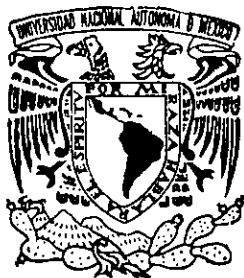


15



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

CUAUTITLAN

**RALEO DE FRUTOS EN JITOMATE**  
*(Lycopersicon esculentum Mill.)* BAJO UN SISTEMA  
DE PRODUCCION HIDROPONICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRICOLA  
P R E S E N T A :  
ROGELIO HERNANDEZ LARIOS

284277

ASESOR: ING. ANDRES S. MARBAN BAHENA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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 esta 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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
P R E S E N T E

ATN: Q. Ma del Carmen Garcia Mijares  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán

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

"Selección de frutos de jitomate (Lycopersicon esculentum Mill.)  
bajo un sistema de producción hidropónico.

que presenta el pasante: Hernández Larios Rogelio  
con número de cuenta: 9117385 - 4 para obtener el título de Ingeniero Agrícola

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

ATENTAMENTE  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcailli, Méx. a 16 de Agosto de 2000.

PRESIDENTE	<u>M.C. Ofelia Grajales Muñiz</u>	<u>[Firma]</u>
VOCAL	<u>Ing. Hilda Carina Gómez Villar</u>	<u>[Firma]</u>
SECRETARIO	<u>Ing. Andres Marban Bahena</u>	<u>[Firma]</u>
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Gustavo Ramírez Ballesteros</u>	<u>[Firma]</u>
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Biol. Elva Martínez Holguín</u>	<u>[Firma]</u>

## DEDICATORIA.

### A mis padres:

**Dorotea Larios:** Que gracias a sus esfuerzos, su disciplina, a sus palabras uno es capaz de salir adelante. Gracias mamá que eres lo mejor que hay en el mundo.

**Bonifacio Hernández:** Gracias por permitirme seguir estudiando que es lo mejor que nos puede pasar, gracias por tus sacrificios y consejos. Que aún cuando dos personas sean tan iguales todo va a estar bien.

### A mis hermanos:

**Juan:** Por haberse preocupado por mí y que con su experiencia lo cubre todo..... y para nunca equivocarse o errar iba despierto y bien atento a cuanto iba a pisar.

**Federico:** Tómalo también como un triunfo tuyo.

**Lilia y Socorro:** Por ser así conmigo y por el amor que me dan.

**Guadalupe:** Que es un ejemplo a seguir y por la cual conocí esta carrera.

**Reyes:** Que apesar de todo nunca dudo en apoyarme para que estudiara y no nada más de ahora sino de siempre. Gracias por todo.

**Eusebio:** Por ser la alegría de la casa.

**Susana y Marcela:** que es bueno saber que crecimos juntos, viviendo la infancia hasta estos momentos sabiendo que cuento con ustedes.

### A mis sobrinos: Que para mí todos valen lo mismo

**Luis, Alma y Juan:** Que preocupándose un poco por las cosas se puede lograr.

**Diana:** Que ojalá retomes lo que estabas haciendo.

**Anali y Anahí:** Su coraje y sus ganas las llevara lejos.

**Adolfo y Ale:** Por la alegría que brindan.

**Francisco, Juan y bebe:** Que son el orgullo de la familia.

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A la Universidad Nacional Autónoma de México. La cual brinda una formación académica e ideológica, que acompaña durante toda la vida.*

*A mi director de tesis: **M.C. Roberto Noguez Hernández.** Que como amigo siempre da lo mejor de sí para mí persona; quien además demuestra que la amistad esta por encima de los grados y de todas esas cosas que la limitan. Que se fijo en mi para realizar este trabajo bajo su dirección. Que lejos de beneficiarle lo fortalece como ser humano, que lejos de aportarle le desgasto. Que aunque el nombre no aparezca en la portada es la parte fundamental en el desarrollo de esta idea. Gracias por los consejos, comentarios y conocimientos que a lo largo de todos estos años me diste y que nunca se olvidaran.*

*Gracias Roberto que tú persona siempre será estilo a seguir.*

*A mis amigos: Oscar Gómez, Héctor Cueto, Agustín Pintor, Jesús Galán, Ismael Charro, Gonzalo Niño, Arturo Chapa, Isidro Escamilla, Pedrito Belmont, los diecinueves. Wenses, Arturo, José, Fernando. Con los que vivi momentos que nunca olvidare. Con los cuales todo depende de según como se mire.*

*Al Ing. Andrés Marban Bahena. Por las facilidades para el desarrollo de esta tesis.*

*A la empresa industrial agropecuaria junco. Por dar espacio para el desarrollo de este tipo de trabajos.*

*Al jurado por las sugerencias para el mejoramiento de esta tesis.*

*A los profesores de Agrícola que se preocupan por que sus alumnos puedan aprender.*

**A MARGARITA:** *Que siempre se preocupa porque salgamos adelante, que con su talento e inteligencia de mujer es capaz de ponerme en el camino. Que apesar de todo seguimos juntos. Gracias por soportar.*

*Mí siempre compañera, mí siempre amiga, mí siempre amor. Y que solo pido que me mire con esa mirada buena.*

*La medicina escasa, la más insuficiente  
es la de remediar la mente. Y la locura  
pasa risueña cuando engaña, cual  
odio de la propia entraña .....  
..... y entero y mutilado, furiosamente  
a besos, te doy mi corazón travieso....  
Silvio Rodríguez.*

## CONTENIDO.

CONTENIDO .....	I
ÍNDICE DE CUADROS .....	IV
RESUMEN .....	VI
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS .....	3
2.1 Objetivo .....	3
2.2 Hipótesis .....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
3.1 Generalidades del jitomate .....	4
3.1.1 Origen .....	4
3.1.2 Clasificación botánica .....	4
3.1.3 Componentes del fruto .....	7
3.1.4 Importancia agrícola y económica del jitomate .....	7
3.2 Generalidades de la hidroponia .....	10
3.2.1 Definición de hidroponia .....	10
3.2.2 Producción de jitomate en invernadero .....	11
3.3 Poda de jitomate .....	13
3.3.1 Tipos de poda .....	15
3.3.2 Despunte de plantas .....	16
3.3.3 Raleo de flores .....	17

3.3.4 Raleo de frutos .....	18
3.3.5 Densidad de plantación .....	20
3.3.6 Relaciones fuente – demanda .....	22
3.3.7 Fuente de fotoasimilados para el crecimiento del fruto. ....	25
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	30
4.1 Localización del experimento .....	30
4.2 Descripción del invernadero .....	30
4.3 Contenedores y sustrato .....	31
4.4 Material vegetativo .....	31
4.5 Diseño experimental .....	32
4.6 Análisis estadístico .....	32
4.7 Manejo agronómico .....	33
4.7.1 Siembra .....	33
4.7.2 Transplante .....	34
4.7.3 Riegos .....	34
4.7.4 Poda .....	35
4.7.5 Colocación del tutorado .....	36
4.7.6 Defoliación .....	36
4.7.7 Despunte de planta y raleo de frutos .....	36
4.7.8 Cosecha .....	37
4.8 Variables de estudio .....	38
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	39
5.1 Porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate .....	39



5.2 Número de frutos .....	43
5.3 Rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta..	46
6. CONCLUSIONES .....	51
7. BIBLIOGRAFÍA .....	52

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro.		Pag.
1	Principales Estados de la República Mexicana productores de jitomate por superficie y rendimiento.	9
2	Rendimientos y costos de producción de jitomate	13
3	Tratamientos que se aplicaron a las plantas de jitomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill.</i> )	33
4	Solución nutritiva que se aplico al cultivo de jitomate.	35
5	Resultados del análisis de varianza (f calculada), para la variable de porcentaje de frutos de jitomate.	39
6	Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate, para el factor cultivar.	40
7	Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate, para el factor raleo de frutos.	41
8	Resultados del análisis de varianza (f calculada), para la variable de número de frutos de jitomate.	43
9	Prueba de Tukey para la variable número de frutos de jitomate, para el factor cultivar.	44
10	Prueba de Tukey para la variable número de frutos de jitomate, para el factor raleo de frutos.	45

11	Resultados del análisis de varianza (f calculada), para las variables: rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta.	46
12	Prueba de Tukey para las variables: rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta, para el factor cultivar.	48
13	Prueba de Tukey para las variables: rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta, para el factor raleo de frutos.	49

## **RESUMEN.**

El sector de las hortalizas tiene singular importancia en la agricultura tanto nacional como mundial. En México el jitomate es la hortaliza que genera mayor valor de la producción entre los productos hortalizas y el tercero entre los productos básicos de la dieta de la población mexicana. Además de ocupar el primer lugar en superficie cosechada y el nivel más alto en jornales demandados por hectárea.

Por tales motivos el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tiene el raleo de frutos en dos cultivares de jitomate: Celebrity de tipo de crecimiento determinado y Better Boy de crecimiento indeterminado, conducidos a un tallo y tres racimos por planta en un sistema de producción hidropónico.

La siembra se llevó a cabo el 15 de Julio de 1998 y el transplante un mes después. Los tratamientos estuvieron integrados por dos sistemas de raleo de frutos, el primero a cuatro frutos por racimo, el segundo a cinco frutos por racimo y un testigo. El raleo de frutos se realizó el 3 de Octubre, cuando estos tenían aproximadamente 1.5 cm de diámetro.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. El tamaño de la parcela experimental fue de 35.1 m<sup>2</sup>, dividida en dieciocho unidades experimentales de 1.95 m<sup>2</sup>.

Las variables estudiadas fueron: número de frutos, porcentaje de los diferentes tamaños de fruto de jitomate, rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta.

Los datos tomados para su posterior análisis fueron el resultado de siete cortes o cosecha a diez plantas tomadas como muestra por tratamiento.

Para la interpretación de resultados se utilizó el análisis de varianza y las diferencias que resultaron significativas se analizaron con la prueba de comparación de Tukey, conforme al programa Statistical Analysis System (SAS).

El raleo de frutos tuvo influencia para el porcentaje de fruto grande y extragrande, así como para el aumento de peso de los frutos dejados. Los mejores rendimientos por unidad de superficie se obtuvieron sin el raleo de frutos. Para la variable número de frutos, el raleo no tuvo ninguna influencia para los diferentes tamaños considerados. El cultivar Celebrity presentó mayor rendimiento por unidad de superficie, así como el mayor peso medio por fruto.

