UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

USO DE LUZ FLUORESCENTE SUPLEMENTARIA Y RETARDADORES DE CRECIMIENTO (CYCOCEL Y B-9) EN JITOMATE (Lycopersicon esculentum Mill.)

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

Que como Requisito Parcial
para Obtener el Grado de:
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

P R E S E N T A:

POLICARPO ESPINOSA ROBLES

CHAPINGO, MEXICO

JULIO 1996

ENSEÑANZA E INVESTIGACION
FITOTECNIA

DX 85425
- 1515 22

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del M.C. Felipe Sánchez del Castillo y la asesoría de la Dra. Ma. Teresa Colinas León y del Dr. Jaime Sahagún Castellanos y ha sido aprobada por ellos y los demás miembros del jurado para que el Ing. Policarpo Espinosa Robles obtenga el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

PRESIDENTE: _____
M.C. FELIPE SANCHEZ DEL CASTILLO

ASESOR: _____
DRA. MA. TERESA COLINAS LEON

ASESOR: _____
DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

REPRESENTANTE POR LA COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN LA UACH: _____
M.C. JORGE F. CURTIS PATIÑO

REPRESENTANTE POR LA COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSGRADO EN HORTICULTURA: _____
M.C. EFRAIN CONTRERAS MAGAÑA

29406

AGRADECIMIENTOS

Al M.C. Felipe Sánchez del Castillo por su valiosa dirección, por el estímulo, amistad, enseñanza y apoyo que siempre me ha brindado.

A la Dra. Ma. Teresa Colinas León por sus enseñanzas, por sus aportaciones en la realización de la tesis, su apoyo y amistad.

Al Dr. Jaime Sahagún Castellanos por su valiosa intervención en la realización de esta tesis, su apoyo y amistad.

Al M.C. Jorge F. Curtis Patiño y al M.C. Efraín Contreras Magaña por la revisión y sugerencias para mejorar la publicación de esta tesis, por contar siempre con ellos.

Al Ing. Edgardo Escalante R. M.C. Arturo Vega Cuén, M.C. Hebert del Valle F. , Sr. Fernando Cervantes Soto y al Ing. Rubén Gutiérrez Rangel por su apoyo, su amistad y constante insistencia desinteresada en la culminación de esta tesis.

A la Sra.. Ma. Inés Vázquez D., por su gran apoyo en la captura y elaboración final del presente trabajo.

A todos aquellos maestros, compañeros y amigos que de alguna manera participaron en mi formación y en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

MA. DE LA LUZ Y POLICARPO

A MIS GRANDES AMORES:

MI ESPOSA CATALINA

MIS HIJOS:

YOSHADHARA, LUIS MANUEL, JOSE POLICARPO Y JOSE GABRIEL

A MIS HERMANOS Y SOBRINOS:

JESUS, ARACELI, GUADALUPE, KARINA, ALBERTO, MOISES, SAGITT Y CLAUDIA IVONNE

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS i

RESUMEN iv

I. INTRODUCCION 1

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS 8

III. REVISION DE LITERATURA 10

3.1.1. Jitomate 10

3.1.1.1. Descripción taxónomica 10

3.1.1.2. Descripción botánica 11

3.1.1.3. Características generales 11

3.1.2. Hidroponia 16

3.1.3. Jitomate en hidroponia 17

3.1.4. Invernaderos 19

3.1.5. Jitomate en invernadero y métodos de producción contínua . . . 21

3.1.6. Luz artificial suplementaria en jitomate 23

3.1.7. Retardadores del crecimiento 25

3.1.7.1. El Cycocel y el B-9 en el jitomate 26

3.1.7.2. Ventajas de los retardadores del crecimiento 30

3.1.7.3. Desventajas de los retardadores del crecimiento 31

IV. MATERIALES Y METODOS 32

4.1. Ubicación del experimento 32

4.2. Establecimiento del experimento 32

4.3. Descripción de tratamientos 33

4.3.1. Evaluación de calidad de plántulas al trasplante 33

4.3.2. Evaluación de los componentes del rendimiento 34
4.4. Variables de estudio 35
4.4.1. Area de de semillero 35
4.4.2. Area de producción 35
4.5. Análisis estadístico 35

V. RESULTADOS Y DISCUSION 37

5.1. Resultados al momento del trasplante 37
5.1.1. Efectos de la luz suplementaria 37
5.1.2. Retardadores y dósis de aplicación 42
5.2. Efectos sobre el rendimiento 45
5.2.1. Efectos del nivel de luz 45
5.2.2. Efectos de retardadores y dosis sobre el rendimiento 47

VI. CONCLUSIONES 51

VII. RECOMENDACIONES 52

VIII. BIBLIOGRAFIA 53

INDICE DE CUADROS

CUADRO 3.1. RENDIMIENTO PROMEDIO DE JITOMATE POR PLANTA (Kg) ... 18

CUADRO 4.1. ELEMENTOS PRESENTES EN LA SOLUCION NUTRITIVA 33

CUADRO 4.2. TRATAMIENTOS CON LUZ Y RETARDADORES DE CRECIMIENTO 34

CUADRO 5.1. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A DOS NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A LOS 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 37

CUADRO 5.2. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE CON DOS TIPOS Y 3 DOSIS DE RETARDADORES BAJO DOS NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA 38

CUADRO 5.3. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y CYCOCEL SIN APLICACION DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA 39

CUADRO 5.4. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 39

CUADRO 5.5. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 39

CUADRO 5.6. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y CYCOCEL (PROMEDIO DE 3 DOSIS) SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A LOS 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 40

CUADRO 5.7. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA (PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DE LOS 30 A 60 DDS) 40

CUADRO 5.8. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE SOMETIDAS AL EFECTO DE LOS RETARDADORES DE CRECIMIENTO 42

CUADRO 5.9. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE PARA 2 TIPOS Y 3 DOSIS DE RETARDADOR BAJO 2 INTENSIDADES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS 44

CUADRO 5.10. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 2 RETARDADORES (3 DOSIS DE CADA UNO) Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS 45

CUADRO 5.11. PRUEBA DE TUKEY PARA 5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE TRATADAS CON 2 NIVELES DE LUZ SUPLEMENTARIA Y 2 RETARDADORES DE CRECIMIENTO EN SEMILLERO 46

CUADRO 5.12. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON CYCOCEL Y SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (3600 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 47

CUADRO 5.13. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON CYCOCEL Y SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (7200 LUXES) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 47

CUADRO 5.14. PRUEBA DE TUKEY PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE CYCOCEL A LOS 30 DDS Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS 48

CUADRO 5.15. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN LANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (3600 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 49

CUADRO 5.16. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (7200 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA 49

CUADRO 5.17. PRUEBA DE TUKEY PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 A LOS 30 DDS Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS 50

RESUMEN

Teniendo como propósito fundamental el logro de plántulas de calidad, que resistan el trasplante a los 60 días de edad sin efectos adversos en el rendimiento, se estudio, sobre plántulas de jitomate cv. Floradade, el efecto de la aplicación de luz fluorescente suplementaria de los 30 a los 60 días después de la siembra (dds) durante cuatro horas diarias (de los 20 a las 24 horas) a dos intensidades (3600 y 7200 luxes), así como de aplicaciones de retardadores de crecimiento (Cycocel y B-9) a plántulas de 30 días de edad a dosis de 250 y 500 ppm en una sola aplicación ó 250 + 250 ppm en dos aplicaciones (la segunda 8 días después de la primera). Las variedades evaluadas comprendieron características morfológicas (altura y ancho de planta, diámetro de tallo y ancho de hoja) medidas al momento del trasplante (60 dds) y componentes de rendimiento (número de flores y frutos cosechados por planta, diámetro y peso medio de fruto y rendimiento total por planta). Para evaluar las características morfológicas de las plántulas se usó un diseño en bloques al azar con 7 repeticiones y 16 plantas por unidad experimental. Los componentes de rendimiento se evaluaron a partir de un diseño en bloques al azar con 5 repeticiones y 16 plantas por unidad experimental. Después del trasplante, el cultivo fue conducido en macetas con arena de tezontle rojo y una solución nutritiva hidropónica. Se dejaron 2 racimos por planta en alta densidad (12 plantas/m^2).

La luz fluorescente, independientemente de la intensidad, provocó una dismunición de 4.5 cm en la altura de planta y 10 cm en el ancho de la misma. El diámetro de tallo sólo aumentó un 70% de los 30 a los 60 dds con luz adicional contra un 90% en el testigo. Los retardadores, independientemente de las dosis a que fueron aplicados y del nivel de luz suplementaria suministrado, no tuvieron efecto significativo, ni sobre las variables morfológicas consideradas ni sobre los componentes de rendimiento.

I. INTRODUCCION

De los casi 200 millones de hectáreas que conforman el territorio nacional tan sólo se cultiva un 10%, pues el resto no es económicamente apto para la agricultura convencional ya que presenta serias limitantes de suelo (topografia, erosión, alcalinidad, acidez, etc.). Además, en muchas zonas agrícolas se cuenta con muy poca agua para el riego convencional.

Considerando el alto crecimiento de la población rural en términos absolutos se tiene un serio problema de exceso de mano de obra desocupada o subocupada, además de que actualmente la gran mayoría de los productores agrícolas cuentan con predios o parcelas de menos de 2 hectáreas lo que les hace sumamente difícil el obtener un ingreso suficiente para cubrir sus necesidades vitales desde el punto de vista de una agricultura convencional.

Para que una empresa agrícola de esas dimensiones pueda ser económicamente rentable y genere un ingreso suficiente es necesario contemplar tecnologías y especies de cultivo que permitan una alta redituabilidad por unidad de superficie. Ejemplos de que esto es posible lo dan países como Holanda, Japón y España, entre otros.

Se debe dar la importancia que merecen los cultivos de alto valor en el mercado como las hortalizas y las plantas ornamentales pues sólo con altas producciones es posible que de pequeñas superficies se puedan derivar empresas agrícolas económicamente rentables.

En países como los mencionados, dos técnicas, ya sea por separado o juntas, han hecho posible lo anterior. Una de ellas es la hidroponia y la otra es la producción en condiciones de invernadero.

El interés por la hidroponia a nivel mundial se debe a los altos rendimientos que por unidad de superficie se pueden lograr (100 a 1000% más que el cultivo convencional en suelo) y la mejor calidad de los productos obtenidos (lo que significa mejor mercado y precio de venta). Ello es

debido a que se puede tener un balance ideal entre el oxígeno para la respiración de la raíz, el agua y los nutrientes; a la ausencia total de malas hierbas; al mayor control que se tiene sobre plagas y enfermedades; al mantenimiento del pH dentro de límites óptimo y a que se permite una mayor densidad de población (Sánchez y Escalante, 1989).

Otras ventajas que varios autores (Sholto, 1976; Sánchez y Escalante, 1989; FAO, 1990; Resh, 1992) , subrayan son: se puede producir donde el suelo es limitante para la agricultura normal (ya que se prescinde de él); se logra un sustancial ahorro de agua y fertilizantes, hay la oportunidad de usar aguas duras y/o relativamente salinas; no se produce contaminación (ni de agua, ni de aire ni de suelo), pues se trata de sistemas pequeños y cerrados por lo que es posible y conveniente su uso cerca de núcleos urbanos con un mercado importante.

En relación a los invernaderos, cabe destacar que no se pretende la instalación de invernaderos sofisticados y caros al estilo de los que hayan países nórdicos. Afortunadamente las condiciones ambientales de luz y temperatura son mucho menos drásticas en nuestro país y sólo se hace necesario la presencia de invernaderos más económicos y sencillos pero bien diseñados para contrarrestar los efectos de las heladas y las bajas temperaturas. Sin perder su sencillez y economía, los invernaderos pueden cumplir con otras funciones muy importantes:

a) Controlar inundaciones, excesos de lluvia y granizo en el área de cultivo reflejándose en menos enfermedades y mejor calidad de los productos.

b) Contrarrestar los efectos negativos de vientos fuertes (mallas en los huecos de ventilación).

c) Controlar de la intensidad luminosa excesiva

d) Hacer una barrera física contra la entrada de insectos plagas y/o transmisores de enfermedades (mallas en los huecos de ventilación).

e) Producir (sobre todo con sustratos hidropónicos) mucho más altos rendimientos y calidad de productos de alto valor en el mercado, programando las fechas de cosecha para cuando los precios son mayores. (Serrano, 1979, Sánchez., *et al.*, 1986).

El jitomate es la hortaliza que con mayor frecuencia se cita en la bibliografía referente a los cultivos hidropónicos realizados en todo el mundo y, en la mayoría de los reportes se señalan altos rendimientos (100 a 300 toneladas por hectárea por cosecha). A escala mundial es la hortaliza que más se cultiva bajo invernadero debido a los precios que alcanza en el mercado internacional, sobre todo en ciertas épocas del año, habiendo demanda contínua. Su producción permite la obtención de altos ingresos a los productores, especialmente si las cosechas son comercializadas eficientemente y los rendimientos por unidad de superficie son elevados.

