en Verano, la temperatura media anual es de 15.7 °C. La precipitación media anual es de 605 mm. Se presenta un periodo de heladas que generalmente son de Octubre al mes de Abril.

(Corzo, 1991)

4.3. CARACTERISTICAS DE LA CUBIERTA PLASTICA.

La cubierta es en forma de dos aguas, el área total es de 24 m² y una altura de 2.5 m. Esta formada por plástico térmico calibre 602 transparente. Cuenta con instalación eléctrica, un termómetro de máximas y mínimas; el piso es de concreto con una capa de tezontle al cual se le adiciona agua para mantener la humedad relativa, los alerones laterales pueden levantarse para tener así una mejor ventilación.



INGENIERIA AGRICOLA

4.4. UNIDAD EXPERIMENTAL.

La unidad experimental consto de una bancada con un volumen de 0.258 m³, utilizando como sustrato grava sello 3 A y un depósito de solución de 100 l. por unidad experimental. Con una densidad de población de 14 plantas.

4.5. TRATAMIENTOS.

Los tratamientos se integraron por 3 periodos de cambio de solución (10, 15 y 20 días), con dos repeticiones a cada tratamiento.

Primeraamente observamos el comportamiento de las diferentes variables evaluadas y la respuesta de cada tratamiento.

TRATAMIENTO 1 Cambio de solución c/10 días.

TRATAMIENTO 2 Cambio de solución c/15 días.

TRATAMIENTO 3 Cambio de solución c/20 días.

4.6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y dos repeticiones. La distribución fue de la siguiente manera:

U.E. 1 T3R2	U.E. 6 T3R1
U.E. 2 T2R2	U.E. 5 T1R2
U.E. 3 T1R1	U.E. 4 T2R1

4.7. CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.



INGENIERIA AGRICOLA

4.7.1. Preparación de bancadas.

Consta de un modulo hidropónico de sistema cerrado, donde la solución nutrimental se recupera. Se colocó grava sello 3 A con una altura de 15 cm. con el fin de que el volumen de la solución esté unos centímetros debajo de la superficie del sustrato.

4.7.2. Siembra.

Se utilizaron charolas de poliestireno con agrolita como sustrato, el día 20 de Abril, utilizando semillas del híbrido HEINZ 8963, para su germinación y obtención de plantas.

4.7.3. Riego y trasplante.

El trasplante se realizó el día 3 de Mayo, cuando la planta alcanzó una altura de 15 a 20 cm.

El sistema de riego empleado fue por subirrigación efectuándose dos riegos diarios (10 y 14 hrs.), desde el trasplante hasta el término del experimento. Para realizarlo se mantuvo un nivel de 100 l. por depósito para cada unidad experimental, bombeando la solución nutritiva a través de un tubo de PVC, que atraviesa de lado a lado en la parte inferior de la bancada, dicho tubo consta de orificios, proporcionando la humedad necesaria para el sistema radical y expulsando el dióxido de carbono existente en el sustrato. manteniendo generalmente la solución durante 15 min.

4.7.4. Tutorado.

Se realizó el sistema de colgado; cuando las plantas alcanzaron una altura de 30 cm. a partir del 20 de Mayo; se amarraron con hilo y se le dio la vuelta a la planta conforme fue creciendo.

Este sistema es el más recomendable para producción en "invernadero".

4.7.5. Poda.

Se inició el 20 de Mayo, cuando la primera ramificación que se encuentra por debajo del primer racimo floral esvo perfectamente diferenciado, realizándose cada 15 días dándole un manejo a un sólo tallo.

4.7.6. Control fitosanitario.

Se monitoreó periódicamente la presencia de plagas y enfermedades que se presentaron e implemento un control inmediato.

TABLA No. 5 CONTROL FITOSANITARIO

FECHA	PRODUCTO	PLAGA
23/08/94	TAMARON	MOSCA BLANCA
08/07/94	TAMARON	MOSCA BLANCA
25/07/94	TAMARON	MOSCA BLANCA

4.7.7. Cosecha.



Esta práctica se inició a partir del 20 de Junio cuando los frutos adquirieron un 60 a 80% de coloración rojo claro ya que es cuando se alcanzó la mayor acumulación de nutrientes. Se realizó periódicamente cada semana para dar paso a la maduración de los frutos, El híbrido HEINZ 8963, presenta un ciclo semiprecoz (90 a 120 días a madurez), de porte medio, los frutos son tetraloculares, medianos, redondeados y firmes.

4.7.8. Solución nutritiva.

Se utilizó una solución nutritiva empleada con anterioridad en el módulo de hidroponía de la FES-C para el cultivo de jitomate, preparándola individualmente en cada depósito al momento del cambio de solución del tratamiento y tomando una muestra representativa de la solución a "desechar" que fue analizada posteriormente, monitoreando cada tercer día el pH y conductividad eléctrica de la solución para facilitar la asimilación de los nutrimentos por parte de las plantas (valores de 5.5 a 6 de pH, y no mayores de 2 mMOS. de C.E.).



INGENIERIA AGRICOLA

TABLA No 6. CONCENTRACION Y FERTILIZANTES UTILIZADOS

EN LA SOLUCION

ELEMENTO	ppm	FUENTE	FORMULA
N	101.5	Nitrato de amonio	NH_4NO_3
P	61.5	Fosfato onopotásico	KH_2PO_4
K	77.42		
K	131.28	Nitrato de potásio	KNO_3
N	47.1		
Ca	167.0	Nitrato de calcio	$Ca(NO_3)_2$
N	116.9		
Mg	60.0	* Sulfato de magnesio	$MgSO_4 + 7H_2O$
S	80.0		
Fe	6.0	* Sulfato ferroso	$FeSO_4 + 7H_2O$
S	2.3		

* Reactivo analítico.