## 1. INTRODUCCIÓN.

El sector de las hortalizas tiene singular importancia en la agricultura tanto nacional como mundial. En México la producción hortícola ha cobrado gran importancia en los últimos años debido a la superficie cultivada, valor de la producción, demanda de mano de obra e ingresos que se obtiene en moneda extranjera.

En la actualidad los principales países productores de jitomate a nivel mundial son E.U., China, Turquía, Italia e India, quedando México ubicado en el lugar décimo primero en cuanto al volumen de producción y en el décimo en superficie cosechada que representa el 2 y el 5 % respectivamente del total mundial (Muñoz *et al.*, 1995).

En México el jitomate es una hortaliza de gran importancia económica-social debido, por un lado, al valor que tiene la producción y por el otro, a la gran demanda de mano de obra que genera. Con respecto al primer aspecto, es la hortaliza que genera mayor valor de la producción entre los productos hortícolas y el tercero entre los productos básicos de la dieta de la población mexicana; del mismo modo, es el principal producto agrícola de exportación. Se considera que el jitomate genera un poco más de 37% del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16% del valor de las exportaciones agropecuarias, siendo solo superado por el ganado vacuno (SARH, 1993).

De las diferentes especies cultivadas en México, el jitomate, ocupa el primer lugar en superficie cosechada y el nivel más alto en jornales demandados por hectárea (se reporta alrededor de 120 jornales-hectárea). Esta gran demanda de mano de obra explica lo intensivo que es el cultivo de jitomate en el país y su importancia como generador de fuentes de trabajo, en el medio rural (SARH, 1993).

Lo anterior ha permitido que a nivel nacional, se generen nuevos sistemas de producción agrícola, con el objeto de mejorar e incrementar la producción de jitomate. Siendo el sistema hidropónico uno de ellos, ya que es una alternativa para pequeños, medianos y grandes productores. En los países en donde se ha establecido este sistema a nivel comercial les ha permitido obtener altos rendimientos, mejorar la calidad, obtener varias cosechas al año con cultivos de alto valor (hortalizas y plantas de ornato), que pueden comercializarse a nivel local, nacional o al extranjero así como la ocupación de mano de obra no necesariamente calificada (Sánchez y Escalante, 1988).

Por tales razones con el presente trabajo tiene como finalidad, la de aportar elementos que permitan seguir produciendo con calidad en este sistema de producción. Para ello se planteó el raleo de frutos para evaluar la capacidad productiva y calidad de fruto en dos cultivares (Celebrity y Better Boy) de jitomate, bajo un sistema de producción hidropónico, manejado a altas densidades de plantación, a un tallo con cuatro y cinco frutos por racimo respectivamente.

## **2. OBJETIVO E HIPÓTESIS.**

### **2.1 Objetivo.**

Evaluar el efecto que tiene el raleo de frutos en el rendimiento por unidad de superficie y en el tamaño de fruto, en plantas de jitomate conducidas a un tallo, con despunte a tres racimos y en una densidad de 12 plantas por metro cuadrado.

### **2.2 Hipótesis.**

El raleo de frutos, reduce el rendimiento por unidad de superficie pero aumenta el tamaño de fruto dejado.



### **3. REVISIÓN DE LITERATURA.**

#### **3.1 Generalidades del jitomate.**

##### **3.1.1 Origen.**

El jitomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú) y donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Valadez, 1994).

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate. La palabra tomate proviene de la voz Nahuatl "Tomatl" (Valadez, 1994).

##### **3.1.2 Clasificación botánica.**

Pertenece a la familia de las Solanáceas, y su nombre botánico es *Lycopersicon esculentum*, las características botánicas que es necesario tomar en cuenta en el cultivo del jitomate son las siguientes: la raíz principal es corta y débil; el sistema radicular secundario es muy ramificado y potente. El jitomate es una planta perenne de corta vida, en sus zonas de origen, que generalmente se cultiva como anual, es herbácea, ramificada de tallos sarmentosos cubierta de pelos gruesos, semileñosos, hinchados en los nudos y ásperos al tacto, son

frágiles y no se sostienen sin tutor; El tallo tiene la capacidad de emitir raíces cuando se pone en contacto con la tierra y la arena. Los tallos que brotan en la parte inferior del cuello de la guía principal suelen ser chupones que florecen poco (Serrano, 1977 y Sobrino, 1989).

Las diferencias en el crecimiento del tallo pueden utilizarse como características para la clasificación de las variedades en dos grandes grupos principales. Según el crecimiento, las variedades pueden ser determinadas e indeterminadas.

Se entiende por variedad indeterminada aquella que tiene un tallo principal que posee siempre en su extremidad apical un desarrollo vegetativo. De forma general, cada tres hojas se forma un grupo floral, aunque a veces dos o cuatro hojas separan dos grupos sucesivos de flores, pero nunca sucede con menos de dos hojas. La variedad es determinada cuando el tallo principal, después de dar lugar a un número variable de grupos florales, termina su crecimiento con uno de éstos, en lugar de aparecer en la extremidad un ápice vegetativo, o bien no tiene lugar éste ni la inflorescencia y la planta paraliza su crecimiento. El número de hojas entre dos grupos florales disminuye progresivamente hasta terminar en la inflorescencia final, que puede ser dos o una sola hoja (Sobrino, 1989).

Las hojas del jitomate son pinnado compuestas, de folíolos más o menos lobulados, provistos de pelos glandulosos que desprenden un olor característico muy penetrante, especialmente con el roce; son más o menos ovales y

acuminados, bordes dentados, color verde intenso en el haz y el verde claro en el envés. Las flores son inflorescencias en corimbo de color amarillo; por cada uno salen de seis a quince flores, según la variedad. El cáliz tiene cinco sépalos, corola soldada inferiormente, sobre un estilo único que a veces sobresalen de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. Los frutos del tomate son de diferente forma y color, es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 gr en función de la variedad y de las condiciones de desarrollo. Divididos interiormente en cavidades o lóculos, variables en número según la variedad; en estas cavidades se encuentra la semilla que son de color blanquecino, reniformes y aplastadas, las cuales varían en cantidad según la variedad, y de acuerdo con este carácter, pueden tener aplicaciones diferentes en relación a su consumo. Una característica de esta especie es que cada semilla está envuelta por un mucilago que contiene inhibidores de la germinación, como ácido abscísico y otras sustancias no conocidas, por los cuales ésta no tiene lugar a pesar de que aparentemente estén en condiciones de humedad y temperatura apropiadas para ello; estos inhibidores son eliminados en el proceso de extracción de la semilla (Chamorro, 1995 y Sobrino 1989).

### **3.1.3 Componentes del fruto.**

El jitomate es relativamente rico en vitaminas. Contiene de 20 a 45 mg de vitamina C; 0.6 mg de vitamina A; 0.08 mg de vitamina B, etc. En los frutos se encuentra también de 0.03 a 0.5 % de ácido cítrico, ácido málico y alrededor de 0.15 % de pectina. Por otra parte el color rojo del fruto se debe al pigmento licopeno que es una variante del caroteno. Los frutos amarillos contienen caroteno y xantofilas, dependiendo la calidad del fruto de sus características hereditarias y de las distintas variedades; del balance de humedad; del aire y del suelo; del balance de luz; del abono, etc. (Pérez *et al.*, 1997).

### **3.1.4 Importancia agrícola y económica del jitomate.**

México destina solamente entre el 2.9 y 3.7% de su superficie agrícola a la producción de hortalizas. De esa superficie se genera aproximadamente el 18% de la producción agrícola. La importancia del subsector hortícola no se ubica en la superficie sembrada que apenas alcanza el 10% de la superficie irrigada del país, sino en el valor de producción, las divisas generadas y en la creación de empleo (Schwenteseius y Gómez, 1997).

En los tipos de hortaliza exportadas, existe una concentración en cuatro tipos de hortalizas que integran casi el 70% de volumen exportado a Estados Unidos: encontrándose el jitomate, melón, pepino y chile. De estos el jitomate, es

la principal hortaliza exportada, que ha aumentado su participación considerablemente (Schwenteseius y Gómez, 1997).

El tomate fresco es la importación hortícola más importante de los Estados Unidos, representa el 17% del volumen físico y el 26% del valor total de sus importaciones hortícolas, México, es por mucho, el principal proveedor del tomate fresco con 95% de participación en el mercado de importación, seguido de Holanda y Canadá (Muñoz *et al.*, 1995).

Debido a su importancia en la cocina mexicana, su consumo per cápita es superior al de otros países. En 1990 el consumo per cápita se estimó en 17.7 Kg, por habitante. Sin embargo, el consumo nacional per cápita se comporta declinante desde 1988, cuando alcanza su punto máximo 18.7 para descender a 13.8 en 1992. El consumo per cápita se ve afectado por el comportamiento de ingreso de los consumidores, como el precio del producto en E.U. la oferta estacional y los precios del mercado (Muñoz *et al.*, 1995).

El jitomate es la principal hortaliza que se cultiva en México ya que es la que ocupa mayor superficie de cultivo y la más importante por su volumen en el mercado nacional. En 1993 se sembraron 83300 has. El total de la producción alcanzó 2070600 tons. Para el ciclo primavera-verano 1998 se contó con una superficie sembrada de 40461 has. De las cuales se cosecharon 31870 has. Para obtener una producción de 775712 tons. Con un promedio de 24.34 ton-ha. Mientras que para el ciclo otoño-invierno de 1998 se sembró una superficie de

28136 has. De las cuales 21382 pertenecen al estado de Sinaloa. En el Cuadro 1, se muestran los principales estados de la República Mexicana que destacan por su superficie sembrada y rendimiento obtenido (ciclo primavera-verano 1998). Estas cifras dan un panorama de la importancia que tiene esta hortaliza, ya sea por la superficie que ocupa su cultivo en el país, como generadora de ingresos o como creadora de fuentes de trabajo (SARH, 1993-1998).

Cuadro 1. Principales Estados de la República Mexicana productores de jitomate por superficie y rendimiento.