Villareal (1982), explica que la importancia potencial que tiene el jitomate como opción de producción para los países tropicales (entre ellos México) es muy grande ya que su cultivo genera grandes ventajas:

a) Proporciona una buena cantidad de empleo en el campo, pues requiere de mucha mano de obra desde la siembra hasta el empaque.

b) Estimula también el empleo urbano (venta de fertilizantes, semilla, equipos, etc.).

c) Puede generar, como ya de hecho lo hace , importantes cantidades de divisas derivadas de su exportación.

d) Genera importantes ingresos a los productores aún desde superficies muy pequeñas.

e) Se puede industrializar como jugo, salsa, puré, conserva, pasta, etc.

El jitomate es la principal hortaliza que se cultiva en México ya que es la que más superficie de cultivo ocupa, la más importante por su volumen en el mercado nacional y la que más

divisas genera por su exportación. Se cultiva principalmente en los estados de Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí y Baja California. En 1993 se sembraron 83,300 hectáreas y la producción alcanzó la cifra de 2,070,600 toneladas (SARH, 1993).

El sistema de producción de jitomate en invernadero que se practica en Europa Norteamérica consiste en el uso de variedades indeterminadas con frutos de tipo esférico (bola); las plantas son sembradas en suelo mejorado o en sustratos hidropónicos a densidades que van de 2 a 3 por m^2 (20,000 a 30,000 por hectárea) y se dejan crecer de 2 a 4 m de altura, cosechándose de 8 a 15 racimos por planta en un sólo ciclo de cultivo por año. El rendimiento global es de 150 a 300 toneladas por hectárea por año. Los problemas fitosanitarios, por lo extenso del ciclo, son muy importantes y determinantes en el rendimiento final del cultivo (Wittwer y Honma, 1979; Picken, 1984; Van de Vooren et al., 1986; FAO, 1990; Resh, 1992).

En 1986 se inició en el Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo una línea de investigación titulada "Producción superintensiva de jitomate en hidroponia bajo condiciones de invernadero rústico" con la finalidad de generar una tecnología que permitiera producir, al menos, cuatro ciclos de cultivo por año en forma redituable, de tal manera que fuera susceptible de ser aprendido y llevado a la práctica por productores del país. La idea central es que de una superficie pequeña (desde unos 500 m^2) con este sistema, el productor pueda generar un ingreso lo suficientemente elevado para cubrir las necesidades básicas de su familia. Considerando la aplicación de este paquete a una escala mayor, pretende la ocupación de mano de obra y la posibilidad de generar divisas para el país mediante la exportación (Sánchez *et al.*, 1991).

A partir de varios trabajos de investigación (Cancino *et al.*, 1990; Sánchez y Corona, 1991; Sánchez *et al.*, 1991) y algunas experiencias a escala comercial con productores, se ha validado un nuevo sistema o "paquete tecnológico" de producción de jitomate en hidroponia que reune características de altos rendimientos y calidad, con menos problemas fitosanitarios que los sistemas convencionales de producción en invernadero, que resulta factible desde el punto de vista técnico y redituable económicamente, a partir de pequeñas superficies.

Aprovechando la flexibilidad del cultivo de jitomate el manejo se realiza de manera muy diferente al convencional en invernadero. Consiste en despuntar (eliminar la yema terminal) para dejar sólo uno o dos racimos por planta; además se eliminan, por medio de podas, todos los brotes laterales que emita la planta antes, durante o después del despunte y así conducir muy altas densidades de población (hasta 24 plantas/m^2 de superficie, en vez de las 2 a 3 plantas/m^2 que se utilizan en los sistemas convencionales). Los trasplantes se realizan hasta los 45 a 60 días después de la siembra (dds) en el almácigo, con el objeto de acortar el período desde el trasplante hasta la cosecha y obtener la posibilidad de más ciclos de cultivo por año y por tanto, de una alta productividad anual (McAvoy *et al.*, 1989; Cancino *et al.*, 1990 , Sánchez y Corona 1991).

Bajo este esquema de cultivo se llega al final de la cosecha en menos tiempo (70 a 90 días despúes del trasplante contra 210 días o más en los sistemas comúnmente usados bajo inverdadero), pues sólo hay que esperar la maduración de uno o dos racimos por planta y no de ocho o más, como se acostumbra en los sistemas convencionales, por lo que es posible en vez de un ciclo por año lograr 4 ó más. Con la alta densidad se logra un número similar de racimos/m^2/ciclo y se mantiene un elevado rendimiento por unidad de superficie y en consecuencia es factible una alta redituabilidad pues se triplica o cuadriplica la productividad anual.

Otras ventajas de este sistema son las siguientes:

a) Concentrar las producciones para fechas de mayor demanda y mejores precios para el productor.

b) El manejo de reducir el ciclo (70 a 90 dìas) comparado con los sistemas convencionales(150 a 210 días) da la posibilidad de escapar a enfermedades virosas, fungosas o bacterianas o de disminuir notablemente los daños económicos producidos por ellas.

c) En el caso del manejo a un racimo por planta es posible la eliminación del tutoreo, lo que disminuye considerablemente los costos de instalación y operación (sobre todo si se asocia con acolchados).

d) Escapar a heladas, bajas temperaturas u otros fenómenos meteorológicos cuando se cultiva bajo inverdadero sin calefacción o a cielo abierto .

En el desarrollo del paquete tecnológico mencionado se ha trabajado en el manejo de los semilleros para lograr trasplantes de más edad (50 a 60 días) sin efectos negativos en el posterior rendimiento y calidad de fruto. La meta del paquete es la realización del trasplante a los 60 días de edad. La idea es que entre más tiempo se pueda retener a la planta en semillero, menor tiempo estarán las plantas en el área de producción y consecuentemente se podrán obtener más ciclos por año.

En vez de charolas se ha diseñado un semillero con tubos, vasos o macetas de un litro de capacidad a fin de establecer una densidad de 100 plantas/m^2. Uno de los objetivos es garantizar que la raíz tenga el suficiente espacio para crecer y proporcionar eficientemente el agua y los nutrientes demandados por la parte aérea, sobre todo en los 10 a 20 días previos al trasplante. El otro objetivo es el de dar el suficiente espacio entre plantas para evitar que ocurra tempranamente la competencia por luz (sombreamiento) que conduce a una rápida elongación y debilitamiento general de las mismas.

Los resultados experimentales y las experiencias a escala comercial han mostrado que el crecimiento de las plántulas es semillero es acelerado por la temperatura. Ello ha obligado a realizar los trasplantes más temprano (45 a 50 dds) reduciéndose el potencial de ciclos por año., Por ejemplo, si se lograra, en cualquier época del año, realizar los trasplantes a los 60 dds, sería posible obtener de 5 a 6 ciclos por año de plantas conducidas a un racimo en altas densidades de población. Con trasplantes de 45 días sólo es posible obtener alrededor de 4 a 4.8 ciclos por año. Esto significa una producción potencial anual de 100 a 150 ton/ha/año extra de lograr lo planteado en el primer caso.

Por ello en el presente trabajo se estudiaron diferentes tratamientos para detener o disminuir el crecimiento de las plántulas, sobre todo de los 30 a los 60 dds y antes del trasplante.

Por un lado se evaluó el efecto que Papadakis (1980) señala como antiauxínico de la luz fluorescente. Esto se hizo probando dos intensidades durante 4 horas por la noche. Por el otro se estudió el efecto de diferentes dosis de los retardadores de crecimiento (Cycocel y B-9) en presencia o ausencia de la luz fluorescente.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1 Objetivos

2.1.1. Evaluar el efecto de la aplicación de luz flourescente y retardadores de crecimiento sobre la calidad de plántulas para el trasplante a los 60 días de edad.

2.1.2. Estudiar los componentes del rendimiento de plantas trasplantadas a los 60 días de edad, a las que se les aplicaron tratamientos de luz fluorescente y retardadores de crecimiento en semillero.

2.2. Hipótesis

2.2.1. La luz fluorescente, proporcionada durante 4 horas de los 30 a los 60 días después de la siembra, al finalizar la luz del día, modifica varias de las características morfológicas de las plántulas que hacen más fácil el trasplante a los 60 días de edad.

2.2.2. Una mayor intensidad de luz fluorescente suplementaria afecta, en mayor magnitud, las características morfológicas de las plántulas que faciliten el trasplante a los 60 días de edad.

2.2.3. Los componentes de rendimiento de plantas que reciben tratamientos de luz fluorescente y que son trasplantadas a los 60 días después de la siembra, varían en función de la intensidad de luz flourescente suplementaria a que fueron sometidas de los 30 a los 60 días de edad.

2.2.4. La aplicación de retardadores a los 30 días después de la siembra modifica varias de las características morfológicas de las plántulas que hacen más fácil el trasplante a los 60 días de edad.

2.2.5. Los componentes de rendimiento de plantas trasplantadas a los 60 días después de la siembra varían en función de si se aplican o no retardadores de crecimiento a los 30 días después de la siembra.

2.2.6. La magnitud con que son afectadas las características morfológicas de plántulas de 60 días de edad y los componentes de rendimiento depende del retardador aplicado.

2.2.7. La magnitud con que son afectadas las características morfológicas de plántulas de 60 días de edad y los componentes de rendimiento depende de la dósis aplicada de cada retardador.

2.2.8. El efecto combinado de luz fluorescente suplementaria de los 30 a los 60 días después de la siembra más la aplicación de un retardador a los 30 días después de la siembra sobre las características morfológicas de las plántulas al momento del trasplante, es mayor que el efecto de cada tratamiento aplicado por separado.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Aspectos generales

3.1.1. Jitomate

El jitomate es la hortaliza que más se cultiva y se consume en el planeta. Según Rodríguez *et al.*, (1984), España consume 31.8 kg/habitante por año, y Estados Unidos 25.5 kg, existiendo un importante mercado para la exportación, sobre todo en este último país y Canadá, dispuestos a pagar muy buenos precios a cambio de calidad y sanidad; condiciones ambas que se pueden satisfacer más fácilmente con el cultivo hidropónico. También es la hortaliza que más se cultiva bajo invernadero debido a los precios que alcanza, sobre todo en ciertas épocas del año, habiendo demanda contínua.

El jitomate es la principal hortaliza que se cultiva en México ya que es la que más superficie de cultivo ocupa, la más importante por su volumen en el mercado nacional y la que más divisas genera por su exportación. Se cultiva principalmente en los estados de Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí y Baja California. En 1993 se sembraron 83,300 hectáreas y la producción alcanzó la cifra de 2,070,600 toneladas (SARH, 1993).

3.1.1.1. Descripción taxónomica

La clasificación taxonómica del jitomate de acuerdo con Valadez, (1989), es la siguiente:

FAMILIA	*Solanaceae*
GENERO	*Lycopersicon*
ESPECIE	*Lycopersicon esculentum*
NOMBRE COMUN	*Jitomate o tomate*
VARIEDAD COMMUNE:	*Tomate común*
VARIEDAD GRANDIFOLIUM	*Tomate hoja de papa*
VARIEDAD VALIDIUM	*Tomate arbusto o erecto*
VARIEDAD CERASIFORME	*Tomate Cherry*
VARIEDAD PYRIFORME	*Tomate pera*

FRUTOS ROJOS Y AMARILLOS *Eulycopersicon*
a) *Lycopersicon esculentum*
b) *Lycopersicon pinpinellifolium*

FRUTOS VERDES *Eriopersicon*
a) *Lycopersicon peruvianum*
b) *Lycopersicon chilense*
c) *Lycopersicon glandolosum*
d) *Lycopersicon hirsitum*

3.1.1.2. Descripción botánica

El jitomate es una planta que pertenece a la familia de las Solánaceas, denominada científicamente (*Lycopersicon esculentum* Mill. o *Lycopersicon licopersicum* L. Farwell.), es nativa de Sudamérica y su origen se localiza en la región andina que corresponde a la zona de Perú, Chile, Ecuador, Colombia y Bolivia; posteriormente se extendió a América Central y Meridional. Hernández (1993) menciona que actualmente tiene una amplia distribución en el mundo entero, pudiéndose cultivar desde el nivel del mar hasta alturas de 1800 m siendo de clima cálido templado.

3.1.1.3. Características generales

Lycopersicon esculentum contiene cultivares de porte erecto o rastrero, a menudo reducido en cultivo a un sólo tallo, en los tipos primitivos la ramificación es escasa y se presenta especialmente en la parte inferior del tallo. El eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento simpódico y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. En el tallo y rama, de las yemas axilares brotan hojas e inflorescencias, la norma es que entre dos inflorescencias haya generalmente tres hojas. En algunos casos una ramilla florífera se continúa en el ápice y forma hojas. Una norma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gene recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminal , o sea que el crecimiento es determinado y hay un número menor de hojas entre dos inflorescencias. La incorporación de este gene en cultivares avanzados permite obtener plantas

más compactadas y simétricas, lo que facilita las operaciones mecanizadas en el cultivo y la cosecha (León, 1987).