4.8. PARAMETROS EVALUADOS.

Para evaluar el efecto de los diferentes períodos de renovación de la solución nutritiva sobre los componentes del rendimiento del Jitomate (Se eligieron al azar 5 plantas por unidad experimental), las variables evaluadas fueron:



INGENIERIA AGRICOLA

1) RENDIMIENTO AGRICOLA: Peso total de frutos expresado en Kg por planta y corte.

2) ALTURA DE PLANTA (cm): Se tomó como punto de referencia el nivel del sustrato y se midió hasta el brote apical.

3) NUMERO DE FRUTOS POR TRATAMIENTO : Unicamente fueron tomados en cuenta los frutos que amarraron iniciando la evaluación a partir del 23 de Mayo hasta el 24 de Junio.

4) PESO PROMEDIO DE FRUTO (g): Al momento de realizar el corte de los frutos, estos se pesaban en una balanza granataria, a partir del 20 de Junio.

5) PESO PROMEDIO DE FRUTO INDIVIDUALMENTE (g): Se pesó individualmente con una balanza granataria.

6) DIAMETRO ECUATORIAL Y POLAR DE LOS FRUTOS (cm): Al momento del corte se realizaba esta actividad con un vernier.

7) PESO FRESCO Y SECO DE LA PLANTA : El peso fresco se realizó después de haber cortado la totalidad de los frutos el día 8 de Agosto. El peso seco se realizó mediante el secado de las plantas en una estufa a 70 °C por 24 horas.

8) LONGITUD DE LA RAIZ: Contempla la capacidad que tienen las plantas para la absorción nutrimental, se realizó con una cinta métrica desde el nivel del sustrato hasta la parte más distante de la raíz.

9) ANALISIS DE LA SOLUCION NUTRIMENTAL: Se tomó una muestra por tratamiento representativa antes de desechar la solución para determinar las concentraciones de nutrimentos después de la utilización de 10, 15 y 20 días según el caso, todo ello por medio de análisis químico para la determinación de los elementos, se utilizaron los siguientes métodos:

Ca, Mg, Fe, S. Por absorción atómica.

N, Por Kjeldahl.

P, Espectrometria.

K, Flamometria.



V. RESULTADOS Y DISCUSION

La conducción del experimento realizado, para evaluar el tiempo óptimo de soluciones nutritivas para cultivo de Jitomate *L. esculentum*

por subirrigación. Nos arroja los siguientes resultados.

Primeramente observamos el comportamiento de las diferentes variables evaluadas y la respuesta de cada tratamiento.

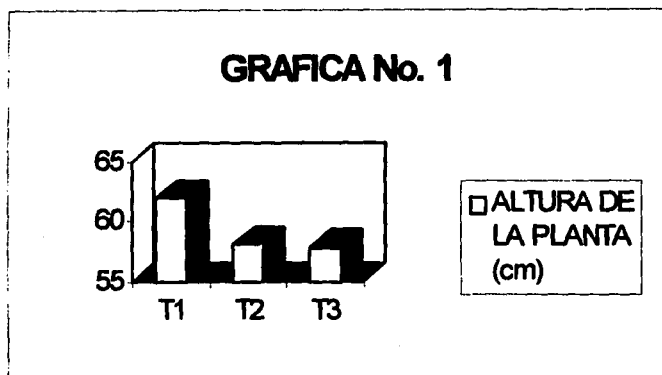
TRATAMIENTO 1 Cambio de solución c/10 días.

TRATAMIENTO 2 Cambio de solución c/15 días.

TRATAMIENTO 3 Cambio de solución c/20 días.



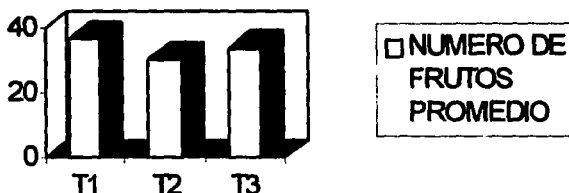
La gráfica No. 1, nos muestra la respuesta a la variable que es altura de planta, en la que el tratamiento 1 es el que mejor se comporta, seguido por el 2 y al final el 3.



La gráfica No. 2, representa el número de frutos por tratamiento. El tratamiento 1 fue el mejor en el caso de esta variable, alcanzando un número mayor de frutos, seguido por el tratamiento 3 y siendo el peor el tratamiento 2.



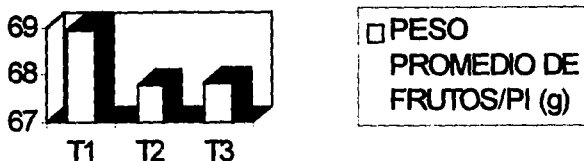
GRAFICA No. 2



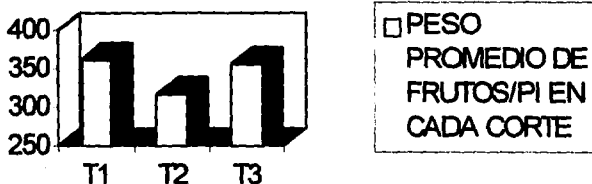
Las gráficas No. 3 y 4, nos representan el rendimiento (g/fruto), la gráfica No. 3, el peso promedio de un solo fruto por planta y la gráfica No. 4, el peso total de frutos por planta en cada corte. Como dichos datos están intimamente relacionados el comportamiento es similar encontrando como mejor tratamiento al 1 seguido por el 3 y por último el 2.