Estado	Superficie- Ha	Rend. Prom, ( Ton- Ha)
Baja California	8.483	39.31
Michoacán	6.283	23.86
San Luis Potosí	6.243	21.36
Morelos	2.855	7.66
Jalisco	2.638	25.28
México	2.132	23.37
Sonora	2.114	28.60
Puebla	1.916	17.32

SARH. ( primavera- verano 1998 )

## **3.2 Generalidades de la hidroponia.**

### **3.2.1 Definición de hidroponia.**

Los cultivos hidropónicos se definen como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar suelo, aunque usando un medio inerte, tal como la grava, arena, turba, vermiculita, piedra pómez o aserrín, a los cuales se le añade una solución de nutrientes que contienen todos los elementos esenciales necesitados por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo, se les denomina a menudo "cultivos sin suelo", mientras que el cultivo en agua sería el verdadero hidropónico (Resh, 1992).

De acuerdo con Gazquez (1997), la hidroponia al ser un sistema de producción agrícola; como tal presenta las siguientes ventajas y desventajas:

#### **Ventajas:**

- 1) Mejor aprovechamiento de los insumos
- 2) control de las condiciones del clima.
- 3) control de plagas y enfermedades.
- 4) mejor nutrición de plantas.
- 5) mayor precocidad y producción.
- 6) mayor calidad y uniformidad.
- 7) mayores densidades de plantación y menor extensión de suelo.

#### **Desventajas:**

- 1) mayores costos de inversión.
- 2) mayor infraestructura.
- 3) mayor capacitación.
- 4) riesgos comerciales.

### 3.2.2 Producción de jitomate en invernadero.

En los países donde se han establecido cultivos hidropónicos a escala comercial (E.U., Canadá, Holanda, España y México), se han obtenido utilidades elevadas con especies hortícolas y ornamentales, debido entre otras cosas a los altísimos rendimientos por unidad de superficie (100 a 1000% mayores con respecto al cultivo convencional en suelo). Y a la mayor calidad de los productos obtenidos (Sánchez y Escalante, 1988).

La producción de tomate bajo condiciones de invernadero representa ya del 12 al 17 % del mercado fresco en los países desarrollados. Las producciones de invernadero participan actualmente con una superficie aproximada de 20 mil hectáreas donde anualmente se producen cerca de 5 millones de toneladas de tomates, que representa el 6 % del volumen mundial. Durante 1998, las cifras del tomate de invernadero en el mercado de los Estados Unidos, registraron un volumen de 350 mil toneladas de las cuales el 52 % corresponden a la producción interna y el 48 % a las importaciones de seis países: Canadá, Holanda, México, España, Bélgica e Israel (Bringas, 1999a).

El consumo de tomates de invernadero alcanzó cerca de 275 mil toneladas, de las cuales los productores de los Estados Unidos han logrado aportar un 54 % contra un 20 % de los productores de México, un 14 % de los productores de Canadá y un 12 % de Holanda (Bringas y Steven, 1999).



Por lo que corresponde a México en cuanto a invernaderos, las inversiones hechas en Sinaloa como en Baja California y Jalisco, se sumaron para integrar una superficie de 145 hectáreas, en las cuales se producen diferentes tipos de tomate (Santiago, 1997).

De acuerdo con últimos datos de 1997, la superficie de invernaderos para la producción de hortalizas, estaba calculada en 255 hectáreas. Tomando como base lo anterior, la construcción de por lo menos 88 hectáreas durante 1998, representa un incremento del 34 % (Bringas, 1999b).

Los costos de producción del jitomate, varía acorde a los sistemas utilizados para su producción, uno de los factores que ha impulsado la inversión en nuevas tecnologías a sido sin duda el diferencial de precio que se obtiene por la calidad del producto. Cuadro 2, en el caso del tomate, las diferencias de precio entre el tomate de campo abierto y el de invernadero, pueden ser hasta del doble, ya que en promedio los primeros se pagan en \$5.17 pesos kilo contra \$8.95 para el tomate de invernadero de mayor calidad. Así es que para enfrentar el mayor incremento en los costos debido a la inflación y la reducción de precios de los productos los horticultores han tenido que obtener cada vez mayores rendimientos en sus cultivos (Randolph,2000).

Cuadro 2. Rendimientos y costos de producción de jitomate.

Sistema de producción	Rendimiento prom. Ton · Ha	Costos prom. de producción (\$ · Ton.)	Precio prom. (\$ · kg.)
Campo abierto	80-100	1575	5.17
Malla sombra	120-160	2160	5.71
Invernadero (A)	180-250	2745	7.83
Invernadero (AA)	350-500	2880	8.95

Campo abierto; Invernadero A: tecnología intermedia; Invernadero AA: tecnología avanzada.  
Costos y precios promedio. Análisis de productores de hortalizas. (Randolph,2000)

### 3.3 Poda de jitomate.

La poda consiste en eliminar partes de la planta: ramas, hojas, flores o frutos, con el fin de mejorar ciertas características del fruto (tamaño, coloración), regularizar la producción, obtener cosechas más tempranas, facilitar la aireación, la iluminación, el control de plagas, las enfermedades y la cosecha (Anónimo, 1991).

La poda en el cultivo de jitomate es una práctica conveniente cuando se cultiva bajo condiciones de invernadero. Consiste en eliminar todo aquel brote que sale de la axila de las hojas comúnmente llamados chupones que por su fuerte desarrollo vegetativo suelen quedar sin fructificar obteniéndose los siguientes beneficios con la poda: se obtiene mayor calidad en los frutos, teniéndose tomates de mayor tamaño, mejor uniformidad de color, más tersos y limpios, se tiene mayor sanidad de los cultivos, así como mayor facilidad para realizar las prácticas de cultivo. En general la finalidad de la poda es la de

disciplinar el crecimiento vegetativo en beneficio de la fructificación, así como con la producción rápida y regular, creando un equilibrio entre el sistema vegetativo y el reproductivo (Tamaro, 1984 y Sobrino, 1989).

La poda se realiza principalmente cuando los frutos van a destinarse para consumo fresco de alta calidad. Consiste en eliminar las ramas que se encuentran entre el piso (cuello) y la próxima que forma una horqueta, que por lo general sostiene al primer racimo floral y dejando de dos a tres tallos (Valadez, 1994).

La práctica de la poda por sí misma no determina los resultados obtenidos, cuenta también la condición de la planta. La poda puede influir en el número y calidad de frutos y flores. Por ejemplo, si se permite que se desarrollen menos frutos, los que se produzcan serán más grandes y de mayor calidad. Después de la poda, el crecimiento es bastante rápido porque se altera temporalmente la relación ápice – raíz (equilibrio). Esto no compensa las partes vegetales que se removieron. La relación con el follaje y las ramas reduce los carbohidratos almacenados y reduce el área foliar disponible para su producción (Gordón, 1992).

### 3.3.1 Tipos de poda.

Los tipos básicos de poda que se practican en el cultivo de jitomate son los siguientes:

1) Poda a un tallo. Se eliminan todos los brotes axilares del tallo principal permitiendo el crecimiento indefinido de la guía principal hasta su eventual despunte consiguiéndose con esto mayor grado de precocidad si se hace la poda a un tallo único, ello permite una mayor densidad de plantación, lo que compensa en gran parte la merma en la producción que supone esta poda, justificada por la precocidad de los frutos (Nuez, 1995 y Sobrino, 1989).

Schwarz (1975), recomienda efectuar la poda a un tallo, dado que se obtienen mejores frutos y para el mismo objetivo señala la conveniencia de usar un sistema de soporte o tutor, el cual permite que la planta alcance 2 m de altura, ya que la mayoría de los frutos se desarrollan en los primeros 2 metros de altura.

2) Poda a dos tallos, se deja crecer uno de los brotes axilares ( a partir de la segunda o tercera hoja tras la primera inflorescencia ); con ello se dispone de dos guías o tallos (el principal y uno nacido del brote axilar), (Nuez, 1995).

3) Una variante es la poda Hardy que consiste en despuntar el tallo principal dos o tres hojas por encima de la primera inflorescencia y, de los brotes axilares que salen de estas hojas ( que deben ser opuestas ) elegir dos tallos – guía.

- 4) Otra variante de poda a más de dos tallos (poda en candelabro, a tres tallos,...) son poco empleados hoy día especialmente en cultivo de invernadero y si se emplean se requiere el uso de fitohormonas para el cuajado del fruto. El aumento del número de tallos – guía incide en el tamaño del fruto ( menor tamaño con más guías ) y estará limitado por el vigor del cultivar (Nuez, 1995).

### **3.3.2 Despunte de plantas.**

Se le denomina pinzado o despunte a la labor que consiste en eliminar los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías por encima del piso productivo que se considera económicamente de interés para nosotros. Con el pinzamiento se regula y acorta el ciclo vegetativo, delimitando la longitud de la planta. Indirectamente, la realización de un pinzado puede repercutir en el incremento del tamaño de los frutos formados (Maroto, 1986).

Rodríguez (1984) señala que el despunte consiste en la eliminación de la última inflorescencia terminal según se requiera acelerar la precocidad y llenado de la fruta.

El despunte tiene por objeto cortar la yema o brotes terminales de los tallos-guías. Esta práctica se realiza para: detener el crecimiento de los cultivos forzados en el momento justo

Se despuntan las yemas o brotes terminales de los tallos-guía, cuando la planta a llegado al límite de altura que se desea tenga la planta. Cuando cada una de estas plantas cuenta con el número de racimos que se desee el despunte se realiza sobre una hoja por encima de dicho racimo. Con esta práctica se limita la cantidad de fruto que se desea recolectar, pero al mismo tiempo se disminuye el ciclo vegetativo y, por consiguiente, se obtiene una cosecha más precoz; también se consigue un aumento en el tamaño de los frutos, al disminuir su número (Serrano, 1978).

### **3.3.3 Raleo de flores.**

La práctica de aclareo de flores de ciertas especies tiene como finalidad disminuir la competencia de éstos órganos reproductores. Ramírez (1977), establece que la eliminación de flores en un diez por ciento incrementa el rendimiento más que cualquier otro método o raleo de flores.

El aclareo de flores y frutos tiene como propósito activar la producción anual y mejorar el tamaño de los frutos (Gordón, 1992).

Veliath y Ferguson citados por López y Campos (1971), reportan que con el cultivar Summit, de crecimiento determinado, el rendimiento total y el peso de frutos aumentó significativamente cuando se eliminaron los botones florales después del cuarto, quinto y sexto racimo; en cambio, la poda de flores después del sexto racimo retrasó la maduración de los frutos.