El sistema radical consiste en una raíz principal de la que derivan raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1.5 m. La mayor parte de las raíces está situada en la capa del suelo que se extiende desde 5 cm hasta 60-70 cm de profundidad. El desarrollo de este sistema puede variar dependiendo del método de cultivo que se emplee. La planta de jitomate originada de semilla presenta una raíz principal que crece hasta 25 mm diarios (hasta los 60 cm de longitud) y puede alcanzar una profundidad de hasta 1.8 m (León, 1987; Iñiguez, 1991; Hernández, 1993).

El tallo de jitomate es herbáceo, aunque tiende a lignificarse en las plantas viejas. En la base mide aproximadamente 4 cm de diámetro. En corte transversal aparece más o menos circular, con ángulos o esquinas, en las ramas jóvenes es triangular, la epidermis se forma de una capa de células, de las que brotan gran número de tricomas largos globulares y no globulares. Debajo hay una zona de colénquima, de dos a cinco células de espesor, la cual es más gruesa en las esquinas y constituye el mayor sostén del tallo, sigue luego la región cortical, con cinco a diez capas de parénquima de células grandes con muchos espacios intercelulares. Finalmente, el cilindro vascular se compone, de afuera hacia adentro, de floema, en bandas aisladas o unidas por conexiones delgadas, y xilema que forma un tejido continuo. La médula que ocupa gran parte del tallo, tiene hacia la parte externa cordones aislados de fibras del periciclo interior. El tallo del jitomate ramifica con profusión las ramificaciones se forman en los senos de las hojas y se denominan "hijos" (León, 1987 citado por Rodríguez, 1995).

Las hojas son compuestas suaves y carnosas, de tamaño variable según el cultivar la posición y las condiciones ambientales, las dos primeras hojas son simples, posteriormente aparecen las compuestas fraccionadas de 7 a 9 foliolos lobulados o dentados, color verde intenso en el haz y verde claro en el envés; estando recubiertas por tricomas glándulares al igual que el tallo, insertadas sobre los diversos nudos, en forma alterna, su longitud varía de 10 a 50 cm; entre los foliolos se intercalan de 4 a 6 foliolillos. Debajo de la epidermis superior hay sólo una capa de

células en empalizada y luego numerosos estratos de parénquima esponjoso, con abundantes especios aéreos (Maroto, 1986; León, 1987; Castro, 1992 y Hernández ,1993).

La forma de las hojas del jitomate es muy variable y depende en gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en pares de segmentos o foliolos de diferente tamaño, cuyo número varia de dos a doce; con frecuencia entre dos pares de foliolos grandes hay de uno a tres pares más pequeñas, y en todos ellos los bordes son muy recortados. En las variedades determinadas, el primer racimo se forma después de 6-7 hojas, y en las indeterminadas aparece después de 7-10 hojas. En variedades indeterminadas los racimos están separados frecuentemente por tres hojas y en las determinadas a través de una o dos hojas.

Según Adams (1982), la diferenciación celular es un producto de la activación diferencial de genes como respuesta a cambios progresivos en el ambiente celular y a ciertos agentes endogénos, como las hormonas vegetales que actúan como mensajeras de ciertos cambios en lugares lejanos. Así, la transformación de la yema vegetativa en una estructura floral requiere de lo que él llama un "estímulo floral" que puede ser la duración de los períodos lumínosos y/o la temperatura en plantas con fotoperiodismo, o bien simplemente cambios en otras condiciones ambientales, y concluye señalando que es posible que la acción inicial del estímulo floral sea activar un sistema particular de genes que dirijan la transformación. La inflorescencia del jitomate se forma terminalmente en el tallo, y la iniciación floral es precedida por el alargamiento y achatamiento del ápice. La primera flor formada se origina directamente del ápice y un punto de crecimiento lateral que surge debajo de ella se diferencia como la segunda flor. Una sucesión basípeta de flores es derivada de puntos laterales de crecimiento de la misma manera hasta que la inflorescencia se completa. Durante el desarrollo de las flores laterales, sus regiones basales se van alineando para formar el eje principal de la inflorescencia de donde derivan los pedicelos de las flores individuales (Hussey, 1963). El crecimiento vegetativo es continuado por un segundo domo que es axilar a la última hoja iniciada, la primera inflorescencia es empujada hacia arriba y parece brotar de un entrenudo; de este domo surgen nuevos primordios de hojas (generalmente 2 ó 3) antes que una diferenciación similar conduzca a la formación de la segunda inflorescencia. El crecimiento de la planta continua como una sucesión de brotes laterales o crecimiento simpódico

en el que además, la hoja que se encuentra inmediatamente arriba de la primera inflorescencia es iniciada antes que ésta (Calvert, 1973); Shishido, 1991; Dieleman y Heuvelink, 1992).

El primer racimo de flores aparece generalmente después de las 5 ó 6 hojas (hábito determinado) y de 7 a 10 hojas (hábito indeterminado), en una inflorescencia tipo cimosa, el jitomate es una planta que presenta flores en forma de racimos simples o ramificados (llamadas corimbos o cimas racimosas), las flores de jitomate son hermafroditas, autocompatibles, hipogíneas que aparecen unidas al eje principal (pedúnculo corto) o a las ramificaciones secundarias, originándose en las axilas de las hojas. Cada flor se compone de una corola de seis pétados de color amarillo y el cáliz verde y persistente se forma de un disco corto terminado en 5-10 sépalos agudos, verdes, muy pubescentes los que se unen entre sí, el androceo tiene cinco o más estambres, filamentos adheridos a la corola con anteras en forma de tubo. El pistilo está constituido de un ovario súpero con dos a treinta carpelos y con estigma corto de tal manera que; las anteras por ser alargadas envuelven al estigma y estilo, las flores a su madurez miden aproximadamente 2 cm de diámetro, tienen pedicelos de 1 a 2 cm de largo, con articulación engrosada en la parte media que corresponde a la zona de abscisión (Garza, 1984; Picken et al., 1986; Maroto, 1986; León, 1987).

Dependiendo del genotipo, pero sobre todo del ambiente, en la mayoría de los cultivares comerciales puede ocurrir el ramificado del eje principal de la inflorescencia, de tal manera que se forma una inflorescencia compuesta (Picken et al., 1986), según Lewis (1953) y Calvert (1973) una inflorescencia compuesta con dos ejes principales puede producir aproximadamente el doble de flores que una simple.

En una inflorescencia simple se puede presentar distintos estados de desarrollo reproductivo, las flores no se abren simultáneamente, de modo que siempre hay botones, flores y frutos en la misma ramilla (Picken *et al.*, 1986) aunque según Serrano (1978) lo usual es que el tiempo que transcurre desde que se fecunda la primera hasta que se fecunda la última flor de una misma inflorescencia es de 6 días. La antesis ocurre por lo común en las mañanas, 24 horas después se inicia la salida del polen. Esto aparece en el lado interno de las anteras y, por la

posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas,. La autopolinización es la norma en los jitomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un 5% aproximadante (León, 1987).

El fruto es una baya carnosa lisa o surcada de color rojo (rosa o amarillo en algunos cultivares) en la parte interior está compuesta por lóculos (desde dos hasta multilocular) constituido por una pulpa gelatinosa que envuelve a la semilla, la forma que puede presentar el fruto es variada: esférica oblonga, cuadrada, periforme, cilíndrica o acorazonada. Su tamaño es variable y su peso varía de 15 g en los cultivares tipo cereza hasta 450 g en los tipo 'Beefsteak' (Guenkov, 1974; Folquer, 1976; Maroto, 1986).

El número de celdas en los frutos de los jitomates silvestres es de dos. En los cultivares comerciales seleccionados por el mayor número de tabiques y el grosor, es normal encontrar de 5 a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosada por la cutícula. Es frecuente la presencia de los pelos o glándulas que desnparecen conforme madura el fruto. Debajo hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forman una cáscara fina y resistente. En ella hay pigmentos amarillos o rojos, según la variedad. El resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos o amarillos, que aparecen como cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares. Los tejidos de la planta sobre las que están las semillas contienen una mayor cantidad de haces, lo que les da un color más claro. Las capas de células que rodean a las semillas se disuelven en la madurez, formando una masa gelatinosa rica en granos de almidón (León, 1987).

La calidad de frutos de jitomate está determinada por el tamaño y aspecto externo, ya que son mejor aceptados los frutos medianos o grandes que no tienen agrietamientos, quemaduras de sol y con buena coloración externa e interna (Hernández, 1993).

Castro (1992) y Hernández (1993) mencionan que existen normas oficiales mexicanas (NOM-FF-31), específicas para determinar la calidad del jitomate en estado fresco. Estas fueron

establecidas por al Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) a través de la Dirección General de Normas y conjuntamente con productores comerciantes activos.

El tamaño está determinado por el diámetro ecuatorial del fruto, estableciéndose cuatro niveles de clasificación; México Extra (Mayor de 73 mm); México I (72 mm-58 mm) México II (57 mm-48 mm); y no clasificado (menor de 48 mm). En cuanto a coloración se consideran verdes, cuando la superficie del producto presenta esta coloración en un 90% o más; rayado cuando se tienen diversos tonos de rojo hasta un 40 %; color rosa o rojo no más del 90% de color rojo y propiamente rojo cuando se presenta esta coloración en un 90% o más (Hernández, 1993).

Las semillas son de color gris de forma ovalada aplastada de 3 a 5 mm de diámetro ligeramente alargadas al lado del hilo y la superficie está cubierta de vellocidades y de pequeñas escamas. El poder germinativo de las semillas se mantiene hasta 5 ó 6 años bajo condiciones favorables de conservación. El embrión ocupa la mayor parte y se encuentra arrollado cerca de la superficie (Guenkov, 1974; León, 1987 y Castro, 1992).

La variedad Floradade es muy productora, se adapta muy bien al tutoreado, tiene un hábito de crecimiento semideterminado, produce frutos medianos y redondos de hasta 8 cm de diámetro de color rojo, también tiene mayor consistencia y es resistente al trasplante, fue desarrollada para la producción de fruto fresco para el mercado, esta especialmente bien adaptada para producir en otoño (Peña *et al.*, 1984).

3.1.2 Hidroponia

Sánchez y Escalante (1989), definen a la hidroponia (o cultivos sin suelo) como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se irrigan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en el agua y en el que, en vez de suelo, se utiliza como sustrato un material generalmente inerte y estéril, o simplemente la misma solución nutritiva, con el objeto de

proporcionar las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo vegetal.

Según los mismos autores, la hidroponia como un sistema de producción de flores y hortalizas es ya una realidad a nivel mundial. Existen empresas en países como Holanda, Inglaterra, Alemania, Estados Unidos, Canadá, Japón, Israel, España, Australia, Nueva Zelandia, Sudáfrica, Bahamas, Belice, Puerto Rico, e inclusive en México que obtienen elevadas utilidades económicas de sus unidades. Año con año aparecen numerosas publicaciones sobre este tópico en revistas especializadas. Tan sólo el Horticultural Abstracts reporta más de 200 resúmenes de artículos cada año.

El interés por esta técnica a nivel mundial obedece fundamentalmente a los altos rendimientos que por unidad de superficie se pueden obtener (100 a 1000% más que el cultivo convencional en suelo) y a la mayor calidad de los productos obtenidos (lo que significa mejor mercado y precio de venta): Ello es debido fundamentalmente al logro de un balance ideal entre el oxígeno para la respiración de la raíz, el agua y los nutrientes; a la ausencia total de malas hiebas, al mayor control que se tiene sobre plagas y enfermedades, al mantenimiento del pH dentro de límites óptimos y a que se permite una mayor densidad de población.

Otras ventajas que varios autores (Sholto, 1976; Sánchez y Escalante, 1989, FAO, 1990; Resh, 1992), subrayan son: se puede producir donde el suelo es limitante para la agricultura normal (ya que se prescinde de él); se logra un sustancial ahorro de agua y fertilizantes, hay la oportunidad de usar aguas duras y/o relativamente salinas; no se produce contaminación (ni de agua, ni de aire, ni de suelo), pues se trata de sistemas pequeños y cerrados por lo que es posible y conveniente su uso cerca de núcleos urbanos con un mercado importante.

3.1.3. Jitomate en Hidroponia

El jitomate es la hortaliza que con más frecuencia se cita en la bibliografía referente a los cultivos hidropónicos realizados en todo el mundo, en la mayoría de los casos (Cuadro 1) se

señalan más altos rendimientos en promedio (100-400 ton/ha por año) y más calidad cuando se les compara con los sistemas convencionales de cultivo (20-30 ton/ha por cosecha y con mucho más riesgo). Esto constituye un atractivo comercial para agricultores con poca extensión de terreno, con poca agua o con serias limitantes de suelo.