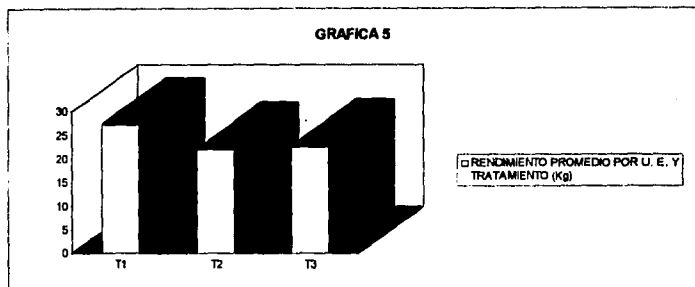
GRAFICA No. 3



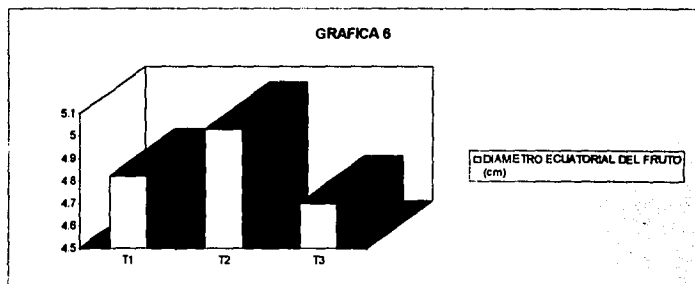
GRAFICA No. 4



La representación gráfica No. 5, por tratamiento y unidad experimental pone en claro que el tratamiento que mejor comportamiento tuvo fue el 1 y en segundo lugar el tratamiento 3; y por último el 2. Ya que el tratamiento 1 obtuvo un valor más alto, un total de 27.16 Kg por cada 14 plantas.



En este caso la gráfica No. 6, nos muestra el comportamiento de los tratamientos y su respuesta a la variable **"Diámetro ecuatorial del fruto"** en la que el mejor tratamiento es el 2, alcanzando un valor mayor que los otros tratamientos 1 Y 3.





INGENIERIA AGRICOLA

CUADRO No. 1 : RESULTADOS CUANTITATIVOS PROMEDIO DE LAS DIFERENTES VARIABLES

VARIABLE/ RATAMIENTO	T1	T2	T3
Altura de planta (cm)	61.90	58.10	57.80
Número de frutos promedio	36.49	30.33	33.66
Peso promedio de frutos/pl(g)	68.94	67.79	67.84
Peso promedio de s/pl en cada corte (g)	380.96	316.73	357.19
Diámetro rial del fruto (cm)	4.82	5.03	4.73
Rendimiento edio por U.E. y TAMIENTO (Kg)	27.16	21.99	22.61

De acuerdo con los datos obtenidos, como se muestran numéricamente en el cuadro No. 1, se procedió a realizar un análisis estadístico, del cual mencionamos únicamente los resultados más representativos y de importancia para el presente trabajo (ver anexo 2 págs. 8 y 9).



INGENIERIA AGRICOLA

Para ejemplificar esto tomamos como muestra la variable ***RENDIMIENTO TOTAL*** que será utilizada con mayor importancia posteriormente.

RENDIMIENTO TOTAL:

El análisis de varianza (cuadro 2), corresponde al rendimiento total, no muestra diferencias significativas entre los tratamientos al igual que la comparación de medias (T 5%), en el que los tratamientos, presentan semejanza.

A pesar de que, no existen diferencias significativas entre ellos. El tratamiento 1, fue el que obtuvo el mayor rendimiento. Por lo que el cambio de solución no constituyó un factor limitante para cualquiera de los tratamientos; debido a un buen suministro de nutrientes en esta variable.

CUADRO No. 2: ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL RENDIMIENTO TOTAL DEL JITOMATE (Kg/TRATAMIENTO).

F.V.	GL.	SC.	CM	Fc	Ft(5%)
Tratamientos	3	13961.24	4653.74	0.57 n.s.	0.6884
Error exp.	2	16416.89	8208.40		
Total	5	30378.06			

n.s. Diferencias no significativas

C.V. = 26.26%

Todas las variables analizadas estadísticamente, tuvieron el mismo comportamiento, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, a excepción de la variable *DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO* como a continuación se muestra.

DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO

Esta fué la única que presentó una diferencia altamente significativa de todas las variables analizadas. El cuadro No. 3, muestra diferencias significativas entre tratamientos.



INGENIERIA AGRICOLA

CUADRO No. 3: ANALISIS DE VARIANZA CORRESPONDIENTE AL DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO DE JITOMATE (cm/TRATAMIENTO)

F.V.	GL.	SC.	CM.	F _c	Ft(5%)
Tratamientos	3	0.121	0.040	15.42**	.06
Error exp.	2	0.005	0.002		
Total	5	0.126			

** Diferencia altamente significativa.

C:V = 1.05

CUADRO No. 4: COMPARACION DE MEDIAS (T5%), CORRESPONDIENTE AL DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO DE JITOMATE (cm/TRATAMIENTO).

T1 = 5.03 A
T2 = 4.82 AB
T3 = 4.73 B

Medidas con la misma letra no son estadísticamente diferentes

A través de la comparación de medias (T5%), nos muestran 2 grupos, el primero lo forman los tratamientos 2 y 1, respectivamente el segundo grupo lo forman los tratamientos 1 y 3.