Orozco (1975), menciona que con la poda de flores, se presentan frutos más grandes porque se eliminan las partes ápicales que son de desarrollo retardado y que producen frutos de menor tamaño. Además de romper la dominancia ápical se contribuye a que los frutos basales sean más grandes y que éstos se obtienen en los estados finales de la cosecha.

#### **3.3.4 Raleo de frutos.**

El aclareo de frutos defectuosos o excesivos se hace con el fin de mejorar la calidad de los frutos que más tarde se vayan a recolectar. En unos conviene cortar los frutos recién formados para dar mayor vigor a las plantas que estén débiles; en otros como ocurre con algunas variedades de tomate, se hace para eliminar los frutos defectuosos recién formados que ya se ve en ese momento que más tarde no tendrán valor comercial (Serrano, 1978).

Al comparar diferentes sistemas de raleo de frutos, Lachman citado por López y Campos (1971), encontró que en cultivares de tomate de crecimiento determinado se tenía mejores resultados cuando se dejaban 1, 2, o 3 frutos por racimo, en comparación con aquellos tratamientos en que se dejaban los racimos intactos o se eliminaban los primeros racimos de la parte inferior de la planta.

López y Campos (1971), compararon las variedades Tropic y Floradel, a las que se les aplicó el tratamiento de raleo, dejando 2, 3 y 4 frutos por racimo y un

testigo sin raleo. El raleo se hizo de dos tipos: en toda la planta y del quinto racimo en adelante. La poda fue a dos tallos, la producción se dividió en exportación y rezaga. Los resultados del estudio fueron: 1) en la variedad Tropic se obtiene mayor producción de cajas de exportación cuando se deja de 2 a 4 frutos por racimo, no sucediendo lo mismo para la variedad Floradel, ya que el raleo disminuye el rendimiento. 2) el tamaño de los frutos se aumenta cuando se deja de 2 a 4 frutos por racimo, debido a la eliminación de frutos excesivos (demandas) en el racimo. Por otra parte el tamaño de estos esta relacionado con la variedad, ya que la variedad Tropic supero a la Floradel. 3) la mayor producción total y de frutos exportables se obtiene cuando se ralea a cuatro racimos en la mitad superior de la planta.

En el cultivar de crecimiento indeterminado como el caso de Culiacán 360, con pocos frutos por racimo y de tamaño grande, no se recomienda efectuar el raleo de frutos en los racimos, ya que no se aumenta el tamaño y en caso de raleo severo el rendimiento disminuye significativamente (CAADES, 1971).

Al realizar poda de frutos dentro de un racimo y entre racimos para dejar 1,2 o 3 racimos por planta, una alta proporción de los fotoasimilados que se iban a usar en los últimos frutos quedan disponibles para el crecimiento de los frutos dejados, incrementándose el peso y tamaño de los mismos (Ponce, 1995; López y Campos, 1971).



### 3.3.5 Densidad de plantación.

Las altas densidades son técnicamente posibles en jitomate, pues al despuntar una o dos inflorescencias, la altura que alcanza la planta es menor de 0.8 metros y el desarrollo de la raíz, bastante menor a la de las plantas sin despunte (Corona y Sánchez, 1994).

Cancino y Sánchez (1990), en una investigación determinaron que la densidad de 16 pl · m<sup>2</sup> presentó un mayor rendimiento por unidad de superficie con respecto a las densidades de 9 y 3 pl · m<sup>2</sup>. Como se puede observar a mayor densidad el rendimiento aumenta, lo que indica que el grado de competencia entre plantas no a llegado a un punto en que influya negativamente en el rendimiento y calidad de los frutos.

Serrano (1978), señala que la densidad de plantación de jitomate en invernadero depende del desarrollo vegetativo que tendrá la planta, el número de tallos que se dejen y la altura que se despunten los tallos. Aún que las densidades más utilizadas están comprendidas entre los 18 mil y 49 mil plantas por hectárea, no se ha podido determinar cual es la densidad óptima ya que se puede variar según la zona del cultivo, vigor de la planta, etc.

Baca (1983), probó cuatro distancias de plantación en jitomate conducido bajo hidroponía, dichas distancias fueron 70, 46, 35 y 28 cm obteniendo el rendimiento más alto con la distancia de 28 cm entre plantas, aún que no hubo

diferencias significativas con el rendimiento obtenido con la distancia de 35 cm pero sí con las otras dos densidades (70 y 46 cm).

Hurres (1987), encontró que a densidades altas de población, decrece el número de frutos por planta (densidades de 1.6 x 1 m) a campo abierto.

Borelli (1983), menciona que con espaciamientos de 80 x 45 cm entre plantas, el número de frutos por plantas es mayor, además de que se incrementa el peso individual de frutos, que con espaciamientos de 80 x 30 cm u 80 x 15 cm pero el rendimiento por unidad de área se incremento cuando se redujo la distancia. Este autor menciona que las plantas despuntadas después del sexto racimo rindieron más frutos que las plantas despuntadas después del tercer racimo, observándose una madurez temprana o precocidad con la poda.

Joshi (1980), encontró que con espaciamientos de 30 x 30 cm entre plantas, se obtienen altos rendimientos en comparación con otras densidades más bajas (60 x 60 cm).

### 3.3.6 Relaciones fuente - demanda.

En condiciones de luz excesiva los principales productos terminales de la fijación del CO<sub>2</sub> en las hojas y en los protoplastos de las hojas son el almidón y la sacarosa, la mayor parte del carbono fijado durante la fotosíntesis es exportado al citoplasma en forma de fosfatos de azúcar para ser utilizados en el metabolismo o ser convertidos en formas transportables. La sacarosa ocupa una posición central en el metabolismo de las plantas ya que es el principal producto de la fotosíntesis de las hojas. La sacarosa es sintetizada para transportar sustancias asimilables desde los tejidos que la producen (fuente) hasta los tejidos que la consumen (demanda) en toda la planta, sirviendo como fuente de carbón orgánico o, en algunos casos, siendo acumulada y almacenada (Foyer, 1987).

Sonnewald y Willmitzer, citados por Sánchez (1994); mencionan que los órganos fuente son exportadores netos de fotoasimilados como por ejemplo: hojas maduras, tubérculos y otras estructuras de reserva en los momentos que exportan sus azúcares almacenados, y que la capacidad de la fuente está determinada por: a) la tasa de fotosíntesis; b) la tasa de síntesis de sacarosa y c) la tasa de traslocación de carbono.

Los órganos de demanda son aquellos importadores netos de carbono fijado (yemas terminales o apicales en crecimiento, meristemos en raíces, hojas que inician su crecimiento, semillas, etc.); estos órganos son incapaces de

fotosintetizar o su producción de fotosintatos es insuficiente para cubrir sus necesidades. Y todavía se pueden subdividir en demandas de utilización (tejidos de crecimiento rápido con metabolismo alto y activo como meristemos, hojas inmaduras y frutos que inician su crecimiento) y demandas de almacenamiento (donde los carbohidratos se almacenan como almidones, ácidos grasos o proteínas como en tubérculos, raíces o semillas). Además la fuerza demandante depende de: el tamaño de la demanda y la actividad de la demanda (Sonnewald y Willmitzer, 1992).

La distribución de fotoasimilados es el resultado de un transporte coordinado, y de procesos metabólicos que gobiernan el flujo de asimilados a lo largo de un sistema ordenado de fuente y demanda. De esta forma, la planta utiliza eficientemente los fotoasimilados transportándolos de las áreas de síntesis a las áreas de demanda. Los términos se pueden utilizar en diferentes sentidos: 1) en relación a la dirección del transporte, en donde la fuente se refiere a regiones que exportan asimilados y la demanda a los que la importan o consumen, y 2) en sentido metabólico, la fuente produce asimilados por medio de la fotosíntesis o por movilización de materiales almacenados; por su parte, la demanda los utiliza en respiración y crecimiento (Warren-Wilson, citados por Fanjul, 1978).

La sacarosa supone el 90% de los fotoasimilados exportados por la hoja. En consecuencia, los asimilados importados por el fruto son una mezcla de los metabolitos que están asimilando las hojas y movilizados a partir de sus

reservas. Los fotoasimilados comienzan a llegar a los frutos tres horas después de la fijación por las hojas, debido a que la demanda de asimilados por el fruto es mayor que por ningún otro órgano en crecimiento, tanto la velocidad de exportación como el reparto de los asimilados de carbono en la planta resultan afectados por la velocidad de crecimiento del fruto. La exportación de carbono desde una hoja próxima es mayor cuando el primer racimo está fructificando que cuando está en flor. Aunque el fruto importa principalmente asimilados de la hoja, cuando el suministro se reduce por una iluminación insuficiente, puede movilizar también las reservas del tallo y las raíces (Khan y Sagar, 1969).

El transporte en el floema tiene lugar desde las regiones en que se sintetiza sacarosa (y otros azúcares), en donde es cargado en los tubos cribosos (fuentes), a las zonas de descarga, donde tiene lugar su acumulación o utilización (demandas). La posición de fuentes y demandas determina la dirección del transporte de azúcares en la planta (Guardiola y García-Luis, 1993).

Como el transporte de metabolitos en el floema depende de su acumulación en las fuentes y su descarga en las demandas, puede ser potencialmente limitado por cualquiera de estos dos procesos. En términos generales, se admite que la intensidad del transporte está determinada por los procesos de carga en las fuentes, mientras que las demandas controlan la dirección del mismo en la planta (Guardiola y García-Luis, 1993).

### 3.3.7 Fuente de fotoasimilados para el crecimiento del fruto.

El crecimiento del fruto resulta principalmente de la importación de fotoasimilados por parte de las hojas. Para estos últimos, la fuerza demandante se expresa como la habilidad de un órgano particular para acumular fotoasimilados y esta determinada por su tamaño y su actividad (Warren, citado por Wolf y Rudich, 1988).

Heuvelink (1996), en un estudio para determinar la materia seca en el fruto del tomate menciona que la fuerza de la demanda es proporcional al número de frutos por racimo en un rango de 2 a 7 frutos por racimo. Reduciendo el número de frutos por planta disminuye la asignación de biomasa a los frutos. En general el peso medio aumenta con un número de frutos menor por racimo, y la diferencia era igual para todos los casos. El peso de fruto tuvo un aumento proporcionalmente mejor con un número de frutos decreciente así como el rendimiento total de los frutos disminuyó con un número de frutos decreciente. La fuerza de la demanda del fruto depende de la fase de desarrollo en que se encuentre, sin embargo cuando en la planta el desarrollo es normal, existe una correlación entre el número de frutos y la edad del fruto (fase de desarrollo).