CUADRO 3. 1. RENDIMIENTO PROMEDIO DE JITOMATE POR PLANTA (Kg)

PRODUCIDO POR	RENDIMIENTO EN HIDROPONIA	RENDIMIENTO EN SUELO	VARIEDAD
Dr. Gericke: Universidad de california	14.10 12.40		Suttons' Majestic
Iwosc; Research and Demonstration Unit	10.80	4.20	Market King Messina
Hidroponic Research (East African experiments 1961-63)	8.20 11.00	3.60 4.50	Varios híbridos
F. Hicks; Lymigten, Hants	8.60		Ailsa Craig
Jealott's Hill Research Station	7.40		Stoner's
New Jersey Agricultural Experiment Station	9.10		Marglobe
Hidroponic Research (est Bengal)	11.10	3.90	Sutton's Best of all
Hydroponic Research (U.K. Office)	13.70		Sunrise
Glenhazel Research Station (Boksburg, Transvaal	10.20		Marglobe

Fuente: Sholto (1976).

3.1.4. Invernaderos

Toda vez que se ha tenido cierto control de los factores genéticos y edáficos, en cualquier técnica de producción agrícola, se hace necesario la utilización de métodos, que permitan algún tipo de manejo de los factores ambientales, sobre todo si se trata de cultivos con un alto valor en el mercado, de los que se debe asegurar su cosecha, en cuanto a calidad y cantidad.

Espinosa *et al.*, (1989) definen a un invernadero como una instalación que cuenta con paredes y techumbre cubiertas con materiales translúcidos, dentro de la cual se suministran de manera racional, todos los factores que intervienen en el desarrollo de las plantas (luz, agua, nutrientes, etc.), y que cuenta además con la posibilidad de regulación climática, tanto en calefacción como en enfriamiento o ventilación, proporcionándoles, las condiciones idóneas para el logro de resultados económicos favorables, su finalidad es proteger al cultivo de plagas y enfermedades, así como de fenómenos meteorológicos, mejorando su rendimiento y calidad en el menor tiempo y espacio posibles.

En lo referente a la importancia de estas instalaciones. Sttupy, (citado por Carrión , 1980) señala que ésta radica principalmente en el posible control de los factores ambientales, por medio de los equipos de calefacción, enfriamiento, iluminación y sistemas que incrementan el anhídrido carbónico (CO_2) atmosférico, a lo que FIRA (1981) suma la protección que da el cultivo contra plagas y enfermedades; originando de esta conjunción, el que se puedan cultivar flores, hortalizas y otros cultivos, en temporadas en que las condiciones climatológicas de un lugar dado, resultan insuficientes para el logro de un cultivo, o de una calidad suficiente del mismo para hacerlo redituable.

Sánchez *et al.*, (1986) mencionan que la instalación de un invernadero se encuentra plenamente justificado por los aspectos que se analizan a continuación:

a) *Control de heladas y bajas temperaturas.*- El invernadero es un refugio establecido esencialmente para proteger a las plantas en las épocas del año en que las temperaturas son

más bajas o se presentan heladas, para ello, estas instalaciones pueden contar con equipos de calefacción para darle al cultivo temperaturas óptimas para su desarrollo.

b) *Control de vientos fríos e intensos.*- Estas estructuras presentan armazones, soportes y materiales de recubrimiento, así como una orientación, adecuada para proteger y aislar el ambiente interior, de los vientos fríos e intensos.

c) *Control de excesos de humedad.*- Al utilizar cubiertas impermeables y diseños que eliminan inmediatamente el exceso de agua, ocasionados por las altas precipitaciones, se contribuye al eficiente control de la humedad.

d) *Control de plagas.*- Estas instalaciones sirve como barreras físicas para las plagas, reduciéndose significativamente la incidencia de éstas, quedando la responsabilidad de la aparición y ataque de ellas, al cuidado en el tránsito hacia el invernadero.

e) *Cierto control de enfermedades.*- Al tener un control en el exceso de humedad y en la incidencia de plagas, se contribuye a tener una cierta disminución en la aparición de enfermedades en los cultivos.

f) *Ampliación de la frontera agrícola.*- Con el manejo que se tiene de los factores ambientales, así como la disminución en la incidencia de plangas y enfermedades, se presenta la posibilidad de ampliar los límites técnicos y económicos de la agricultura de la zona donde se instalen los invernaderos. De este modo, regiones con problemas de heladas, vientos, humedad en exceso, o de factores bióticos adversos, donde la agricultura se limita a ciertas técnicas y/o cultivos, con los invernaderos se tienen más opciones de producción.

g) *Programación de fechas de cosecha.*- El mismo manejo del ambiente y del cultivo, permite programar la salida del producto al mercado, en las fechas en que se cotice mejor, obteniéndose buenos precios.

h) *Posibilidad de varias cosechas al año.*- Como no se tiene que esperar un ambiente favorable a los cultivos, se puede tener, con una programación adecuada, cosechas todo el año, con lo que se pueden abastecer varios mercados, o uno solo en forma constante.

i) *Mayor seguridad de llegar a la cosecha.*- Con los invernaderos se reducen los riesgos de siniestros ambientales o de plagas y enfermedades, que impedirían en algún momento el logro de la cosecha.

j) *Aumento en rendimiento, calidad y precocidad.*- La suma de todos los factores anteriores da como resultado, un incremento en la cantidad y calidad del producto, y en menor tiempo lo que reditua mayores beneficios económicos.

k) *Utilización efectiva de pequeñas superficies.*- Contando con un aprovechamiento intensivo de la superficie, se tienen amplios márgenes de utilidad, es decir, se pueden hacer productivas, técnica y económicamente, pequeñas superficies, tan comunes en México.

3.1.5. Jitomate en invernadero y métodos de producción contínua

El jitomate es un cultivo que presenta susceptibilidad a las heladas, que limitan su producción en zonas templadas (como las de una buena parte del país), a tal grado que se hace necesaria la presencia de un invernadero, que aunque sea muy sencillo, permita controlar en buena medida aquellos factores ambientales que más limitan el desarrollo de esta hortaliza.

Sánchez *et al.*, (1986) subrayan que no se pretende la instalación de invernaderos sofisticados, al estilo de los países desarrollados pues además de que serían muy caros, se debe tomar en cuenta que las condiciones climáticas del país son menos drásticas, sobre todo en lo que a bajas temperaturas se refiere. Se propone el uso de invernaderos rústicos y relativamente baratos (para permitir la rentabilidad), diseñados de acuerdo a las condiciones climatológicas de cada región y a los factoress limitantes del cultivo.

Wittwer y Honma (1979), describen ampliamente las prácticas culturales modernas así como varios métodos de cultivo (incluyendo la hidroponia) para el jitomate bajo condiciones de invernadero. Destacan también las ventajas del clima de México para la producción de jitomate para la exportación a los Estados Unidos subrayando el bajo costo de la mano de obra.

Varios autores (Sánchez Roman, 1981; Adamson y Mass, 1981; Romero y Díaz, 1982; Sánchez *et al.*, 1991) presentan esquemas para producción contínua de jitomate y otras hortalizas en hidroponia, tanto a cielo abierto (para climas tropicales secos) como bajo invernadero. En ellos se involucran técnicas como el trasplantar las plántulas a mayor edad, las imbricaciones de ciclos, el tutoreo y las podas.

Cancino *et al.*, (1990), al evaluar los efectos de 3 niveles de despunte para dejar 1, 2 ó 3 racimos por planta y 2 densidades de población (9 y 16 plantas/m^2) en variedades de jitomate (Tropic y Ace 55 vf), sobre el rendimiento y la precocidad encontraron que la variedad Tropic a una densidad de 16 plantas/m^2 y despunte a 2 racimos por planta fue la que presentó el más alto rendimiento por unidad de superficie, y la mayor productividad potencial por año (17.14 kg/m^2/ cosecha en 114 días después del trasplante, contra sólo 7.81 kg/m^2 en el testigo sin despuntar a una densidad de 3 plantas/m^2) y que la práctica de despunte influyó significativamente sobre la prococidad, pues las plantas dejadas a un racimo terminaron de cosecharse 11 días antes que las dejadas a 2 racimos y 20 días antes que las manejadas a 3, lo que implica la posibilidad de más ciclos por año. La importancia práctica de este trabajo radica en mostrar la posibilidad de obtener varias cosechas al año con altos rendimientos, así como de reducir o evitar los daños causados por enfermedades y fenómenos meteorológicos.

McAvoy *et al.*, (1989) mencionan como ventajas importantes el sistema de despunte para dejar un racimo por planta en altas densidades de población, primero un mayor potencial para controlar y predecir la respuesta del cultivo, y segundo, el potencial de producir cosechas continuas de jitomate, y por supuesto, varios ciclos por año. Destacan que la remoción del meristemo apical antes de la antesis reduce la competencia entre órganos de demanda durante el desarrollo de los frutos favoreciéndo el cuajado y desarrollo posterior de los mismos.

Sánchez y Corona (1991) compararon tres niveles de despunte, cinco densidades de población y cuatro variedades de jitomate con el objetivo principal de deteminar si el despunte para dejar uno o dos racimos por planta en altas densidades (9 a 24 plantas/m²) podrían proporcionar rendimiento y calidad similares al método convencional sin despuntes y densidad normal (3 a 6 plantas/m²). Los mejores rendimientos/m² (más de 15 kg/m²) se obtuvieron con las variedades Hyslip o Floradade a densidades de 16 a 20 plantas/m² dejando dos racimos por planta y también con plantas dejadas con un racimo o densidades de 20 a 24 plantas/m². Los rendimientos logrados fueron superiores y la calidad fue al menos igual al testigo.

Los mismos autores resaltan la productividad potencial de este sistema de producción pues si se realizará un sistema de cultivo contínuo con trasplantes tardíos (60 días) sería posible obtener 4.5 cosechas por año (pues de trasplante a fin de cosecha transcurrieron 81 días), lo que representaría la posibilidad potencial de obtener 76.32 kg/m²/año (763 ton/ha/año).

3.1.6. Luz artificial suplementaria en jitomate

Se han efectuado muchos trabajos para evaluar (generalmente con resultados positivos) el efecto de la luz suplementaria sobre el desarrollo de plántulas antes del trasplante, pero casi todos ellos han sido bajo condiciones de luz natural limitante. Poco se sabe sobre dicho efecto en condiciones de luz natural abundante como en el caso del trabajo de tesis que aquí se presenta.

Boivin *et al.*, (1987) evaluaron el efecto de la uz suplementaria en el CV. Carmello a una intensidad de 100 µmols/m²/seg de radiación fotosintéticamente activa (RFA) durante 17 horas en condiciones de luz natural muy limitante. Manejaron 3 fechas de siembra, donde la luz artificial contribuía con 58, 32 y 19 % de la RFA total. En los 3 casos los tratamientos se prolongaron hasta los 50 dds que fue cuando se realizó el trasplante. El peso seco en las plantas tratadas con luz artificial fue 6.6, 3.5 y 2.5 veces mayor que los testigos en las tres siembras consideradas a los 50 días de edad (o al momento del trasplante). Para ese mismo período el área foliar fue 3, 2.5 y 1.5 veces mayor en las plantas con luz artificial en las 3 siembras consideradas. Similarmente,

Morgan (1986) menciona que la luz suplementaria en condiciones de luz natural limitante incrementa efectivamente el área foliar y la acumulación de materia seca en plántulas de jitomate.

McAvoy *et al.*, (1989) y Giacomelli *et al.*, (1994) , llegaron a la conclusión de que la luz artificial suplementaria en jitomate presenta más ventajas para plantas despuntadas para dejar un racimo por planta, que para los cultivos convencionales a más racimos; la luz suplementaria puede ser utilizada más efectivamente si un plano horizontal se puede llenar rápidamente con follaje (alto índice de área foliar) con el follaje activo a una distancia uniforme de la fuente de luz para proveer una intensidad uniforme.

Masson *et al.*, (1991) recomiendan usar la luz suplementaria en semillero a una intensidad de 100 μmol m^{-2} s^{-1}), combinándola con dosis alta de nitrógeno (400 ppm) y con un balance 2:1:1 de NO_3 :NH_4:Urea. Asi combinados los tratamientos obtiene efectos considerables sobre peso seco de tallo, hoja y raíz.

Mc Cal, (1992) aplicando luz artificial suplementaria en el semillero (con luz natural deficiente) a plántulas de varios cultivares de jitomate a diferentes intensidades (30, 60 y 90 μmol m^{-2} s^{-1}), encontró un incremento en altura de plántula, número de hojas, área foliar, peso seco al momento de trasplante y también que los incrementos en el nivel de luz suplementaria en el estado de plántula aumentaron proporcionalmente el rendimiento total de frutos y su valor comercial. Esto fue debido principalmente a un incremento en el número de frutos cosechados durante la parte temprana del período de cosecha.