INGENIERIA AGRICOLA

De acuerdo a los resultados , el tratamiento 2, fue el ideal para la máxima expresión de esta variable, por lo que se puede decir que hubo un equilibrio entre la disponibilidad de nutrientes con el genotipo de la planta, lo que produjo frutos con un mayor diámetro ecuatorial.

La variable que cuenta con la mayor importancia es el análisis de la solución nutritiva, ya que nos muestra cuantitativamente cual fue la cantidad absorbida por las plantas de Jitomate (HEINZ 8963), en cada tratamiento.

CUADRO No. 5: ABSORCION TOTAL DE NUTRIENTES POR TRATAMIENTO

ELEMENTO	T1, ppm		T2, ppm		T3, ppm	
	APLICADA	ABSORBIDA	APLICADA	ABSORBIDA	APLICADA	ABSORBIDA
N	2120	1424.3	1325	906.64	1060	610.57
P	492	111.2	307.5	82.23	146	43.96
K	1668	753.96	1042.5	512.76	834	371.8
Ca	1336	544.09	835	336.17	668	2.83
Mg	480	100.19	300	75.3	240	40.1
S	668	142.56	417.5	96.31	334	74.4
Fe	48	9.4	30	5.5	24	4.8



INGENIERIA AGRICOLA

Este cuadro representa los diferentes nutrientes, así como la cantidad total que se aplico a cada tratamiento y la respuesta por parte de la planta, en este caso representada por la absorción total de nutrientes en cada tratamiento.

Si tomamos en cuenta la cantidad de cambios de solución por tratamiento, siendo la misma concentración en cada solución de renuevo, se incrementa la cantidad total de nutrientes aplicada a los tratamientos; como se observa claramente en el cuadro No. 5, que a su vez refleja diferencias entre el total de nutrientes absorbidos por cada tratamiento. Siendo mayor en los que contaban con un mayor suministro de nutrientes, guardando una clara relación con el tiempo de duración de cada una de las soluciones.

Primeramente hay que tomar en cuenta los resultados del análisis de las soluciones, como son la absorción total de nutrientes por tratamiento y el rendimiento total de frutos (frutos/Kg), por cada uno de ellos.

Si bien el consumo de nutrientes por parte del tratamiento 1, fue considerablemente mayor al tratamiento 3, esto no se reflejo en el rendimiento (cuadro No. 1), aplicando la fórmula propuesta por SARI'C 1983, para determinar el índice de eficiencia de nutrientes

NE = RENDIMIENTO / SUMINISTRO DE NUTRIENTES

Y de acuerdo con los valores obtenidos, es mejor el tratamiento 3, (cuadro No. 7), ya que tiene los índices más altos.



INGENIERIA AGRICOLA

CUADRO No. 6: INDICE DE EFICIENCIA NUTRIMENTAL

ELEMENTO	T1	T2	T3
N	.01893	.02425	.03703
P	.24424	.26742	.51433
K	.03602	.04288	.06812
Ca	.04991	.06005	.79730
Mg	.27108	.29203	.56384
S	.04065	.05267	.06769
Fe	.56583	.73300	.94208

SARI'C, 1983; Nos dice que valores más cercanos a 1.0 hay mayor eficiencia.

Hay que tener en cuenta que como menciona Baligar 1990, existen diferentes formas de definir la eficiencia y esto depende del objetivo que se busque alcanzar, ya que se puede aplicar dicho concepto a lo que es materia seca, granos, semillas o frutos; rendimiento por unidad de nutrientes absorbidos por la planta, citando algunos autores que en sus trabajos dan su particular aplicación a dicho concepto como son: Loneragan and Asher 1967; Gabelman 1976; Maranville 1980; Moll 1982,1987; Cox 1985; Jackson 1986, en este caso dicho índice está basado en el rendimiento del fruto (Kg de Jitomate / Tratamiento).

Por que es más "eficiente" el que tuvo la menor absorción de nutrientes si son individuos de la misma especie y las características son idénticas (Hibrido HEINZ 8963).



INGENIERIA AGRICOLA

Existen autores que nos dan una posible respuesta a ello, por sus trabajos realizados como Vose 1987, algunas variedades de plantas son eficientes cuando se desarrollan a bajos niveles de nutrientes; o como Stuart 1987, nos dice que todas las plantas exhiben un incremento en la eficiencia, en el uso de nutrientes bajo condiciones de carencia de estos.

De acuerdo con ellos, es uno de los factores que explican el porque en el experimento realizado, el tratamiento 3 fue más eficiente, es decir, convertir los nutrientes en Jitomate (fruto, que en este caso representa el rendimiento). También debemos tomar en cuenta lo que nos dice Bidwell 1987, que una respuesta así está dada por la interacción de tres factores que son: **EL GENOTIPO, FENOTIPO Y EL MEDIO AMBIENTE.**

En este caso quien ocasiona dicha diferencia es el medio ambiente, representado por la duración de las soluciones nutritivas, ya que es la única variación entre los tratamientos, que origina una mayor o menor absorción de nutrientes.

La diferencia entre la absorción de nutrientes fue tratada por algunos autores como Kirby and Armstrong 1980; Fontes and Wilcox 1989, que sugieren que la absorción de nutrientes como nitratos y fosfatos aumenta cuando el suministro en la solución nutritiva es incrementado. Así como los resultados obtenidos por B Krstić and Sarić 1988, apoyan que dicha relación también está dada para la absorción de elementos esenciales, ya que al incrementarse la absorción de Nitrógeno, de igual manera se da una absorción de los demás nutrientes.