Bertin (1995), evaluó el crecimiento de fruto y desarrollo del tomate carnoso (beef tomato) durante su periodo reproductivo. El crecimiento potencial del fruto se define como el crecimiento que alcanza en condiciones no limitadas de abastecimiento de asimilados. En plantas podadas a siete flores el

enriquecimiento con  $\text{CO}_2$  permitió el desarrollo de frutos más grandes que se ubicaron en la tercera y cuarta inflorescencia. En las primeras inflorescencias el enriquecimiento tenía solo un efecto positivo aun que menor que en los frutos desarrollados pero esto era probablemente debido a que el suministro de  $\text{CO}_2$  disminuyo en el momento cuando la fructificación se encuentra en su apogeo y, así, la competencia por asimilados aumenta. En este trabajo, la falla en el crecimiento de tomate se define como la latencia de crecimiento del fruto causada por la competencia por asimilados entre frutos. El fruto puede crecer después de un periodo de latencia de muchas semanas, en cuanto los frutos más grandes se enfilan a madurez dejan de competir por asimilados.

Los frutos jóvenes crecen bajo una competencia doble entre y dentro de las inflorescencias, los asimilados son translocados al fruto vía floema y dentro de una inflorescencia, el sistema vascular del raquis es muy reducido a la extremidad de la inflorescencia. Esto puede contribuir a la restricción de asimilados en frutos distales. Así mismo los frutos distales tienen una menor fuerza de demanda que los frutos proximales, significa que su habilidad para atraer asimilados es más baja, y que ellos salen perjudicados en la competencia por asimilados. Hasta ahora, lo que determina la fuerza de la demanda del fruto no se entiende claramente pero normalmente se declara que la fuerza de la demanda del fruto depende del periodo de división celular (Bertin, 1995).

Después de un crecimiento inicial lento durante dos semanas, un fruto de tomate aumenta la mayoría de su materia seca en las siguientes cinco semanas

para un fruto de tomate con un peso seco final de 8 gr los alcances de crecimiento diario son de 0.37 gr aproximadamente 25 días después de la polinización. Durante el rápido crecimiento del fruto, las células se agrandan y la importación de asimilados es principalmente acumulada como hexosa la que aumenta al menos de 10 % diarios, 50 % del peso seco del fruto. Así la fuerza de la demanda de un fruto de tomate puede ser medida por su capacidad de acumulación de hexosa. Esta acumulación esta determinada por varios factores como: 1) el número de células y los procesos metabólicos como el de la hidrólisis de sacarosa, 2) la acumulación de hexosa en la vacuola, y 3) la acumulación inicial de almidón en los amiloplastos. Por consiguiente, la proporción de importación en un fruto en desarrollo esta determinada por la disponibilidad de asimilados de la hoja y la actividad metabólica del fruto (Ho, 1984).

En la mayoría de los cultivares el tamaño final del fruto está relacionado con su posición en la inflorescencia, pues tanto el crecimiento del fruto como la acumulación de almidón en los frutos proximales es mayor que en los distales. Durante la maduración, la velocidad de respiración climatérica y la concentración de azúcares reductores también es mayor en los frutos proximales que en los distales. Cuando el suministro de asimilados es limitante, los frutos proximales ganan más peso que los distales. Parece que los frutos proximales tuvieran mayor fuerza de crecimiento, posiblemente determinada morfogenéticamente antes del cuajado del fruto, pero también el crecimiento diferencial de los frutos en el mismo racimo podría deberse a la interacción competitiva entre los mismos. Dos hechos respaldan esta suposición 1) los frutos



inducidos más tarde fracasan en el crecimiento, especialmente si ya hay una elevada carga de frutos en el racimo, y 2) los frutos distales pueden crecer a un tamaño similar o mayor que los proximales si son inducidos artificialmente al mismo tiempo o antes que los proximales. Así los órganos de mayor demanda de asimilados en la planta en primer lugar son los frutos y luego las hojas jóvenes (Chamorro, 1995).

La repartición de fotoasimilados entre varios frutos está determinada por la fuerza demandante de los diferentes frutos y la habilidad de las distintas hojas para abastecerlos. Los frutos que empiezan su crecimiento más temprano tienen una mayor tasa de acumulación de peso seco que los frutos en los que el crecimiento se inicia posteriormente. Además el periodo de acumulación de peso seco es fuertemente afectado por la posición del fruto en la planta. Los frutos de la parte superior de la planta acumulan peso seco más rápidamente que los frutos de las partes inferiores. Indicando que el mayor peso seco final de los frutos que se desarrollan más temprano se debe tanto a una mayor tasa de acumulación de peso seco como a un mayor periodo de crecimiento (Wolf y Rudich, 1988).

El tamaño de los frutos varía entre los diferentes cultivares o incluso entre frutos del mismo racimo. La diferencia puede ser atribuida al número y tamaño de células del fruto. El número máximo de células en un fruto de jitomate es alcanzado dentro de las dos primeras semanas después de la antesis y está determinado por el número inicial de células en el ovario antes de antesis y la

tasa de división celular en la primer semana después de antesis. El tamaño final de las células es afectado por el abastecimiento de asimilados durante la elongación celular. El potencial para el crecimiento del fruto puede ser afectado por la secuencia en que los frutos son amarrados dentro de un mismo racimo. Los frutos inducidos más temprano compiten más favorablemente por asimilados que los que se forman más tarde. Así al realizar poda de frutos dentro de cada racimo, los asimilados que se ocuparían en los últimos frutos, quedan disponibles para los frutos dejados en cada racimo (Ho, 1984).

El crecimiento del fruto de jitomate se explica por la dominancia del proceso de división celular durante la primera semana posterior a antesis, seguida por la elongación celular durante los siguiente seis o siete semanas. Cuando el crecimiento del fruto se expresa en términos de incremento de peso fresco, peso seco o volumen en el tiempo, se obtiene una curva sigmoide en cada caso, correspondiente a cada estado de desarrollo. La tasa de crecimiento es baja en el primer estadio, acelerándose en el segundo y disminuyendo durante el tercero (Monselise *et al.*, 1978).

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **4.1 Localización del experimento.**

El experimento se realizó del 15 de Julio de 1998 al 20 de Diciembre de 1998 en un invernadero de vidrio perteneciente a la empresa " Industrial Agropecuaria Junco ", la cuál se encuentra ubicada en la localidad de Cuahutlapan, Estado de México, a 10 Km aproximadamente al sur de las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo en la carretera federal Texcoco México a los 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste y a una altitud media de 2.251 m.s.n.m.

### **4.2 Descripción del invernadero.**

El experimento se llevó a cabo en un invernadero tipo dos aguas, con estructura metálica y cubierta de vidrio con las siguientes dimensiones: 11.3 metros de ancho por 70 metros de largo y 3.8 metros de altura máxima. Para la ventilación cuenta con ventanas laterales protegidas con malla mosquitero para evitar la entrada de insectos al interior del invernadero.

#### 4.3 Contenedores y sustrato.

Se emplearon tinas construidas de cemento en sus laterales y pasillos, con dimensiones de 1.30 m de ancho por 40 m de largo, en su parte inferior contienen una capa de arena de 3 cm de profundidad; sobre ésta una cubierta de polietileno blanco, para evitar el contacto con el suelo. Posteriormente una cubierta o capa de grava o tezontle rojo de 5 cm de profundidad con partículas de 1 a 2 cm de diámetro y finalmente otra capa de tezontle rojo fina (partículas de 1 a 4 mm de diámetro).

#### 4.4 Material vegetativo.

Celebrity. Este cultivar es una planta de crecimiento determinado, con un fruto tipo bola, que requiere del transplante a la primera cosecha aproximadamente 72 días, es de forma arbustiva, requiere de tutores para su soporte, el fruto se destina para su consumo en fresco. Su peso promedio es de 230 g es resistente a *Verticillium*, *Fusarium*, y al virus del mosaico del tomate (Petoseed, 1996).

Better Boy. Es un cultivar de crecimiento indeterminado requiere aproximadamente 75 días del transplante a la primera cosecha, el peso promedio de sus frutos es de 230 g requiere de tutores para su soporte, su fruto es de tipo bola redonda. Resistente a *Verticillium* y a *Fusarium* (Petoseed, 1996).

#### **4.5 Diseño experimental.**

El diseño experimental que se utilizó para llevar a cabo este experimento fue el de “ bloques completamente al azar “, con 6 tratamientos y 3 repeticiones. La superficie de la parcela experimental fue de 35.1 m<sup>2</sup>, dividida en 18 unidades experimentales de 1.95 m<sup>2</sup>, de superficie útil.

Los tratamientos se aplicaron a dos cultivares y constaron de dos sistemas de raleo de frutos (4 y 5 frutos por racimo) y un testigo (sin raleo), ver Cuadro 3, Se dejó únicamente un tallo por planta y se despuntó por encima del tercer racimo floral. Las plantas se transplantaron a una distancia de 30 cm entre hileras y 30 cm entre plantas dando una densidad de 12 plantas por metro cuadrado.

#### **4.6 Análisis estadístico.**

La información obtenida se analizó en base a la metodología estadística establecida para el análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias (Tukey,  $P \leq 0.05$  y 0.01) mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS).

Cuadro 3. Tratamientos que se aplicaron a las plantas de Jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*):

No.	Tratamiento
1	Celebrity, sin raleo de frutos de jitomate.
2	Celebrity, raleo a cuatro frutos por cada racimo dejado.
3	Celebrity, raleo a cinco frutos por cada racimo dejado.
4	Better Boy, sin raleo de frutos de jitomate.
5	Better Boy, raleo a cuatro frutos por cada racimo dejado.
6	Better Boy, raleo a cinco frutos por cada racimo dejado.

#### **4.7 Manejo agronómico.**

##### **4.7.1 Siembra.**

La siembra se realizó el 15 de Julio de 1998, y el material que se necesitó para esta actividad es el siguiente, charolas semilleros de poliestireno de 200 cavidades y peat moss que hará la función de suelo en el proceso de germinación, semilla y plástico negro u otro color. Como primer labor el peat moss se mezcló perfectamente desmenuzándolo bien para proceder a humedecerlo hasta su punto de escurrimiento y así favorecer el mejor llenado de los semilleros hasta lo que es el tope de la cavidad, se colocó una semilla por orificio (a una profundidad uniforme de 0.5 cm), para después proceder a pasarle una ligera capa de peat moss para cubrir solamente la semilla. Una vez

llenados todos los semilleros requeridos, con el plástico se envuelven para que las condiciones de temperatura sean homogéneas para favorecer la ruptura de la testa de la semilla (esto sucede de 4 a 5 días después de estar envuelta), después se destapan para que siga el proceso normal de emergencia de la planta. Los riegos se realizan con la solución nutritiva.