Fierro *et al.*, (1994) trabajando con el cultivar Springset evaluaron el efecto de luz suplementaria (100 μmol $m^{-2}s^{-1}$ durante 16 horas diarias) durante 3 semanas antes del trasplante. El tratamiento de luz se inició cuando los cotiledones estaban completamente extendidos. El trasplante se realizó a los 40 días después de la siembra. Ellos encontraron un peso seco de 544 mg $planta^{-1}$ en el tratamiento con luz artificial contra 444 mg en el testigo sin luz al momento del trasplante y el rendimiento total fue de 74.7 ton ha^{-1} en el tratamiento de luz suplementaria contra 68.4 en el testigo.

3.1.7. Retardadores del crecimiento

En los últimos años se han descubierto nuevos tipos de compuestos químicos orgánicos, los retardadores del crecimiento de las plantas que retrasan la división y alargamiento celular en tejidos de brotes regulando de esta forma la altura de las plantas de manera fisiológica, sin provocar malformaciones en las hojas o tallos. Dichos compuestos intensifican también el color verde de las hojas y afectan indirectamente la floración. El crecimiento de las plantas tratadas con retardadores del crecimiento no se suprime por completo. Hasta ahora la mayoría de estos compuestos se producen sintéticamente. Existen los inhibidores (exógenos) que pueden retrasar el crecimiento de las plantas y provocar malformaciones en las hojas, tallos y flores de las plantas tratadas como por ejemplo; la hidracida maléica (MH), que es un innhibidor del crecimiento, pero lo suprime totalmente, sobre todo el de los brotes. Desde 1949, se introdujeron en la agricultura éstos productos orgánicos sintéticos que afectan indirectamente a la floración sin provocar deformaciones y se han demostrado que son valiosos para controlar el tamaño de las plantas. Dichos compuestos retardan la división y alargamiento celular de los brotes, controlando la altura de las plantas, sin causar daños (doblamiento de los tallos) ni deformaciones en las hojas. El desarrollo de las plantas tratadas no se suprime por completo, ni se ven afectados el índice de desarrollo orgánico ni su vigor. Esta ventaja diferencía a los retardadores del crecimiento de los inhibidores sintéticos, que suprimen la división celular en el meristemo apical. Las concentraciones altas de auxinas inhiben también el crecimiento de las plantas, pero producen malformaciones en las hojas, tallos y flores de las plantas (Weaver, 1985).

Wirwille y Mitchell (1950), citado por Weaver, (1985), demostraron que hay una serie de carbamatos cuaternarios de amonio que retrasan el crecimiento del frijol. El compuesto designado Amo-1618 (Cloruro de piperidina carboxilato de 5-hidroxicarbaril trimetilamonio) se encontró como el más activo del grupo.

Tolbert (1960), citado por Duran, (1989), señaló la existencia de otra serie de carbamatos cuaternarios de amonio. A los más activos se les asignó el nombre de cycocel ó CCC (cloruro de

2-cloroetil trimetil amonio) y se encontró que retrasaban el crecimiento de más especies que cualquier otro de los compuestos señalados.

Sachs *et al.*, (1960), (citado por Weaver, 1985), demostraron que el SADH (ácido succínico 2,2-dimetil hidracida), el CCC, el Phosfon-D (cloruro de 2,4 diclorobencil-tributil, fosfonio) y el Amo-1618 retrasan el alargamiento de los tallos, impidiendo la división celular en el meristemo apical.

Diddell *et al.*, (1962), citado por Duran, (1989), demostraron que el ácido succínico y maléico actuan como retardadores del crecimiento en las leguminosas, solanáceas, plantas trepadoras y de ornato. Y que los compuestos designados CO11 (ácido N-dimetilamonio maleámico) y SADH, retrasan el crecimiento de varias especies.

3.1.7.1. El Cycocel y el B-nueve en el jitomate

En relación a los trabajos que se han realizado, con respecto al uso de estos productos, se tiene lo siguiente:

Thomson (1981), citado pro Duran, (1989), señala que el regulador cycocel actúa como retardador al aplicarse en vid (1000, 2000 y 3000 ppm) y se considera como bloqueador en la síntesis de giberelinas.

Kerinv (1981), menciona que en plántulas de tomate cv. Triumph tratadas con cycocel (100 mg en 100 ml de agua/planta), el retardador fue tomado por las raíces y traslocado a las hojas y vástagos y metabolizado en 50 a 60 días después de la aplicación, no detectándose residuos en los frutos maduros.

Milica, *et al.*, (1984), señalan que el cycocel a 500 ó 1000 ppm, B-Nueve a 200 ó 400 ppm redujeron el crecimiento del tallo, estimulando la diferenciación floral, floración y fructificación, aceleraron la maduración, incrementaron la producción y mejoraron la calidad en los cultivares Export 11, Nemarex y Sonato.

Castro, *et al.*, (1982), trataron plantas de tomate en invernadero con cycocel a 1000 ppm, B-9 a 2000 ppm,. ambos antes de la apertura floral y dos semanas después, Fruitone-CPA (3-CPA+cloprop) a 50 ppm después de antesis y Ergostim (ácido tiazolidino-4-carboxilico + ácido fólico) a 0.75 mg/litro en antesis. B-9 redujo el peso y número de frutos e indujo la abcisión floral; Ergostim redujo el peso total y promedio de frutos. El peso total y promedio de frutos tratados con cycocel furon muy similares a las plantas testigo tratadas con agua (26.37 g y 6.27 g respectivamente). Fruitone-CPA incrementó el peso total del fruto (a 27.10 g) y número de frutos por planta.

Garb *et al.*, (1983), mencionan que en las plantas que fueron asperjadas con cycocel o B-9 a 250 - 1000 ppm, 25 y 40 días después del trasplante, la producción fue alta con cada sustancia reguladora aplicada a 250 ppm. El peso de la planta se redujo por cycocel pero se incrementó por B-Nueve, comparados con los testigos no asperjados. El contenido de clorofila y carotenoides se incrementó con ambas sustancias durante el crecimiento comparados con testigos no asperjados. El jugo del fruto, y vitamina C, aumentaron con las de más altas concentraciones. También presentaron datos del contenido total de carbohidratos de la planta.

Castro *et al,* (1983), reportaron que el cycocel a 200 ppm, B-Nueve a 400 ppm, ácido giberélico a 100 ppm, etefon a 200 ppm, ácido indolacético a 100 ppm y kinetina a 500 ppm fueron aplicados al cultivar Miguel Pereira; se elevaron los niveles de nitrógeno, calcio y magnesio en el tallo de las plantas asperjadas con cycocel. Los tratamientos con kinetina, B-9 y etefón causaron un incremento en el nivel de nitrógeno del tallo. Etefon, también incrementó el contenido de calcio del tallo. Los retardadores del crecimiento no alteraron los niveles de macronutrientes en las hojas en relación al testigo.

Appezzato *et al.*, (1982), trataron plantas del cv. Angela con cycocel a 500-1500 ppm y B-9 a 2000-3000 ppm 10 días después del trasplante y en algunos casos el tratamiento fue repetido 9 días después. Todos los tratamientos redujeron el peso de la planta obtenido en relación al testigo pero el cycocel a 1000 ppm aplicado 2 veces dió el mejor resultado en el incremento de la producción.

Asahire *et al.*, (1982), encontraron que las plantas de jitomate Ogata-Fukujo que crecieron (a partir de la fase de dos hojas verdaderas) por 16-25 días a temperaturas mínimas diarias abajo de 10°C, y transferidas a condiciones más cálidas (las plantas fueron asperjadas durante el tratamiento de frío en la etapa de 2.5 a 3 hojas con TIBA (10 ppm), Naptalam a 10 ppm, bendroquinona a 50 ppm, ácido giberélico a 5 y 10 ppm, 2,4-D a 1 ppm, 2,4,5-T a 1 ppm, PCPA (4-CPA) a 10 ppm, cycocel a 100 ppm o B-9 a 1000 ppm) TIBA, NAP y bendroquinona, incrementaron el número de lóculos e indujeron ligeras malformaciones de frutos de jitomate en los tratamientos con TIBA, NAP y Bendroquinina mientras que el PCPA, 2,4-D y 2,4,5-T, redujeron las malformaciones tipo triangular y achatada por disminución del número de lóculos. El ácido giberelico indujo ovario cuarteado y el cycocel y B-9 no redujeron las malformaciones del fruto inducidas por las bajas temperaturas.

Marisiddaiah, *et al.*, (1978), reportan que el B-9 o cycocel ambos aplicados a 1000 y 3000 ppm en 7 diferentes etapas de crecimiento, 4 semanas después de la germinación a 8 semanas del trasplante, provocaron, en todos los tratamientos, reducción del peso por planta pero incrementos en el diámetro del tallo, número de ramas y la producción total. La más alta producción (4.519 kg/planta) fue obtenida de plantas tratadas con B-9 a 3000 ppm 4 semanas después de la germinación. La producción media del testigo fue 3.788 kg por planta.

Campbell (1976), menciona que el etefón y B-9 mejoraron la calidad y uniformidad de trasplantes en plantas podadas y no podadas. Los reguladores fueron efectivos cuando se aplicaron sólos o en combinación con o sin fungicidas. El etefón de 150 a 300 ppm redujo la elongación del tallo, pero estimuló el desarrollo de raíces. El B-nueve a 500 ppm redujo la elongación del tallo y amarillamiento del follaje. La calidad del follaje, raíz y tallo se incrementaron al usar los materiales en combinación. Los tratamientos no afectaron adversamente la producción ni la calidad del fruto.

Bidikina *et al.*, (1980), mencionan que al trasplantar plantas tratadas con cycocel en dosis de 10 a 20 mg/planta se incrementa la resistencia al frío, se retarda el crecimiento del tallo principal, se induce la formación de plantas compactas con buen sistema radical, se adelanta la floración 1-2 semanas y se incrementa el rendimiento total comparado con las plantas testigo.

Salen y Abdul (1980), hicieron ensayos de campo con tomate cv. Supper Marimonde aplicando ácido giberélico 25 y 50 ppm y cycocel de 100 a 200 ppm 3 veces en tres días seguidos a principios de julio. El ácido giberélico estimuló el crecimiento, sin embargo cycocel lo retardó. Ambos redujeron el número de flores por planta pero incrementaron el rendimiento total comparado con el testigo. El mejor resultado se obtuvo con una concentración de cycocel de 200 ppm. Las dos sustancias mejoraron la calidad del fruto.

Kazim y Mehsin (1980), ensayaron en tomate cv. Local con cycocel de 500 a 1000 ppm. Los tratamientos se hicieron un mes después de plantadas y se repitieron cada dos semanas. NaCl, $CaCl_2$ y $MgCl_2$ aplicados juntos con cycocel en 2 y 8 gr por cada .14 kg de sustrato, provocaron un decremento significativo en el crecimiento mismo que fue proporcional al aumento del cycocel y de la concentración de sales. La salinidad disminuyó significativamente el rendimiento mientras que cycocel lo incrementó. Los tratamientos combinados modificaron ligeramente los efectos adversos de la salinidad sobre el rendimiento.

Emmerkh y Gordeeva (1982), reportan que en aplicaciones al suelo de cycocel en (0.05 a 0.1 %) o aspersiones a las plántulas del semillero a concentraciones de 0.1-0.2% incrementan el rendimiento de total del jitomate en un 16.5-25.2% y adelantan la cosecha en un 33 a 127%. Los tratamientos mejoraron el trasplante e incrementaron el número de flores y el contenido de clorofila en las hojas.

Borkowsk (1981), en ensayos durante 3 años en tomate cv Eurocross BB, aplicó Ca a 0.16 kg/m^3 y cycocel a 1000 mg/lt al sustrato; aplicó 100 ml/maceta 1, 2 y 3 veces. El ensayo empezó cuando las plantas tenian 6 cm de altura y se aplicó cada dos semanas. Las plantas con los tratamientos de Ca a 0.6 kg/m^3 se vieron reducidas en altura en un 59 % y disminuyó el rendimiento total, pero el Ca a 0.16 kg/m^3 retardó el efecto del cycocel..

Genchev, *et al.*, (1979). aplicaron cycocel en los cultivares Lucy y Alfonsi x en la etapa de 5-6 hojas. Fueron tres concentraciones (0.025, 0. 05 y 0.1%) y estos tratamientos redujeron la altura de planta, pero no afectaron el número de hojas aunque si aumentaron el número de flores. El rendimiento se incrementó en relación a las condiciones ambientales. El mejor resultado fue obtenido con el tratamiento de 0.05% aplicado 10-12 días antes del trasplante.