INGENIERIA AGRICOLA

En nuestro trabajo, si bien la concentración de nutrientes en la solución de recambio se mantuvo siempre constante; la cantidad total de nutrientes aplicados al tratamiento 1, era superior que los del tratamiento 3. Ello influyó en la absorción total de elementos y su comportamiento en los tratamientos, como lo muestra el cuadro No. 5 (Absorción de nutrientes por tratamiento) y el cuadro No. 6 (Índice de eficiencia nutrimental).

Hemos hablado de absorción de nutrientes, para dar una explicación debemos diferenciar poco a poco todo lo que esto envuelve, para ello citamos una definición de Glass 1990. El momento en que se da la absorción es cuando el ión atraviesa las membranas epidérmicas o corticales y entra en el simplasma celular.

Loneragan 1976, Postula que la eficiente utilización de los nutrientes absorbidos, puede envolver la suma total de un largo número de procesos en los componentes (en este caso nutrientes), y a su vez produce cambios metabólicos. A este respecto se han realizado algunos trabajos muy específicos como los de Baker 1968; Giordano 1982; Woodend 1986, que son los que han dado justificación a dicha postulación.

La absorción de nutrientes esta influenciada por diferentes factores que tienen importancia para que se lleve a cabo este proceso fisiológico Rodríguez 1982, pone de manifiesto dichos factores, citados anterior mente en la revisión bibliográfica.

En el experimento se puede observar que dos factores (Oxígeno y Concentración salina externa), son los que tuvieron influencia determinante en la absorción total de nutrientes por parte de los tratamientos.



INGENIERIA AGRICOLA

También es claro Fuentes 1989, cuando afirma que todas las plantas exhiben un crecimiento de eficiencia en el uso de nutrientes bajo condiciones de falta nutrimental, en gran medida porque el almacenamiento de nutrientes en vacuolas declina. Dando lugar a que las fibras y la concentración de carbohidratos se incrementa.

Por su parte Vose 1987, Describe que genotipos de tomates (Jitomates), desarrollados bajo condiciones nutritivas de stress de K, P, N, Ca, revelaron que algunos son mucho más eficientes que otros. Los resultados obtenidos por Carpena 1987, quien concluye que aun, que el consumo de N fue alto con continuas adiciones de nitratos, la producción de algunos cultivares de tomates no se incremento. Lo cual apoya los resultados obtenidos en el experimento, ya que los 3 tratamientos expresaron de igual forma sus caracteres fenotípicos y genotípicos no habiendo desordenes visibles entre ellos y el rendimiento no presentó diferencias significativas; lo cual nos indica que dichos tratamientos se desarrollarán bajo las condiciones necesarias apropiadas.

El incremento de nutrientes y los resultados obtenidos basados en el análisis nos llevan a determinar una dosis de fertilización óptima para el híbrido HEINZ 8963, bajo las condiciones en que se desarrollo dicho trabajo. (CUADRO No. 7).



CUADRO No. 7 DOSIS DE FERTILIZACIÓN RECOMENDADA PARA EL HIBRIDO HEINZ 8963, DE ACUERDO A LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

NUTRIENTE	ppm
N	190
P	30
K	110
Ca	85
Mg	30
S	25
Fe	3

****NOTA** Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo.
Ver anexo 3 pág. 10

Vose 1988, Nos dice que para obtener plantas y variedades tolerantes a excesos y deficiencias nutritivas hay que tomar en cuenta las características que presenta la raíz como son: morfología, tamaño, volumen, entre otros ya que son la principal vía de entrada y suministro de nutrientes al interior de la planta.



VI. CONCLUSION

***** En las variables analizadas estadísticamente, si bien el tratamiento 3 fue el que obtuvo los rendimientos menores, no se presentaron diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos.**

***** Como muestran las pruebas analíticas de las soluciones nutritivas (ver anexo 1 págs. 1 a 7), y en base a los resultados; el mejor tiempo para hacer los cambios de solución es cada 20 días (tratamiento 3), ya que se disminuye notablemente el desperdicio de nutrientes y agua.**

***** En la variable índice de eficiencia nutrimental, el tratamiento 3 tuvo rendimientos muy similares a los otros, lo cual demuestra que con una menor cantidad de nutrientes aplicados, las plantas son más eficientes en la producción de frutos y por consiguiente se disminuyen notablemente los nutrientes que la planta no utiliza en la solución de desecho (ver anexo 4 pág. 11).**

***** Al haber mayor disponibilidad de nutrientes en la solución se incrementa la absorción por parte de las plantas pero en este caso no se refleja en un incremento en el rendimiento.**

*****Los resultados obtenidos nos llevan a concluir cualitativamente que el tratamiento 3 (c/20 días), fue el mejor, ya que el consumo de nutrientes fue menor. No interfiriendo con el desarrollo, crecimiento y rendimiento de las plantas; así como de los frutos que mantuvieron características muy semejantes a los otros tratamientos.**



INGENIERIA AGRICOLA

BIBLIOGRAFIA:

BAILEY, L.H., 1977. Manual of cultivated plants. Ed. Macmillan Publishing Co. , N.Y.

BAKER, R.L., 1968. Inheritance and basis for efficiency of potassium utilization in the red beet, *Beta vulgaris* L. Ph.D. Thesis, Univ. Of Wisconsin. Madison.

BALIGAR, V.C.; DUNCAN, R.R., 1990. Crops as enhancers of nutrient use. Academic Press, inc. San Diego, Cal.

BIDWELL, R.G., 1979. Fisiología vegetal AGT. Editor, México.

CARPENA, O.; SARRO, M.J., 1987. Nitrogen consumption by tomatos in sand culture. Soilless culture 3 (2), 21-31.