#### **4.7.2 Transplante.**

El transplante se realizó el 13 de Agosto de 1998, la planta tenía de 3 a 4 hojas y una altura aproximada de 10 a 15 cm se realizaron unos orificios en el sustrato con la ayuda de un cincel a una profundidad de 10 cm previo riego para facilitar esta labor. Se coloca una planta por orificio extraída del semillero con todo y cepellón presionándola contra el sustrato para dejar la menor cantidad de aire posible en el interior del orificio, se lleva a cabo otro riego para que las plantas no resientan el cambio a su lugar definitivo.

#### **4.7.3 Riegos.**

Durante el ciclo de cultivo del jitomate se aplicó un riego al día de 6 a 9 litros, por cada metro cuadrado al pie de la planta a partir de las 10:00 A.M. Con la ayuda de una manguera, siendo esto suficiente para mantener a las plantas sin problemas por falta de agua. Las concentraciones que se aplicaron de cada elemento se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Solución nutritiva que se aplicó en el cultivo de jitomate.

Elemento	Mg · L <sup>-1</sup>	Fuente
Nitrógeno	200	Nitrato de calcio
Fósforo	60	Acido fosfórico
Potasio	225	Sulfato de potasio
Calcio	225	Nitrato de calcio
Magnesio	50	Sulfato de magnesio
Fierro	5	Sulfato ferroso
Manganeso	0.5	Sulfato de manganeso
Boro	0.1	Borax
Zinc	0.1	Sulfato de zinc
Cobre	0.1	Sulfato de cobre

#### 4.7.4 Poda.

Se realizó a partir del 28 de Agosto de 1998, y consistió en dejar únicamente el tallo principal de la planta e ir eliminando cualquier brote lateral que salía de las axilas de las hojas llamados chupones, cuando alcanzaban un tamaño de 2.5 cm de largo.



#### **4.7.5 Colocación del tutorado.**

Para cultivo en invernadero de jitomate es recomendable esta labor que se empezó el primero y acabándose el ocho de Septiembre de 1998, que consiste en tender un alambre acerado en la parte superior de la planta de forma paralela tensada de los extremos de las tinas a una altura de 2 metros, de los cuales cuelga hilo de rafia con el cual se sujetaron las plantas (cuando estas tenían 30 cm de altura) al nivel de la última hoja sin llegar ahorcarlas enredando la planta alrededor del hilo. Provocando con esto en la planta mejor distribución de luz y soporte mecánico.

#### **4.7.6 Defoliación.**

Esta labor se realizó a partir del 30 de Septiembre de 1998, y se realizó solamente con la finalidad de remover todas las hojas viejas que ya cumplieron su ciclo y que además pudieran en un momento dado ser causantes de la transmisión de enfermedades. Las hojas que se removieron fueron las de la parte basal de la planta.

#### **4.7.7 Despunte de planta y raleo de frutos.**

Se despuntaron las yemas o brotes terminales de los tallos con la ayuda de una navaja, cuando la planta tuvo la altura y el número deseado de racimos (para este caso se necesitaron tres racimos), por arriba de dos hojas del tercer

racimo. Aparte la poda de frutos se realizó manualmente en todos los racimos conforme a los tratamientos antes mencionados (4 y 5 frutos por racimo), cuando los frutos tenían el tamaño de 1 cm de diámetro aproximadamente; estas labores se realizaron a partir del 3 de Octubre de 1998.

#### **4.7.8 Cosecha.**

Se inició el 26 de noviembre de 1998, como es una labor bastante delicada se realizó manualmente y siendo el indicador para cosechar cuando el fruto en su parte superior había adquirido un tono rosado (se forma una estrella del mismo tono en la parte del ápice), esto es que en un corto tiempo el total del fruto va a madurar. Esta labor se realiza escalonada ya que no todos los frutos de una misma planta maduran igual terminándose esta actividad el 26 de Diciembre de 1998.

#### 4.8 VARIABLES DE ESTUDIO.

Las variables evaluadas en el experimento fueron las siguientes:

1. Porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate. Para su clasificación se contó con una plantilla de madera con tres orificios circulares de 4, 6 y 8 cm de diámetro. Donde los frutos pequeños fueron de menos de 4 cm, medianos de 4 a 6 cm, grandes de 6 a 8 cm y extragrandes, mayores de 8 cm.
2. Número de frutos. Es el número de frutos por unidad de superficie de los cuatro tamaños (pequeño, mediano, grande y extragrande).
3. Rendimiento por unidad de superficie. Se obtuvo mediante el peso total de cada corte y haciendo la sumatoria por metro cuadrado.
4. Total de frutos por unidad de superficie. Es la resultado de la suma de todos los frutos por metro cuadrado.
5. Peso medio. Se obtuvo al dividir el rendimiento por unidad de superficie entre el número total de frutos por unidad de superficie.
6. Altura de planta. Esta medida se realizó con la ayuda de una cinta métrica (cm), tomando como referencia el nivel del sustrato hasta la altura del despunte.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 5.1 Porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate.

Los resultados del análisis de varianza (f calculada), para la variable porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate, que se muestran en el Cuadro 5. Donde el factor cultivar presentó únicamente diferencia significativa para el tamaño de fruto grande. Mientras que para el factor raleo de frutos se encontró diferencia altamente significativa para todos los diferentes tamaños de fruto considerados. Fruto pequeño (menor de 4 cm de diámetro); fruto mediano (4 a 6 cm de diámetro); fruto grande (6 a 8 cm de diámetro), y fruto extragrande (mayor de 8 cm de diámetro). En cuanto a la interacción cultivar – raleo no se encontró ninguna diferencia.

**Cuadro 5.** Resultados del análisis de varianza (f calculada), para la variable de porcentaje de frutos de jitomate.

F.V.	G.L.	Porcentaje de Fruto			
		Pequeño (< 4 cm)	Mediano (4 a 6 cm)	Grande (6 a 8 cm)	Extragrande (> 8 cm)
Bloque	2	0.64	1.40	2.92	3.42
Cultivar	1	0.38	3.57	5.51 *	0.21
Raleo	2	46.86 **	8.19 **	14.35 **	13.18 **
Cult. – Ral.	2	1.42	0.06	1.58	1.66
C.M.E	10	3.08	6.94	4.87	7.86
R <sup>2</sup>		0.90	0.69	0.81	0.78
C.V.		22.74	19.28	4.37	9.97
Media		7.71%	13.66%	50.48%	28.13%

C.M.E. Cuadrado medio del error; R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación.

C.V. Coeficiente de variación; \*Significativo con  $P \leq 0.05$

\*\* Altamente significativo con  $P \leq 0.01$

En el cuadro 6, se muestra la comparación de medias, para el factor cultivar. En donde se observa que existe diferencia significativa para porcentaje de frutos grandes, ya que el cultivar Better Boy presento 51.70% comparado con el cultivar Celebrity que obtuvo un porcentaje menor (49.26%). Para el porcentaje de los tamaños de fruto pequeño, mediano y extragrande esta prueba no mostró ninguna diferencia estadística.

**Cuadro 6.** Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de los diferentes tamaños de Jitomate, para el factor cultivar.

Cultivar	Porcentaje de fruto			
	Pequeño (< 4 cm)	Mediano (4 a 6 cm)	Grande (6 a 8 cm)	Extragrande (> 8 cm)
Celebrity	7.46 a	14.83 a	49.26 b	28.43 a
Better Boy	7.96 a	12.49 a	51.70 a	27.82 a
D.M.S.	1.84	2.76	2.31	2.94

D.M.S. diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

Ho (1984), menciona que el tamaño de los frutos varió entre los diferentes cultivares o incluso entre frutos del mismo racimo. La diferencia puede ser atribuida al número y tamaño de células del fruto. El número máximo de células en un fruto de jitomate se alcanza dentro de las dos primeras semanas después de la antesis y está determinado por el número inicial de células en el ovario antes de antesis y la tasa de división celular en la primera semana después de antesis.

El Cuadro 7, muestra la prueba de comparación de medias para el factor raleo de fruto, en donde se observa que el raleo influyó en distinto grado en el tamaño final de fruto. Así tenemos que el mayor porcentaje de frutos extragrandes se obtuvo con el raleo a cuatro y cinco frutos por racimo con (31.64% y 29.21% respectivamente). Para frutos grandes el mayor porcentaje (54.41%) fue para el raleo a cuatro frutos por racimo. Estos resultados dan sustento a la hipótesis postulada en el sentido, de que el raleo de frutos, reduce el rendimiento por unidad de superficie pero aumenta el tamaño de frutos. En cuanto a frutos medianos el mayor porcentaje se obtuvo con el raleo a cinco frutos (15.85%) y el testigo sin poda (14.99%), mientras que para frutos pequeños el testigo presentó un mayor porcentaje (13.21%).

**Cuadro 7.** Prueba de Tukey para la variable de porcentaje de los diferentes tamaños de jitomate, para el factor raleo de frutos.

Raleo	Porcentaje de fruto			
	Pequeño (< 4 cm)	Mediano (4 a 6 cm)	Grande (6 a 8 cm)	Extragrande (> 8 cm)
Sin raleo	13.21 a	14.99 a	48.24 b	23.54 b
Cuatro frutos	3.79 b	10.14 b	54.41 a	31.64 a
Cinco frutos	6.13 b	15.85 a	48.79 b	29.21 a
D.M.S.	2.77	4.16	3.49	4.43

D.M.S. diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales

Lo anterior se puede deber a que si el número de frutos en un racimo es elevado, la distribución de los asimilados se tiene que realizar entre más frutos tocándoles menor cantidad a cada uno, reflejándose en el tamaño final de fruto.

En el presente trabajo los resultados de porcentaje de frutos coinciden con los obtenidos por Ponce (1995) y Ho (1994), quienes señalan que al realizar poda de frutos, una alta proporción de los fotoasimilados que iban a ser utilizados en los últimos frutos quedan disponibles para el crecimiento de los frutos dejados, incrementándose el tamaño y peso de los mismos.