Castro (1978), trató plantas de tomate cv Miguel Pereira con cycocel a 2000 ppm B-9 a 4000 ppm, ácido giberélico a 100 ppm, etefón a 200 ppm, ácido indolacético a 100 ppm y kinetina a 500 ppm . El tratamiento con cycocel incrementó apreciablemente el contenido de nitrógeno, calcio y magnesio en el tallo. El B-9ueve y el etefón aumentaron el contenido de nitrógeno del tallo, el etefón también incrementó el contenido de calcio del tallo. Los otros tratamientos no tuvieron efectos significativos. Los reguladores del crecimiento tuvieron pequeño efecto en los niveles de macronutrientes en las hojas.

Masson, 1973, (citado por Larson, 1988), señala que el B-9 también se aplica después de un despunte cuando los brotes laterales alcanzan de 4-5 cm de longitud ya que reduce la división celular y alargamiento de las células en la región justo abajo de la inflorescencia, donde el alargamiento ocurre rápidamente en el momento en que las florecillas se están desarrollando activamente.

Morgan, (1986) encontró que tanto la aplicación de cycocel como de B-9 a plántulas de jitomate reducen la altura de las plántula , el tamaño de fruto y el rendimiento.

Latimer, (1992) trató plántulas del cultivar Floradade de 15 días de edad con aspersiones foliares de Paclobutrazol desde 0 a 90 ppm y de Daminozide (B-9) de 2500 a 5000 ppm. Para el Paclobutrazol encontró reducciones significativas en la longitud de tallo, área foliar y peso seco, mientras que con B-9 tatambien encontró reducción significativa en área foliar y peso seco, pero a 5000 ppm no encontró efecto en longitud de tallo. Concluye que retardadores como el Paclobutrazol o el Uniconazol se muestran como mejores alternativas que el B-9 para producir trasplantes de mejor calidad ya que se requieren dosis mucho menores además de que no son cancerígenos como se ha reportado para el B-9.

Larson (1988), señala algunas ventajas y desventajas al hacer uso de los retardadores de crecimiento de las plantas:

3.1.7.2. Ventajas de los retardadores del crecimiento

a) Reducen la altura de las plantas (entrenudos cortos)

b) Dan buena forma da las plantas

c) Estimulan la presencia de un follaje verde más obscuro

d) Dan una floración más uniforme

e) Inducen más resistencia al stress hídrico y al calor, frío y smog.

f) También con el uso de estas sustancias, parece haber menos alteraciones por el trasplante

g) Permiten al productor más flexibilidad en el crecimiento ya que los retardadores mantienen las plantas más cortas en un rango más amplio de termperaturas, fertilizantes y niveles de luz.

h) Generalmente son seguros y fáciles de aplicar, por tanto su eficiencia depende de las concentraciones, forma y época de las aplicaciones.

3.1.7.3. Desventajas de los retardadores del crecimiento

a) No todas las plantas anuales responden a los retardadores del crecimiento

b) Si los retardadores se aplican demasiado tarde, la floración se puede retardar.

c) Más aún, algunos cultivares son más sensibles que otros y la duración de la efectividad varía. Es extremadamente importante que el producto utilice las concentraciones apropiadas o pueden presentarse daños en ciertas especies. Por tanto, debe revisarse la etiqueta para ver los usos registrados y utilizarse de acuerdo a lo recomendado.

d) El uso de los retardadores del crecimiento cuesta dinero, lo cual significa un aumento en los costos de producción.

En forma general, éstos productos actúan como antiauxínicos y bloquean la síntesis de giberelinas (Thomson, 1981), no obstante se indica que el cycocel, reduce la síntesis de citocininas (Nimi, 1979 y Andonovo *et al.*, 1980), citados por Duran, (1989).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en uno de los invernaderos del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo. Las características del invernadero son: estructura metálica tipo túnel; cubierta de polietileno y ventilación lateral con protección de malla mosquitera y dimensiones de 9.0 m de ancho por 30.0 m de largo.

4.2. Establecimiento del experimento

Se utilizó el cultivar Floradade, el cual es de hábito determinado y se caracteriza por un tallo grueso, hojas medianas de color verde oscuro con racimos de 5 a 8 frutos de tamaño mediano a grande.

Las semillas fueron sembradas el 1° de abril de 1993 en vasos de plástico rellenos con arena de tezontle rojo colocando de 2 a 3 semillas por vaso. Desde esa fecha hasta la emergencia se regaron con agua sola, y después diariamente con una solución nutritiva con las concentraciones de elementos que se señalan en el Cuadro 4.1. No se suministraron molibdeno y cloro porque como se requieren en tan bajas concentraciones se consideró que aparecen como impurezas de fertilizantes aplicados. Se efectuó un aclareo a los 15 días después de la siembra para dejar una sola planta por recipiente.

CUADRO 4.1. ELEMENTOS PRESENTES EN LA SOLUCION NUTRITIVA

ELEMENTO	SIMBOLO	CONCENTRACION (ppm)
Nitrógeno	(N)	250
Fósforo	(P)	75
Potasio	(K)	300
Calcio	(Ca)	350
Magnesio	(Mg)	100
Fierro	(Fe)	3
Manganeso	(Mn)	0.5
Boro	(B)	0.7
Cobre	(Cu)	0.05
Zinc	(Zn)	0.05

4.3. Descripción de tratamientos

4.3.1 . Evaluación de calidad de plántulas al trasplante

Se establecieron 21 tratamientos en lo que se consideraron 3 niveles de luz suplementaria, 2 retardores de crecimiento y un testigo sin retardador y 3 dosis para cada retardador, para evaluar la calidad de plántulas de trasplante de 60 días de edad

Los tratamientos de luz suplementaria se aplicaron de los 30 a los 60 días después de la siembra (dds) con lámparas fluorescentes del tipo Slim line de 75 w, luz de día, que se encendian diariamente durante 4 horas (de las 20 a las 24 horas). Los retardadores se aplicaron a los 30 dds y a los 38 dds para los tratamientos que involucraron una segunda aplicación (250 y 250 ppm). En el cuadro 4.2. se especifica cada tratamiento.

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con 7 repeticiones tomando 16 plántulas como unidad experimental.

CUADRO 4.2. TRATAMIENTOS CON LUZ Y RETARDADORES DE CRECIMIENTO

No. DE TRATAMIENTO	DESCRIPCION DE TRATAMIENTO	SIMBOLOGIA
1	Luz cero retardador cero	LOR0
2	Luz cero retardador B-9 250 ppm	LORB1
3	Luz cero retardador B-9 250 y 250 ppm	LORB2
4	Luz cero retardador B-9 500 ppm	LORB3
5	Luz cero retardador ccc 250 ppm	LORC1
6	Luz cero retardador ccc 500 y 250 ppm	LORC2
7	Luz cero retardador ccc 500 ppm	L1RC3
8	Luz uno retardador cero	L1RB0
9	Luz uno retardador B-9 250 ppm	L1RB1
10	Luz uno retardador B-9 250 y 250 ppm	L1RB2
11	Luz uno retardador B-9 500 ppm	L1RB3
12	Luz uno retardador ccc 250 ppm	L1RC1
13	Luz uno retardador ccc 250 y 250 ppm	L1RC2
14	Luz uno retardador ccc 500 ppm	L1RC3
15	Luz dos retardador cero	L2R0
16	Luz dos retardador B-9 250 ppm	L2RB1
17	Luz dos retardador B-9 250 y 250 ppm	L2RB2
18	Luz dos retardador B-9 500 ppm	L2RB3
19	Luz dos retardador ccc 250 ppm	L2RC1
20	Luz dos retardador ccc 250 y 250 ppm	L2RC2
21	Luz dos retardador ccc 500 ppm	L2RC3

4.3.2. Evaluación de los componentes de rendimiento

El experimento se continuó evaluando sólo los tratamientos que recibieron luz suplementaria ya que, como en experiencias anteriores, los testigos sin luz suplementaría, aún recibiendo retardadores, presentaron una fuerte elongación, debilidad y aborción de flores, haciendo impráctico el trasplante, además de que se adolecía de falta de espacio en el invernadero. Se trasplantaron plántulas de 60 días de edad a bolsas de polietileno negro de 37 x 37 cm rellenas con arena de tezontle rojo a una densidad de 12 plantas por m^2. Los 14 tratamientos que se evaluaron fueron los numerados del 8 al 21 en el cuadro 4.2.

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar con 5 repeticiones y 16 plantas por unidad experimental.

Las plantas se despuntaron dos hojas arriba del segundo racimo el día 15 de junio de 1993 (75 dds), también se podaron todos los brotes laterales emitidos por las plantas así como 3 a 4 hojas inferiores. La cosecha se inició a los 110 días después de la siembra terminándose 15 días después.

Se hicieron 2 aplicaciones de Decis® (1 cc/l) contra mosquita blanca; no hubo necesidad de hacer aplicaciones con fungicidas u otros productos.

4.4. Variables de estudio

4.4.1. Area de semillero

Para evaluar la calidad de las plantas en semillero, se registraron datos a los 30 y 60 dds de las siguientes variables: altura de planta, ancho de planta, diámetro de tallo, y ancho de hoja

4.4.2. Area de producción

Para estudiar el efecto de la aplicación de retardadores de crecimiento y niveles de luz sobre los componentes del rendimiento de las plantas trasplantadas a los 60 días de edad se tomaron datos de las variables: número de flores, número de frutos, diámetro de fruto, peso de fruto y rendimiento total.

4.5. Análisis estadístico

Dado que, al iniciar los tratamientos (30 dds) había cierto grado de heterogenidad en el desarrollo de las plantas (altura de planta diámetro de tallo, ancho de hoja, etc.), en vez de tomar directamente las mediciones de las variables como tales al momento del trasplante (60 dds). Para el análisis estadístico se consideró más pertinente el tomar los porcentajes de crecimiento de las distintas estructuras vegetales entre los 30 y 60 días después de la siembra que corresponde a los momentos de inicio de aplicación de tratamientos y al trasplante, respectivamente.

El análisis de los datos se hizo por medio del paquete SAS. Con este se corrieron los análisis de varianza y pruebas de Tukey correspondientes.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Resultados al momento del trasplante

Como se mencionó anteriormente los tratamientos de luz se aplicaron de los 30 a 60 dds, momento en que se realizó el trasplante. Los retardadores se aplicaron a los 30dds, algunos tratamientos involucraron una segunda aplicación 8 días después de la primera. Los datos de las variables morfológicas se tomaron inmediatamente antes de iniciar los tratamientos y al momento del trasplante. Los resultados de este apartado se refieren a lo obtenido hasta el momento del trasplante (60 dds).

5.1.1. Efectos de la luz suplementaria

Se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos para todas las variables consideradas ya sea tomando los datos de las mediciones realizadas a los 60 días después de la siembra o considerando los porcentajes de crecimiento de dichas variables entre los 30 y 60 días después de la siembra. (Ver cuadro 5.1).

CUADRO 5.1. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUMPLEMENTARIA DE LOS 30 A LOS 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G-L	CUADROS MEDIOS			
		AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA (%)
Bloque	6	7301.51	298.15	918.72	2245.65
Tratamiento	20	4691.88**	30.87.88**	7566.91**	5059.72**
Error	92	810.63	332.92	538.67	798.29
C.V.		34.12	41.11	47.55	65.42

** = Altamente significativo $\alpha = 0.01$

Al realizar las pruebas de Tukey (Cuadro 5.2) se nota que las plantas más afectadas en sus parámetros de crecimiento con respecto al testigo son las correspondientes a los tratamientos con luz suplementaria, independientemente del nivel de luz aplicado (3600 ó 7200 luxes), del retardador aplicado o de la dosis de retardador

CUADRO 5.2. PRUEBA DE TUKEY PARA CUATRO CARACTERES DE CRECIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE CON DOS TIPOS Y TRES DOSIS DE RETARDADORES BAJO DOS NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA[1].