CORZO, S.J., 1991. Estación de crecimiento y potencial térmico para cultivos básicos en el Edo. de Mex. Tesis para obtener el título de ingeniero agrícola. Cuautitlan izcalli, México, UNAM-FESC. I.A.

COX, M.C.; C.O. QUALSET; D.W. RAINS, 1985. Genetic variation for nitrogen assimilation and translocation in wheat. I. Dry matter and nitrogen accumulation. Crop. SCi 25:430-435.

DIEHL, R. , 1988. Fitotecnia general. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.

EL-BELTAGY, M.S.; MOHAMEIDEN, S.A., 1986. Efect of some soilless media on the grown of tomato plants. Acta Horticulturae 190.



INGENIERIA AGRICOLA

EPSTEIN, E. 1972. Mineral nutrition of plants. Principles and perspectives. John Wiley & sons., inc. E.U.

FAO-SEP, 1981. Tomates Ed. Trillas, México.

FONTES, P.C.R.; WILCOX, G.E., 1984. Growth and phosphorus uptake by tomato cultivars as influenced by phosphorus concentration in soil and nutrient solution. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (5). 633-636.

FUENTES YAGÜE, J.L., 1989. El suelo y los fertilizantes Ed. Mundi- prensa, Madrid. Esp.

GABELMAN, W.H., 1976. Genetic potentials in nitrogen, phosphorus and potassium efficiency. IN WRIGHT, M.J.

GASIM ABDULAZIZ, A.; HURD. 1986. The root activity of fruiting tomato plant. Acta Horticulturae. 190.

GIORDANO, L de B.; W.H. GABELMAN; G.C. GERLOFF. 1982. Inheritance of differences in calcium utilization by tomatoes under low-calcium stress. J. AM. Soc. Hortic. Sci. 107:664-669.

GLASS, ANTHONY, D.M., 1987. Ion absorption and utilization: the cellular level. IN BALIGAR, V.C., 1990.

GÖHLER, F.; HEIBNER, A.; SCHMEIL, H., 1991. Control of water and nutrient supply in green house vegetable production by means of hydroponic systems. Acta Horticulturae, 260.



INGENIERIA AGRICOLA

GUENKOV, G., 1983. Fundamentos sobre horticultura cubana. Ed. Pueblo y Educación, la Habana, Cuba.

HUTERWAL, G.O., 1977, Hidropónia. Ed. Albatros, Buenos Aires, Argentina.

JACKSON, W.A.; W.L. PAN; R.H. MOLL; AND E.J. KAMPRATH, 1986. Uptake, translocation and reduction of nitrate. IN Neyra (ed, Biochemical basis of plant breeding. Vol. 2: Nitrogen metabolism. CRC Press, Boca Raton, Florida.

JONES, L. , 1988, Home hidroponics (and How To it.). Crown Publishers, Inc., N.Y.

KIRBY, E.A.; ARMSTRONG, M.I., 1980. Nitrate uptake by roots as regulated by nitrate assimilation in the shoot of castor oil plants. Plant Physiol. 65, 286-290.

KRSTIĆ, B. AND M.R. SARIĆ, 1985. Concentrations of N, P, K and dry matter mass in maize inbred lines. Institute of Biology, Faculty of Sciences. Univ, of Novi Sad. YU-21000 Novi Sad, Yugoslavia.

LINT, P.J.A.L.; Klapwijk, D., 1986. Physiology of tomato roots whit respect to substrate culture. Acta Horticulturae. 190.

LONERAGAN, J.F.; DUNCAN, R. R., 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture. II. Rate of phosphate absorption and its relation to growth. Soil Sci. 103:311-318.



INGENIERIA AGRICOLA

LONERAGAN, J.F., 1976. Plant efficiencies in the use of B, Co, Cu, Mn, Zn. IN M.J. WRIGHT (ed). Pp. 193-203.

MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B.; ROSS, W.M., 1982. Nitrogen efficiency in grain sorghum. J. Plant Nutr. 2 : 577-589.

MARSCHNER, H., 1990, Mineral Nutrition of Higher Plants. Ed. Academic Press Inc., San Diego, California.

MEYER, B.S., 1976. Introducción a la fisiología vegetal. Ed. Buenos Aires, Argentina.

MILIEV, K.D., 1989. Effect of intermitent flow of the nutrient solution on tomato plants grown in nutrient film technique. Soilless Culture, vol. V, No. 2.

MOLL, R.H.; KAMPRATH,E.J.; JACKSON W.A., 1982. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. Agron. J. 74: 562-564.

MOLL, R.H.; KAMPRATH,E.J.; JACKSON W.A., 1987. Development of nitrogen-efficient prolific hybrids of maize. Crop. Sci. 27 : 181-186.

MORIMOTO,T.; NISHINA, H.; WATAKE, H., 1991. Sensor for ion-control an approach to control of nutrient solution in hydroponics. Acta Horticulturae. 304.

MURILLO, B. J., 1989. El cultivo del jitomate en México. apuntes de horticultura UNAM-FESC:



INGENIERIA AGRICOLA

**NEARV, P.E. , 1992, "Cultivos en estacas rinden más".
Productores de hortalizas, Primer número, México.**

**PEÑALOSA, J.M.; CARPENA, O., 1988. A study of the nutrient
uptake by tomato plants in sand culture. Silless Culture. Vol IV No. 2.**

**RESH, H.M., 1990, Hydroponic (Home food Gardens), Ed.
Woodbridge Press. Santa Barbara, California.**

**RESH, H.M., 1992, Cultivos hidroponicos. Ed. Mundi-Prensa,
Madrid, España.**

RODRIGUEZ, S.F., 1982. Fertilizantes. AGT Editor S.A. Mex.