De igual manera en un estudio realizado por López y Campos (1971), coinciden en que el tamaño de fruto se aumenta cuando se dejan de 2 a 4 frutos por racimo. Debido a la eliminación de frutos excesivos (demandas) del racimo.

En tanto Ucan (1999), observó que el mayor porcentaje de frutos extragrandes se dio con tres frutos por racimo siendo diferente al de cuatro frutos por racimo. Para frutos grandes el mayor porcentaje fue para tres y cuatro frutos por racimo en ambos casos siendo diferentes al testigo. Mientras que para fruto mediano y pequeño el mayor porcentaje se dio con el nivel sin poda de frutos.

## 5.2 Número de frutos.

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (f calculada), para la variable número de frutos de jitomate, Cuadro 8. Indican que el factor cultivar, no mostró diferencia significativa para esta variable. En cambio el raleo de frutos presentó una diferencia altamente significativa, en cuanto a la cantidad de fruto pequeño y fruto mediano. Mientras que para las otras variables, así como para la interacción cultivar – raleo no se encontró ninguna diferencia.

**Cuadro 8.** Resultados de análisis de varianza (f calculada), para la variable número de frutos de jitomate.

F.V.	G.L.	Número de frutos			
		Pequeños	Medianos	Grandes	Extragrande
Bloque	2	0.75	0.69	1.33	3.47
Cultivar	1	0.13	4.47	1.21	0.14
Raleo	2	63.28 **	14.49 **	1.75	1.69
Cult. – Ral.	2	1.84	0.19	1.92	0.55
C.M.E.	10	6.72	15.23	28.60	33.12
R <sup>2</sup>		0.92	0.77	0.52	0.53
C.V.		21.80	19.03	7.14	13.83
Media		11.88	20.50	74.84	41.61

C.M.E. Cuadrado medio del error; R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación.

C.V. Coeficiente de variación. \*significativo con  $P \leq 0.05$

\*\* Altamente significativo con  $P \leq 0.01$



Los resultados del Cuadro 9, muestran que en la prueba comparación de medias, para el factor cultivar no existe ninguna diferencia significativa para número de fruto de los diferentes tamaños de fruto considerados.

**Cuadro 9.** Prueba de Tukey para número de frutos de jitomate, para el factor cultivar.

Cultivar	Número de frutos por m <sup>2</sup> .			
	Pequeños	Medianos	Grandes	Extragrande
Celebrity	11.66 a	22.44 a	73.44 a	42.11 a
Better Boy	12.11 a	18.55 a	76.22 a	41.11 a
D.M.S.	2.72	4.09	5.61	6.04

D.M.S. diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de comparación de medias, referente a número de frutos por unidad de superficie para el factor raleo. Se puede observar que cuando no se realiza la poda de frutos se obtiene mayor cantidad de frutos pequeños. De igual forma, para el número de fruto mediano la mayor cantidad de estos se obtiene con el testigo y con una poda parcial a cinco frutos. Mientras que para fruto grande y extragrande no existe ninguna diferencia significativa si realizamos o no la poda de frutos. De acuerdo con estos resultados se puede indicar que no es recomendable el manejar el sistema de poda de fruto, dado que esta prueba no mostró diferencia significativa para obtener mayor cantidad de frutos grandes y extragrandes que son los que interesaban y que son muy bien comercializados. Desde el punto de vista

económico, la mayor ganancia la obtendremos con los tratamientos sin raleo de frutos, dado que sus rendimientos son superiores comparados con los que se les aplicó el raleo de frutos(ver cuadro 13). Lo cual coincide con CAADES (1971) que menciona que no es recomendable efectuar raleo de frutos en los racimos, ya que esto no aumenta el número de frutos y en caso de raleo severo el rendimiento disminuye significativamente.

**Cuadro 10.** Prueba de Tukey para número de frutos de jitomate, para el factor raleo de frutos.

Raleo	Número de frutos por m <sup>2</sup> .			
	Pequeños	Medianos	Grandes	Extragrande
Sin raleo	21.33 a	24.16 a	78.16 a	38.16 a
Cuatro frutos	5.16 b	13.50 b	73.16 a	42.66 a
Cinco frutos	9.16 b	23.83 a	73.16 a	40.0 a
D.M.S.	4.10	6.17	8.46	9.10

D.M.S: diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

### 5.3 Rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta.

Los resultados obtenidos del análisis de varianza Cuadro 11, muestran diferencia altamente significativa para el factor cultivar, para las variables de rendimiento por unidad de superficie y altura de planta. Mientras que para el raleo de frutos, solo la variable total de frutos presenta una alta significancia y el peso medio solo diferencia significativa. En cuanto a la interacción cultivar – raleo no presenta diferencia significativa.

**Cuadro 11.** Resultado de análisis de varianza ( f calculada ), para las variables:  
rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta.

F.V.	G.L.	Rendimiento por superficie.	Tot. de frutos por superficie.	Peso Medio	Altura de planta
Bloque	2	1.06	1.75	1.98	.60
Cultivar	1	17.33 **	0.18	1.27	42.08 **
Raleo	2	28.04	15.98 **	4.17 *	1.58
Cult. – Ral.	2	1.11	0.72	0.44	0.32
C.M.E.	10	136542.93	70.63	54.98	85.11
R <sup>2</sup>		0.88	0.78	0.59	0.82
C.V.		2.02	5.64	6.00	10.54
Media		18281.33	148.83	123.52	87.45

C.M.E. Cuadrado medio del error; R<sup>2</sup> Coeficiente de determinación.

C.V. Coeficiente de variación. \*Significativo con  $P \leq 0.05$

\*\* Altamente significativo con  $P \leq 0.01$

En el Cuadro 12, se presenta la comparación de medias para las variables rendimiento por superficie, total de frutos por superficie, peso medio de fruto, altura de planta para el factor cultivar.

El cultivar Celebrity proporciona rendimientos por metro cuadrado de 18.634 Kg mientras que por planta obtuvo 1.553 Kg · m<sup>2</sup>. Superando al cultivar Better Boy que su rendimiento por m<sup>2</sup> fue de 17.916 Kg y por planta fue de 1.493 Kg por m<sup>2</sup>.

Estos resultados confirman la capacidad productiva del cultivar Celebrity, ya que presentó mayor peso medio de fruto (lo que significa que son de mayor tamaño), obteniendo además una mayor cantidad de frutos totales.

Para las variables total de frutos y peso medio de frutos para el factor variedad esta prueba no mostró diferencia estadística.

Para la variable altura de planta, el cultivar Better Boy de hábito de crecimiento indeterminado presentó 28.21 cm más que el cultivar Celebrity de tipo de crecimiento determinado. Este resultado es normal si tomamos en cuenta la diferencia que existe entre el crecimiento indeterminado y el determinado. En cultivares de crecimiento indeterminado, la formación de racimos es cada tres o cuatro hojas, mientras que en cultivares determinados el número de hojas entre racimo y racimo es de una o dos hojas.

**Cuadro 12.** Prueba de Tukey para las variables: rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta, para el factor cultivar.

Cultivar	Rendimiento (kg · m <sup>2</sup> )	Total de Frutos (núm · m <sup>2</sup> )	Peso Medio (g)	Alt. Plan. (cm)
Celebrity	18.64 a	149.66 a	125.49 a	73.34 b
Betty Boy	17.91 b	148.00 a	121.55 a	101.55 a
D.M.S.	388.12	8.82	7.78	9.69

D.M.S. diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales.

En el Cuadro 13, se observa que el mejor rendimiento por unidad de superficie, se obtuvo con el testigo con 18.96 Kg · m<sup>2</sup> y con el raleo a cinco frutos por racimo con 18.46 Kg · m<sup>2</sup>. El testigo obtuvo 8.98 % más de rendimiento que el raleo a cuatro frutos por racimo.

Para la variable total de frutos su comportamiento fue similar al anterior, con el testigo y el raleo a cinco frutos se obtuvo una mayor cantidad de frutos totales por unidad de área con 161.83 y 150.16 respectivamente. El testigo presentó 20.32 % más de frutos totales que cuando se aplica el raleo a cuatro frutos. Estos resultados de rendimiento y total de frutos se deben principalmente al mayor número de frutos que se tiene con el testigo y el raleo a cinco frutos por racimo.

Para la variable peso medio de frutos, su comportamiento fue lo contrario a lo que sucedió con el rendimiento y total de frutos. Esto se puede apreciar

# ESTA TESIS NO SALE DE LA BIBLIOTECA

cuando el mejor peso medio se obtiene al reducir el número de frutos por racimo a cuatro, obteniendo con este tratamiento frutos 10.50% más pesados, comparado con el testigo sin raleo o poda, dando como resultado una mayor ganancia en peso y tamaño de fruto dejado. Esto es que los frutos seleccionados o dejados aprovechan más eficientemente los asimilados disponibles.

**Cuadro 13.** Prueba de Tukey para las variables: rendimiento por unidad de superficie, total de frutos por unidad de superficie, peso medio de fruto y altura de planta, para el factor raleo de frutos.

Raleo	Rendimiento (Kg · m <sup>-2</sup> )	Total de Frutos (Núm · m <sup>-2</sup> )	Peso Medio (g)	Alt Plant (cm)
Sin raleo	18.96 a	161.83 a	117.56 b	91.23 a
Cuatro frutos	17.40 b	134.50 b	129.90 a	82.15 a
Cinco frutos	18.46 a	150.16 a	123.09 a b	88.96 a
D.M.S.	584.83	13.30	11.73	14.60

D.M.S. diferencia mínima significativa.

Medias con la misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales

Estos resultados coinciden con Heuvelink (1996), quien señala que el rendimiento y el total de frutos se ve disminuido cuando se tiene un número menor de frutos por racimo. Mencionando además que el peso medio de fruto se ve favorecido cuando se tiene un número menor de frutos por racimo debido a la mayor disponibilidad de fotoasimilados aprovechables.

Noguez (1999), menciona que el peso medio de fruto es 7.04 % mayor con el raleo a cuatro frutos que cuando no se aplica, debido al menor número de

frutos por racimo; dado que la fuente se mantuvo constante, al eliminar demandas, los asimilados sobrantes tienden a repartirse entre las demandas sobrantes.