TRATAMIENTO	AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA (%)
L0R0	127.14 A	70.14 BDAC	86.86 A	88.29 A
L0RB1	125.57 A	71.86 BAC	90.57 A	89.71 A
L0RB2	106.86 BAC	57.29 EBDAC	98.57 A	70.86 BA
L0RB3	98.43 BAC	51.14 EBDACF	74.71 BA	53.29 BAC
L0RC1	100.29 BAC	70.14 BDAC	96.57 A	69.86 BAC
L0RC2	118.57 BA	75.71 BA	94.00 A	68.43 BAC
L0RC3	119.86 BA	89.86 A	93.00 A	90.43 A
L1R0	48.00 DC	15.20 F	24.20 BC	8.0 C
L1RB1	60.40 BDC	35.00 EDCF	24.60 BC	18.00 BC
L1RB2	34.20 D	21.40 EF	16.20 C	21.60 BC
L1RB3	49.80 DC	20.20 EF	3.80 C	7.80 C
L1RC1	70.00 BDAC	23.60 EF	31.80 BC	20.40 BC
L1RC2	70.80 BDAC	30.00 EDF	10.60 C	24.40 BC
L1RC3	82.80 BDAC	37.80 EBDCF	14.40 C	37.40 BAC
L2R0	48.60 DC	34.20 EF	23.20 C	21.20 BC
L2RB1	62.20 BDC	36.20 EBDCF	17.40 C	15.80 BC
L2RB2	69.00 BDAC	21.60 EF	22.80 C	24.00 BC
L2RB3	62.60 BDC	23.40 EF	19.80 C	21.80 BC
L2RC1	67.00 BDAC	24.60 EF	19.80 C	12.00 BC
L2RC2	68.00 BDAC	30.00 EDF	20.80 C	29.40 BAC
L2RC3	76.80 BDAC	32.40 EDCF	24.20 BC	22.80 BC
D.M.S.	62.97	40.35	51.33	62.49

D.M.S. = Diferencia mínima significativa

Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias significativas con $\alpha = 0.05$

[1] De los 30 a los 60 días después de la siembra

En función de estas observaciones se realizaron análisis estadísticos por niveles de luz (Cuadros 5.3, 5.4 y 5.5) y por factores. (Cuadro 5.6).

CUADRO 5.3. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SIN APLICACION DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA.

F. V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN EL DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN EL ANCHO DE HOJA (%)
BLOQUE	6	2720.60	156.02	698.55	2293.78
TRATAMIENTOS	6	983.70	1103.16	446.70	1381.87
ERROR	36	778.31	631.36	992.44	1310.18
C.V.		24.51	36.18	34.76	47.72

CUADRO 5.4. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADOS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (3600 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA %	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA %	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO %	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA %
Bloque	4	7613.85	106.81	240.61	349.75
Tratamiento	6	1373.36*	344.36*	454.18	517.38
Error	24	398.12	136.14	291.59	325.94
C.V.		33.57	44.58	95.17	91.84

* Significativo $\alpha = 0.05$

CUADRO 5.5. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 Y CYCOCEL SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (7200 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA (%)
Bloque	4	5934.67	329.47	357.71	301.64
Tratamiento	6	375.59	147.39	28.38	159.60
Error	24	428.97	155.85	299.96	648.32
C.V.		31.92	45.42	73.26	121.24

CUADRO 5.6. ANALISIS DE VARIANZA PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y CYCOCEL (PROMEDIO DE 3 DOSIS) SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A L0S 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN EL ANCHO DE HOJA (%)
Bloque	6	3196.44**	168.79	515.28	1416.49
Luz	2	21582.82 **	11893.73 **	29647.36 **	21917.26 **
Retardador	2	311.82	614.52 *	89.35	160.94
Luz * Retardador	4	896.14	195.33	75.00	424.78
Error	36	785.53	188.13	308.22	679.89
C.V.		34.17	31.29	35.74	59.90

** =Altamente significativo α = 0.01, * Significativo α = 0.05

Los análisis de varianza y pruebas de Tukey, tomando como base el promedio de las dosis de retardador aplicado muestran que la presencia de luz artificial suplementaría (en las dos intensidades probadas) redujo de manera altamente significativa el porcentaje de crecimiento de todas las variables consideradas en el intervalo en que se aplicó (30 a 60 dds). Esto independientemente del retardador aplicado o de si se aplicó o no retardador (Ver cuadro 5.7).

CUADRO 5.7. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA (PORCENTAJE DE CRECIMIENTO DE LOS 30 A 60 DDS).

TRATAMIENTO	AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA (%)
Sin luz	116.76 A	69.57 A	89.85 A	78.52 A
3600 luxes	56.73 B	23.80 B	19.40 B	17.06 B
7200 luxes	58.60 B	27.80 B	21.80 B	21.00 B
D.M.S.	23.79	11.64		

D.M.S. = Diferencia mínima significativa
Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias significativas con α = 0.05

En ausencia de luz artificial suplementaria la altura de planta se incrementó en un 117% (de 8.5 a 17.8 cm.) entre los 30 y 60 dds mientras que con luz suplementaria el incremento fue sólo de

57% en el promedio de las dos intensidades (de 8.2 a 13.4 cm). Entonces el efecto de aplicar luz artificial es una reducción de aproximadamente 50% en la tasa de crecimiento en altura, lo que lleva a obtener plántulas al trasplante con un promedio de 4.4 cm menos que las plantas a las que no se les aplicó luz artificial. Dicho de otra manera, la luz artificial suplementaria permite obtener plántulas con un 25% menos de altura a los 60 dds.

De manera similar la luz artificial suplementaria aplicada de los 30 a 60 días inhibió fuertemente el incremento del grosor del tallo en el mismo período (90% de incremento en testigo sin luz contra 20% en el promedio de los dos tratamientos con luz). Esto parece representar un aspecto negativo ya que generalmente se considera como una buena plántula de trasplante a la que presenta un tallo grueso y menos "aguanoso".

El porcentaje de crecimiento de la hoja medido a través de su largo y ancho también disminuyó de manera altamente significativa con la aplicación, de luz suplementaria. En el caso de largo de hoja el porcentaje de creecimiento paso de 63 al 32 %, mientras que para el caso de ancho de hoja el porcentaje pasó de 78 % de crecimiento sin luz a 19 % de incremento con luz. En consecuencia al crecimiento en el largo de las hojas el ancho de la planta también disminuyó su tasa de crecimiento de manera significativa (70 % de crecimiento sin luz adicional, contra 25 % con luz).

El tener un menor largo de hoja se puede considerar positivo ya que se disminuye el efecto de sombreamiento mútuo de las plantas en el semillero (favorece la intención de prolongar el trasplante a los 60 dds). El menor largo de las hojas en las plántulas con luz artificial suplementaria puede ser la causa de que la altura al trasplante en dichas plantas fuera menor que las plantas testigo sin luz artificial. La razón es que una menor tasa de crecimiento en el largo de hoja probablemente retrase la competencia entre plántulas por luz en el semillero, consecuentemente retrase la síntesis de auxinas responsables del aumento en altura de planta.

Estos resultadosconcuerdan con lo señalado por Papadakis (1980) en relación a que la luz fluorescente tiene un efecto retardador sobre el crecimiento, que él atribuye a una disminución en

la síntesis de auxinas en los tejidos sometidos a luz fluorescente. Desde luego probar esta hipótesis no es fácil, pero sería interesante estudiar el mecanismo que causa la inhibición en el crecimiento.

Al respecto, Murakami *et al.*, (1995) mencionan que la relación de flujo fotónico rojo/rojo-lejano de la luz del día va normalmente de 1.1 a 1.2 si la relación rojo/rojo-lejano es mayor de 1.0 especies de plantas (entre ellas plántulas de jitomate) tienden a enanizarse y si es menor de 1.0 las plantas tienden a elongarse.

Los resultados obtenidos en relación a altura de planta, ancho de planta y ancho de hoja concuerdan con lo señalado por Decoteau y Friend (1991) en el sentido de que la luz fluorescente del tipo blanca fría es rica en longitudes de onda de luz roja, que esta luz roja aplicada en plántulas antes del trasplante al final de iluminación natural, produce plántulas más cortas, con menos área foliar que plantas que no reciben dicho tratamiento.

El menor largo de las hojas en las plántulas con luz artificial suplementaria también puede contribuir a que la altura al trasplante en dichas plantas fuera menor que las plantas testigo sin luz artificial. La razón es que una menor tasa de crecimiento en el largo de hoja probablemente retrase la competencia entre plántulas por luz en el semillero, consecuentemente retrase la síntesis de auxinas responsable del aumento en altura de planta

5.1.2. Retardadores y dosis de aplicación

El análisis de varianza tomando como base el promedio de los niveles de luz y de dosis del retardador (Cuadro 5.6) sólo detectó diferencias significativas entre tratamientos para el porcentaje de crecimiento en el ancho de planta entre los 30 y 60 dds. Sin embargo, la prueba Tukey para esa misma variable (Cuadro 5.8) no resultó significtiva aunque si se observa una fuerte tendencia del cycocel a dar un mayor porcentaje de crecimiento en el ancho de planta que el testigo y B-9 (51% contra 40 % y 40, respectivamente).

CUADRO 5.8. PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE SOMETIDAS AL EFECTO DE LOS RETARDADORES DE CRECIMIENTO.

TRATAMIENTO	AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA (%)	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA (%)	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO (%)	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA (%)
Testigo	80.76 A	40.47 A	49.70 A	44.94 A
Cycocel*	86.76 A	50.76 A	51.05 A	45.64 A
B-9*	78.47 A	40.23 A	46.58 A	40.00 A
D.M.S.	23.49	11.49	14.71	21.86

* Promedio de las 3 dosis ensayadas
D.M.S. = Diferencia mínima significativa
Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias significativas

De cualquier manera el efecto de reducción en la tasa de crecimiento del ancho de la planta fue mínimo si se le compara con el efecto que tuvo la luz artificial, a tal grado que dicha reducción no logra influir sobre las tasas de crecimiento en altura de planta.

Aún dentro de cada uno de los niveles de luz suplementaria (0, 1 y 2) , las pruebas de Tukey de los distintos tratamientos de retardadores en sus diferentes dosis indican que no hubo diferencias significativas con respecto al testigo en los porcentajes de crecimiento de los 30 a los 60 días después de la siembra (DDS) para las variables consideradas.. (Cuadro 5.9).

Lo anterior pone en claro que no fue el nivel de luz el responsable de que no hubiera diferencias entre retardadores ni tampoco entre diferentes dosis de aplicación de cada retardador.

La falta del efecto esperado de los retardadores es difícil de argumentar dado que se probaron rangos de concentración bastante amplias. Una posible explicación es que las variables respuesta se midieron 30 días después de la aplicación lo que pudo haber permitido una recuperación en las tasas de crecimiento que haya ocultado las diferencias entre tratamiento. Otra explicación es la que quizá las condiciones de aplicación no hayan sido apropiadas (alta temperatura, falta de dispersante, hora de aplicación, etc.). Aunque personalmente se intentó realizarlo de mejor manera. Las dosis aplicadas se basaron en lo recomendado por algunos autores (Milica, et al., 1984, Duran, 1989), sin embargo algunos otros mencionan dosis más altas; por ello se sugiere explorar más altas concentraciones, varias aplicaciones y otros retardadores.

CUADRO 5.9 PRUEBA DE TUKEY PARA CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS EN PLANTULAS DE JITOMATE PARA 2 TIPOS Y 3 DOSIS DE RETARDADOR BAJO 2 INTENSIDADES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA (DE LOS 30 A 60 DDS).

TRATAMIENTO	AUMENTO EN ALTURA DE PLANTA %	AUMENTO EN ANCHO DE PLANTA %	AUMENTO EN DIAMETRO DE TALLO %	AUMENTO EN ANCHO DE HOJA %
LOR0	127.14 A	76.14 A	86.86 A	88.29 A
LORB1	125.57 A	71.86 A	90.57 A	89.71 A
LORB2	106.86 A	57.29 A	98.57 A	70.86 A
LORB3	98.43 A	51.14 A	74.71 A	53.29 A
LORC1	100.29 A	70.14 A	96.57 A	69.86 A
LORC2	118.57 A	75.71 A	94.00 A	68.43 A
LORC3	119.86 A	89.86 A	93.00 A	90.43 A
D.M.S.	49.54	41.91	52.55	60.38
L1R0	48.00 BA	15.00 A	24.20 A	8.00 A
L1RB1	60.40 BA	35.00 A	24.60 A	18.00 A
L1RB2	34.20 B	21.40 A	16.20 A	21.60 A
L1RB3	49.80 BA	20.20 A	3.80 A	7.80 A
L1RC1	70.00 BA	23.60 A	31.80 A	20.40 A
L1RC2	70.82 BA	30.00 A	10.60 A	24.40 A
L1RC3	82.80 A	37.80 A	14.40 A	37.40 A
D.M.S.	40.52	23.69	34.61	36.66
L2R0	48.60 A	24.20 A	23.20 A	21.20 A
L2RB1	62.20 A	36.20 A	17.40 A	15.80 A
L2RB2	69.00 A	21.60 A	22.80 A	24.00 A
L2RB3	62.60 A	23.40 A	19.80 A	21.80 A
L2RC1	67.00 A	24.60 A	19.80 A	12.00 A
L2RC2	68.00 A	30.00 A	20.80 A	29.40 A
L2RC3	76.80 A	32.40 A	24.00 A	22.80 A
D.M.S.	42.06	25.35	31.46	51.71

L0 = Sin luz; L1 = Luz con una lámpara (3600 lux) y L2 = Luz con dos lámparas (7200 lux)
R0 = Retardador (sin); RB1, RB2 y RB3 (250, 250 y 250, 500 ppm de B-9)
RC1, RC2 y RC3 = (250 y 250, 500 ppm de Cycocel)
D.M.S. = Diferencia mínima significativa
Medias de tratamiento con la misma letra dentro de columnas en cada nivel de luz no presentan diferencias significativas con un $\alpha = 0.05$

Aunque no se hizo una cuantificación se observó que las plántulas que se manejaron sin luz artificial suplementaria a los 60 DDS mostraban color más pálido en las hojas inferiores, entrenudos más largos y una consistencia más "aguanosa" en el tallo (como si tuvieran un menor porcentaje de peso seco en relación a peso fresco). Esto es consistente con resultados experimentales y comerciales que hemos tenido cuando se prolonga el trasplante a los 60 dds.