**SANCHEZ, C.F., 1981, Hidroponia. Universidad Autonoma de
Chapingo, México.**

**SARIĆ, M.R., 1983. Theoretical and practical aproches to the
genetic specficity of mineral of plants. Plant and Soil. 72, 130-150.**

**STUART CAHPIN, F., 1987. Adaptations and physiological
responses of wild plants to nutrient stress. IN Genetics aspects of plnat
mineral nutrition, Martino.**

**SUTCLIFEE, J.F., AND BAKER, D.A., 1983. Las plantas y las
sales minerales. Cuadernos de Biología, Ediciones Omega, Barcelona, Esp.**

**TISDALE, S.L., 1988. Fertilidad de suelos y fertilizantes. Ed.
UTEMA. Mex.**



INGENIERIA AGRICOLA

VAVILOV, N.I., 1951, The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. The Ronald Press Co. N.Y.

VOSE, P.B., 1987. Genetical aspects of mineral nutrition-progress to date. IN Genetics aspects of plant mineral nutrition. Martino.

WALLACE, T., 1951, Diagnosis of mineral deficiencies by visual symptoms. A color atlas guide. Her Majesty's Stationery Office, London.

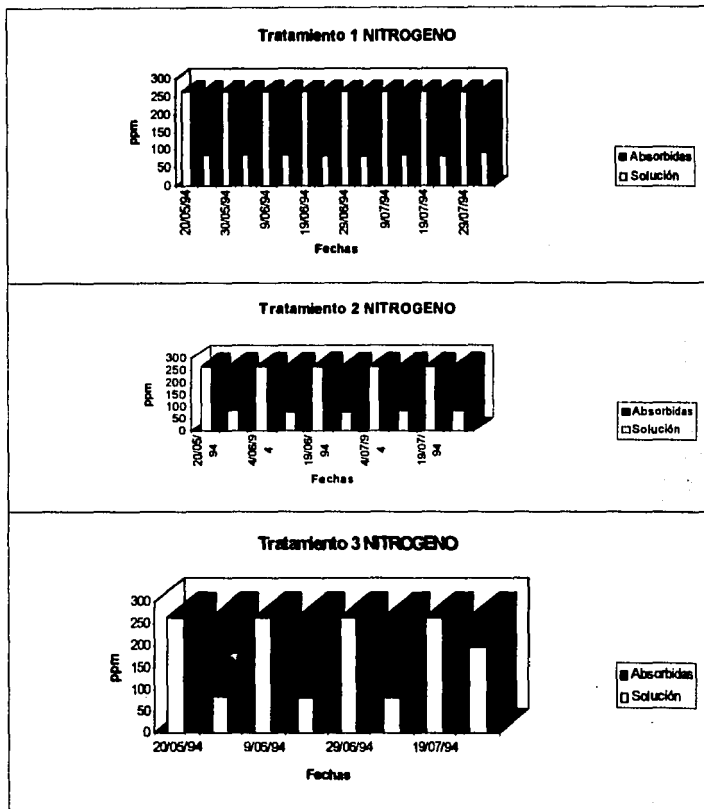
**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