Así tenemos que con el raleo a cuatro frutos por racimo obtenemos 1.450 Kg.pl. y 17.405 Kg por metro cuadrado (Cuadro 13), pero una mayor ganancia de peso medio. Mientras que para el raleo a cinco frutos por racimo, se obtuvo 1.539 Kg.pl. y 18.468 Kg por unidad de superficie. Así mismo el testigo proporciona el mayor rendimiento, mejor peso por planta y por metro cuadrado con (1.580 Kg.pl. y 18.969 Kg·m<sup>-2</sup> respectivamente) pero esto declinó en una menor ganancia de peso medio de fruto. Para la variable altura de planta esta prueba no encontró diferencia significativa para el factor poda de fruto.

## 6. CONCLUSIONES.

1. El mejor porcentaje de frutos grandes y extragrandes se obtiene cuando el raleo de frutos en las plantas de jitomate, se realizó a cuatro frutos por racimo, obteniéndose mayor ganancia de peso medio de fruto, pero reportando una disminución en cuanto a rendimiento por unidad de superficie.
2. Para la variable de número de frutos por unidad de superficie, el raleo de frutos no influyó para obtener mayor cantidad de frutos grandes y extragrandes.
3. El cultivar Celebrity de tipo de crecimiento determinado proporcionó un mejor rendimiento por unidad de superficie así como mayor peso medio de fruto, lo que significa que son de mayor tamaño en comparación con el cultivar Better Boy de tipo indeterminado.
4. El mayor total de frutos por unidad de superficie, se obtiene con los tratamientos a los que no se les aplicó ningún tipo de raleo (testigo), repercutiendo en un mejor rendimiento por  $m^2$ .
5. La mejor combinación de acuerdo a los resultados de este trabajo, desde el punto de vista de rendimiento por unidad de superficie, así como frutos grandes y extragrandes por unidad de superficie, la obtenemos con el cultivar Celebrity y con el nivel sin raleo de frutos.



## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- Anónimo; 1991. "Cultivos hidropónicos" No. 13 COLJAP. VER. Bogotá Colombia.
- BACA, C. G.; 1983. "Efecto de la solución nutritiva, la frecuencia de los riegos, el sustrato y la densidad de siembra en cultivos hidropónicos". Tesis de Doctorado. C.P. Chapingo. México.
- BANGERTH, F.; HO, L.C. 1984. "Fruit position and fruit set sequence in truss as factors determining final size of tomato fruits". Ann. Bot. 53: 315-319.
- BERTIN, N.; 1995. "Competition for assimilates and fruit position affect fruit set in indeterminate greenhouse tomato". Ann. Bot. 75: 55-65.
- BONNEMAIN, J. L.; 1965. "Sur le transport diurne des produits assimilation lors de la floraison chez la tomate". C. R. Acad. Sci. 260: 2054-2057.
- BORELLI, A.; 1983. "The effect of planting density and stopping on the production on greenhouse tomatoes". Revista de la Ortoflorofruticultura Italiana. Università di Napoli. Italy. 67 3: 113-122.
- BRINGAS, L.; 1999a. "Cifras y datos de la producción de invernaderos" Productores de hortalizas. Año 8. No.11. Noviembre.
- BRINGAS, L.; STEVEN, V. D.;1999. "Producción de invernaderos en los Estados Unidos". Productores de hortalizas. Año 8. No. 5. Mayo.
- BRINGAS, L.; 1999b. "Tiempos de invernaderos". Productores de hortalizas. Año 8. No. 3. Marzo.
- CAADES, 1971. "Análisis de la situación agrícola en Sinaloa". Boletín bimestral No. 73.

- CANCINO, B. J.; SÁNCHEZ, C. F.; 1990. "Efecto del despunte y densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), en hidroponía bajo invernadero". Revista Chapingo. Vol. 1, núm. 2.
- CHAMORRO, J.; 1995. "Anatomía y fisiología de la planta. In: El cultivo del tomate". Nuez, F. (Ed.) Mundi-Prensa, Madrid, España.
- CORONA, S. T.; SÁNCHEZ, C. F.; 1994. "Evaluación de cuatro variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades". Revista Chapingo. Vol. 1, núm.2.
- FANJUL, P. L.; 1978. "Análisis del crecimiento de una variedad de *Phaseolus vulgaris* L. de hábito de crecimiento indeterminado y ensayo para el estudio de las relaciones fuente-demanda de los fotoasimilados". Tesis de Maestría. C.P. Chapingo. México.
- FOYER, C. H.; 1987. "La fotosíntesis". Compañía Editorial Continental. Primera edición. México.
- GAZQUEZ, R.;1997. "Conceptos básicos de los cultivos sin suelo". Productores de hortalizas. Año 6. No.8. Agosto.
- GORDÓN, H.; BARDEN, J. A.; 1992. "Horticultura". (Ed.) AGT Editor . S.A. México.
- GUARDIOLA, L. J.;GARCÍA-LUIS, A.;1993. "Transporte de azúcares y otros asimilados. In: fisiología y bioquímica vegetal". Azcon J. y Talon M. (Ed.) Interamericana – Mcgraw-Hill. Madrid, España.
- HEUVELINK, E.; 1996. "Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato". Sci. Hort. 69: 51-59.

- HO, L. C.; 1984. "Partitioning of assimilates in fruiting tomato plants". Plant Growth Regulation. 2: 277-283.
- HURRES, P.; 1987. "Effect of planting distance and number of plants per cluster in three cultivars of processing tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.)". Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Central de las Villas, Santa Clara. Cuba Centro Agrícola. 14 3: 21-31.
- JOSHI, S.; 1980. "Effect spacing on yield of tomato variety HS-102". Hort. Sci. 9 3: 192-194.
- KHAN, A. A.; SAGAR, G. R.; 1969. "Changing patterns of the distribution of the products of photosynthesis in tomato plant with respect to time and to age of a leaf". Ann. Bot. 33: 763-779.
- KONING, A. M. N.; 1996. "Model predictions of optimum shoot density and truss size in glasshouse". Acta Hort. 417.
- LÓPEZ, L. F.; CAMPOS, Z. S.; 1971. "Efecto del raleo de frutos sobre el rendimiento y calidad en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)". Depto. de Hortalizas. CIAS-INIA. Culiacán, Sin. México.
- LÓPEZ, L. F.; CHAN, J. L.; 1971. "Efecto de la densidad de población y métodos de poda sobre el rendimiento y calidad del tomate". Depto. de Hortalizas. CIAS-INIA. Culiacán, Sin. México.
- MAROTO, J. V.; 1986. "Horticultura herbácea especial". (Ed.) Mundi-Prensa. Madrid. España.
- MONSELISE, S. P.; VARGA, A.; BRUINSMA, J.; 1978. "Growth analysis of tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.)". Ann. Bot. 42: 1245-1247.

- MUÑOZ, R. M.; ALTAMIRANO, C. J.; CARMONA, M.; TRUJILLO, F. G.; LÓPEZ, C.; CRUZ, A.; 1995. "Desarrollo de ventajas competitivas en la agricultura: el caso del tomate rojo". SAGDER. CIESTAAM. Chapingo. México.
- NOGUEZ, H. R.; 1999. "Raleo de frutos en tres cultivares de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*)". Tesis de Maestría en Ciencias. Chapingo. México.
- NUEZ, F.; 1995. "El cultivo del jitomate". (Ed.) Mundi-Prensa. Madrid. España.
- OROZCO, J. L. D.; 1975. "Respuesta del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) a diferentes sistemas de poda". Acta Agronómica 25 (1-4): 87-110.
- PÉREZ, G. M.; MÁRQUEZ, S. F.; PEÑA, L. A.; 1997. "Mejoramiento genético de las hortalizas". UACH, Chapingo. México.
- PICKEN, A. J. F.; 1985. "A review of pollinición and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum Mill.*)". Journal Hort. Sci. 5 9: 1-3.
- PONCE, O. J.; 1995. "Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate en hidroponía". Tesis Profesional. UACH. Chapingo. México.
- RAMIREZ, V. F.; 1977. "Pruning systems in tomato cultivar Tropic". Boletín técnico, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 10 (6).
- RANDOLPH, A.; 2000. "El potencial de las nuevas tecnologías". Productores de hortalizas. Año 9. No.1. Enero.
- RESH, M. H.; 1992. "Cultivos Hidropónicos". Ed. Mundi-Prensa, Madrid. España.
- RODRÍGUEZ, R. R.; 1984. "Cultivo moderno del tomate". (Ed.) Mundi-Prensa. Primera edición. Madrid. España.

- SÁNCHEZ, C. F.; 1994. "Relaciones entre fuente y demanda en jitomate manejado con despunte y altas densidades de población." Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Chapingo. México.
- SÁNCHEZ, F.; ESCALANTE, E.; 1988. "Hidroponía". (Ed.) Chapingo. Méx.
- SANTIAGO, J.; 1997. "Hortalizas en invernadero: Canada, Estados Unidos y México." Productores de hortalizas. Año 6. No.3. Marzo.
- SCHWARZ, M.; 1975. "Guide to comercial hydroponics". Israel Universities. Press. Jerusalem .
- SARH.; 1993. "Anuario estadístico de la producción". Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- SARH.; 1998. "Anuario estadístico de la producción". Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México.
- SCHWENTESIUS, R.; GÓMEZ, M. A.; 1997. "El caso del jitomate, pepino, chile bell y calabacita". CIESTAAM. Rep. de Inv. 33. Chapingo. México.
- SERRANO, C. Z.; 1977. "Cultivos de hortalizas en invernadero". Biblioteca AEDOS. Barcelona. España.
- SERRANO, C. Z.; 1978. "Tomate, pimiento y berengena en invernadero". Ministerio de Agricultura de Madrid. España.
- SOBRINO, I. E.; 1989. "Tratado de horticultura herbácea: hortalizas de flor y fruto". (Ed.) AEDOS. Barcelona, España.
- TAMARO, D.; 1984. "Manual de horticultura". (Ed.) G. Gili. Barcelona, España.
- UCAN, C. I.; 1999. "Efecto del manejo de las relaciones fuente-demanda sobre el tamaño de fruto de jitomate". Tesis de Maestría en Ciencias. UACH. Chapingo. México.

VALADEZ, L. A.; 1994. "Producción de hortalizas". (Ed.) Limusa. México.

WOLF, S. And RUDICH, J.; 1988. "The growth rates of fruits on different parts of the tomato plants and the effect of water stress on dry weight accumulation". Sic. Hort. 34: 1-11.