ANEXOS

INGENIERIA AGRICOLA

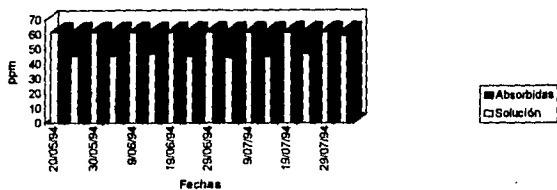
ANEXO 1

Resultados del análisis de la solución por elemento y tratamiento

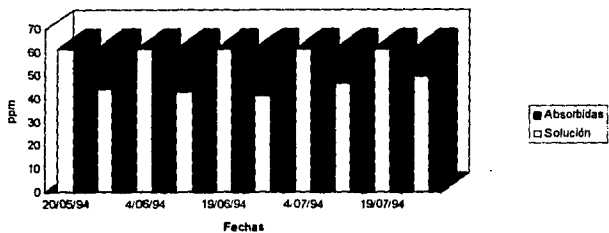


INGENIERIA AGRICOLA

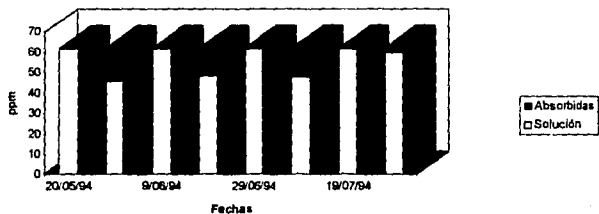
Tratamiento 1 FOSFORO



Tratamiento 2 FOSFORO



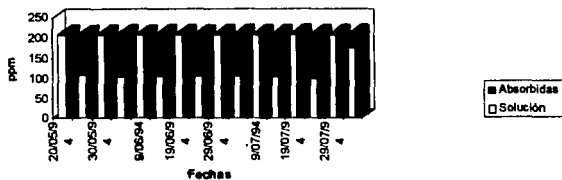
Tratamiento 3 FOSFORO



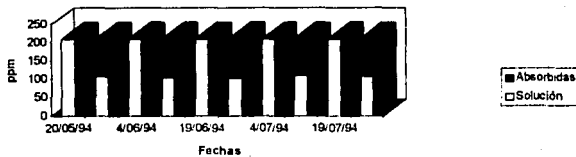
INGENIERIA AGRICOLA



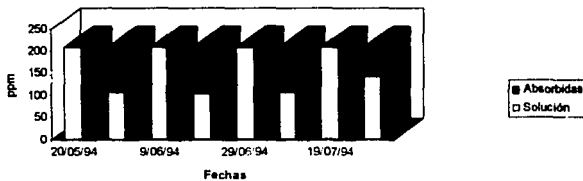
Tratamiento 1 POTASIO



Tratamiento 2 POTASIO

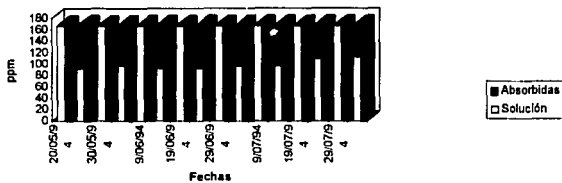


Tratamiento 3 POTASIO



INGENIERIA AGRICOLA

Tratamiento 1 CALCIO



Tratamiento 2 CALCIO

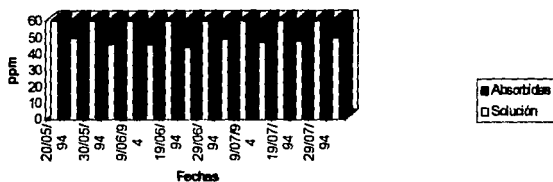


Tratamiento 3 CALCIO

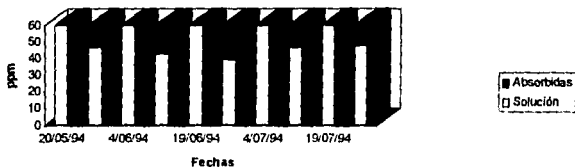


INGENIERIA AGRICOLA

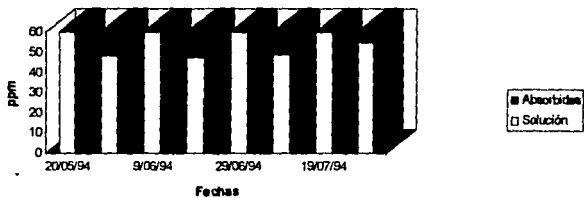
Tratamiento 1 MAGNESIO



Tratamiento 2 MAGNESIO



Tratamiento 3 MAGNESIO



INGENIERIA AGRICOLA

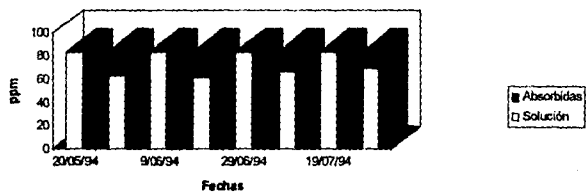
Tratamiento 1 AZUFRE



Tratamiento 2 AZUFRE



Tratamiento 3 AZUFRE



INGENIERIA AGRICOLA

Tratamiento 1 FIERRO



Tratamiento 2 FIERRO



Tratamiento 3 FIERRO





INGENIERIA AGRICOLA

... ANEXO 2

ANALISIS DE VARIANZA: ALTURA DE PLANTA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	82.33	27.44	0.91 NS	0.56
Error.	2	60.04	30.02		
Total.	5	142.37			

C.V.= 9.24

ANALISIS DE VARIANZA: NUMERO DE FRUTOS

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	75.59	25.19	0.30 NS	0.82
Error.	2	170.37	85.18		
Total.	5	245.96			

C.V.=27.55

ANALISIS DE VARIANZA: PROMEDIO DE FRUTOS

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	58.60	19.53	1.17 NS	0.49
Error.	2	33.33	16.66		
Total.	5	91.94			

C.V.=5.98

ANALISIS DE VARIANZA: DIAMETRO POLAR DE FRUTO

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	0.056	0.018	0.27 NS	0.84
Error.	2	0.186	0.068		
Total.	5	0.192			

C.V.=4.82



INGENIERIA AGRICOLA _____

ANALISIS DE VARIANZA: PESO SECO DE RAIZ

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	92.41	30.80	0.4 NS	0.77
Error.	2	154.65	77.32		
Total.	5	247.06			

C.V.=23.33

ANALISIS DE VARIANZA: PESO SECO DE PLANTA

FV	GL	SC	CM	FC	Ft (5%)
Trat.	3	267.66	89.22	5.41 NS	0.16
Error.	2	33.00	16.5		
Total.	5	300.66			

C.V.=6.93



INGENIERIA AGRICOLA

ANEXO 3

TEMPERATURAS PROMEDIO QUE SE PRESENTARON DURANTE EL EXPERIMENTO.

MES / TEMP.	MAYO	JUNO	JULIO	AGOSTO
T. MIN.	11.30	12.7	10.8	11.6
T. MAX.	35.4	34.9	36.7	34.5
T. 10 Hrs.	25.9	25.2	23.9	28.8
T. 12 Hrs.	27.6	26.5	27.7	27.5
T. 14 Hrs.	31	28.4	29.8	27.8



INGENIERIA AGRICOLA

ANEXO 4

COSTOS DE PRODUCCION:

COSTO DE LA SOL. / 100 l. (NS)	CAMBIOS DE SOL.	COSTO TOTAL (NS)	RENDIMIEN TO TOTAL (Kg)	COSTO POR Kg. (NS)
T 1	16	44.68	54.32	0.82
T 2	10	27.93	43.98	0.63
T 3	8	22.34	45.22	0.49

CONCEPTO	COSTO (NS)
AGUA	20
ENERGIA ELECTRICA	15
PAPEL INDICADOR	25
SEMILLAS	30
INSECTICIDA	10
HORAS HOMBRE	300