5.2. Efectos sobre el rendimiento

5.2.1. Efecto del nivel de luz

El análisis de varianza (Cuadro 5.10), permitió detectar diferencias altamente significativas entre los dos niveles de luz para la variable diámetro de fruto, significativas para las variables número de frutos y peso de fruto y no significativas para número de flores y rendimiento total.

CUADRO 5.10. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 2 RETARDADORES (3 DOSIS DE CADA UNO) Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO (Cm)	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (Gr)	RENDIMIENTO (Gr/PLANTA)
Bloque	4	23.06	0.46	3.83	615.09	58277.95
Luz	1	24.80	1.08**	7.76*	1534.48*	10870.38
Retardador	1	6.64	0.13	0.89	192.60	28364.75
Luz (Retard)	1	4.25	0.001	1.01	8.66	3816.25
Dosis(Retard)	6	5.63	0.30	2.83	589.89*	18573.30
Error	66	9.09	0.10	1.62	195.31	14107.56
C.V.		17.08	5.75	18.90	16.15	20.80

** = Altamente significativo $\alpha = 0.001$
* = Significativo $\alpha = 0.05$

En el cuadro 5.11 las pruebas de Tukey muestran que el número de frutos fue estadísticamente mayor para el nivel alto de luz suplementaria mientras que el peso y diámetro de fruto fue estadísticamente mayor para el nivel bajo.

Una explicación probable de este comportamiento es que el nivel alto de luz proporcionó más fotoasimilados al momento inicial del amarre de los frutos (aproximadamente entre los 50 y 60 dds) posibilitando así un mayor porcentaje de "cuajado" que para el nivel bajo de luz suplementaria. Al haber mayor número de frutos por planta y habiéndose suspendido la luz suplementaria a partir de los 60 dds., los fotoasimilados disponibles se repartieron entre más frutos

por lo que el peso y diámetro disminuyeron en relación con las plantas manejadas de los 30 a los 60 dds con el nivel bajo de luz suplementaria que al quedarse con menos frutos dispusieron de más fotoasimilados por fruto lo que les confirió un mayor peso y diámetro.

El rendimiento fue igual en ambos tratamientos, ya que como consecuencia de lo anterior el mayor número de frutos de las plantas manejadas con el nivel alto de luz suplementaria fue compensado por el mayor peso de los frutos provenientes de las plantas del nivel bajo de luz suplementaria. El mayor peso probablemente estuvo correlacionado positivamente con un mayor diámetro.

Aunque no hubo significancia, hubo una tendencia del nivel alto de luz suplementaria a producir más flores que el nivel bajo. No hubo efecto significativo porque a los 30 dds (momento en que se inició el tratamiento con luz) la floración del primer racimo ya estaba inducida en su totalidad, es probable que si los tratamientos de luz se empiezan inmediatamente antes del proceso de la iniciación se tenga un efecto importante sobre el número de flores como lo reportan Calvert (1973), Atherton y Harris (1986) y Charles-Edwards *et al.*, (1986), entre otros.

CUADRO 5.11. PRUEBA TUKEY PARA 5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE TRATADAS CON 2 NIVELES DE LUZ SUPLEMENTARIA Y 2 RETARDADORES DE CRECIMIENTO EN SEMILLERO.

TRATAMIENTO	NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO	NUMERO DE FRUTOS	PESO DE FRUTO	RENDIMIENTO
3600 luxes	17.20 A	5.66 A	6.42 B	90.90 A	582.51 A
7200 luxes	18.20 A	5.42 B	7.04 A	82.14 B	559.20 A
D.M.S.	1.40	0.156	0.589	6.60	57.51
B-9	17.93 A	5.58 A	6.84 A	88.07 A	589.69 A
Cycocel	17.36 A	5.50 A	6.63 A	84.97 A	552.03 A
D.M.S.	1.40	0.156	0.589	6.60	57.51

D.M.S. Diferencia mínima significativa
Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias significativas con $\alpha = 0.05$.

5.2.2. Efectos de retardadores y dosis sobre el rendimiento

El cycocel, en ninguna de las dosis aplicadas y en ninguno de los niveles de luz suplementaria provocó efectos significativos sobre las variables de rendimiento consideradas (ver cuadros 5.12, 5.13 y 514).

CUADRO 5.12. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON CYCOCEL Y SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (3600 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO (Cm)	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (Gr)	RENDIMIENTO (Gr/PLANTA)
Bloque	4	23.40	0.18	2.00	303.98	64863.87
Tratamiento	3	3.40	0.10	0.98	187.01	12037.91
Error	12	8.34	0.07	1.09	115.84	13302.43
C.V.		16.83	4.93	16.32	11.68	19.40

CUADRO 5.13. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON CYCOCEL, Y SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (7200 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO (Cm)	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (Gr)	RENDIMIENTO (Gr/PLANTA)
Bloque	4	24.25	0.16	3.40	394.73	51478.65
Tratamiento	3	2.38	0.05	0.94	106.77	24296.67
Error	12	4.56	0.10	1.19	269.53	11184.23
C.V.		11.41	5.78	15.06	19.53	18.07

CUADRO 5.14. PRUEBA DE TUKEY PARA 5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE CYCOCEL APLICADAS A LOS 30 DDS Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS.

TRATAMIENTO	NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO	RENDIMIENTO
Una lámpara					
Testigo	19.90 A	5.76 A	5.82 A	91.38 A	530.7 A
250 ppm	17.75 A	5.58 A	6.61 A	88.17 A	585.6 A
250 y 250 ppm	16.80 A	5.88 A	6.37 A	100.99 A	645.6 A
500 ppm	16.15 A	5.58 A	6.86 A	87.95 A	616.0 A
D.M.S.	6.29	0.58	2.08	23.0	292.85
Dos lámparas					
Testigo	18.50 A	5.34 A	6.64 A	77.61	512.92 A
250 ppm	17.95 A	5.60 A	7.58 A	87.40	649.86 A
250 y 250 ppm	19.60 A	5.46 A	7.29 A	87.40	639.23 A
500 ppm	18.85 A	5.48 A	7.54 A	83.68	537.73 A
D.M.S.	5.57	0.61	2.39	31.38	263.82

Una lámpara (3600 lux), dos lamparas (7200 lux)
D.M.S. = Diferencia mínima significativa
Medias con la misma letra dentro de columnas no presentan diferencias significativas con $\alpha = 0.05$

Ninguna dosis de B-9 en el nivel 1 de luz mostró efectos significativos para ninguna de las variables consideradas; solamente para el nivel 2 de luz, la dosis de 500 ppm a los 30 dds, de este retardador fue estadísticamente menor al tratamiento de 2 aplicaciones de 250 ppm cada una en la variable peso promedio de fruto. Aunque no significativa tambièn se dió una fuerte tendencia a que la primer dosis mencionada tuviera mayor número de frutos que la segunda (Ver cuadros 5.15, 5.16 y 5.17).

Es probable que la tendencia a un mayor número de frutos de las plantas a las que se les aplicó la dosis de 500 ppm de B-9 se deba a que detuvo más fuertemente el crecimiento vegetativo (que para las dos aplicaciones de 250 ppm) disminuyendo la competencia por fotoasimilados entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo favoreciendo el crecimiento y desarrollo de las flores, lo que finalmente se tradujo en mayor amarre de fruto.

Ahora bien, el tener un mayor número de frutos y con similar disponibilidad de fotoasimilados durante todo el período de crecimiento de fruto, que las plantas a las que se les aplicó la dosis de 250 + 250 ppm, entonces el peso promedio de fruto disminuyó.

CUADRO 5.15. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y SOMETIDAS A BAJA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (3600 LUX) DE LOS 30 A 60 DÌAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO (Cm)	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (Gr)	RENDIMIENTO (Gr/Planta)
Bloque	4	5.10	0.131	0.54	238.03	9276.79
Tratamiento	3	4.69	0.113	3.06	194.08	15119.06
Error	12	4.58	0.11	1.21	173.17	10453.57
C.V.		12.56	6.00	17.13	14.67	17.91

CUADRO 5.16. ANALISIS DE VARIANZA PARA 5 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON B-9 Y SOMETIDAS A ALTA INTENSIDAD LUMINOSA SUPLEMENTARIA (7200 LUX) DE LOS 30 A 60 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS				
		NUMERO DE FLOR (Cm)	DIAMETRO DE FRUTO (Cm)	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO (Gr)	RENDIMIENTO (Gr/ PLANTA)
Bloque	4	20.89	0.17	4.68	177.52	28166
Tratamiento	3	31.11	0.62*	5.20	998.43*	3919.03
Error	12	8.09	0.12	2.00	272.65	6259.00
C.V.		16.08	0.65	20.74	20.57	14.83

* = Significativo $\alpha = 0.05$

CUADRO 5.17. PRUEBA DE TUKEY PARA 5 COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN PLANTAS DE JITOMATE ASPERJADAS CON 3 DOSIS DE B-9 A LOS 30 DDS Y SOMETIDAS A 2 NIVELES DE LUZ ARTIFICIAL SUPLEMENTARIA DE LOS 30 A 60 DDS.

TRATAMIENTO	NUMERO DE FLOR	DIAMETRO DE FRUTO	NUMERO DE FRUTO	PESO DE FRUTO	RENDIMIENTO
Una lámpara					
Testigo	17.90 A	5.76 A	5.82 A	91.38 A	530.66 A
250 ppm	17.65 A	5.50 A	7.57 A	83.43 A	636.72 A
250 y 250 ppm	16.84 A	5.74 A	6.22 A	97.61 A	594.64 A
500 ppm	15.75 A	5.48 A	6.10 A	86.29 A	520.34 A
D.M.S.	3.92	0.62	1.85	24.90	182.38
Dos lámparas					
Testigo	18.50 A	5.34 BA	6.64 A	77.61 BA	512.92 A
250 ppm	15.00 A	5.16 B	6.73 A	73.34 BA	510.75 A
250 y 250 ppm	16.50 A	5.90 A	5.73 A	100.83 A	570.55 A
500 ppm	20.75 A	5.14 B	8.20 A	69.26 B	539.63 A
D.M.S.	6.08	0.67	2.96	28.54	196.02

Una lámpara (3200 lux), dos lámparas (7200 lux)

D.M.S. = Diferencia mínima significativa

Medias de tratamiento con la misma letra dentro de columnas en cada nivel de luz no presentan diferencias significativas con $\alpha = 0.05$

VI. CONCLUSIONES

1. La luz fluorescente suplementaria, aplicada 4 horas diarias de los 30 a 60 dds disminuyó 4.5 cm la altura de plantas y 10 cm el ancho de las mismas a los 60 dds con respecto a las plantas manejadas sin luz suplementaria haciendo más fácil el trasplante a esa edad.

2. La luz fluorescente suplementaria aplicada 4 horas diarias de los 30 a los 60 dd disminuyó el grosor del tallo y el ancho de hoja con respecto a las plantas manejadas sin luz suplementaria a los 60 días de edad.

3. No hubo diferencias en las características morfológicas de las plantas a los 60 dds ni en los componentes de rendimiento al utilizar una baja o una alta intensidad luminosa de luz suplementaria, lo que lleva a rechazar las hipótesis 2.2.2 y 2.2.3.

4. La aplicación de retardadores de crecimiento (B-9 y cycocel) a los 30 dds en dosis de 250 a 500 ppm no tuvieron efecto sobre las características morfológicas ni sobre los componentes de rendimiento con respecto a las plantas a las que no se les aplicó retardador, por lo que no pueden aceptarse las hipótesis 2.2.4, 2.2.5 y 2.2.6.

5. Con luz suplementaria aplicada de los 30 a los 60 dds. es factible lograr plántulas con calidad suficiente para ser trasplantadas con éxito a los 60 días de edad.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CR.

VII. RECOMENDACIONES

1. Probar otros retardadores de crecimiento (Paclobutrazol, Uniconazol, etc.), en rangos más amplios y diferentes formas de aplicación, ya sea solos o en conjunto con luz artificial suplementaria.

2. Probar los retardadores en diferentes edades de plántula particularmente inmediatamente antes y durante el período de inducción de la floración en el primer y segundo racimo a fin de evaluar el efecto sobre el número de flores, factor que podría influir sobre el rendimiento de plantas cultivadas a 1 y 2 racimos.

3. Evaluar la aplicación de luz artificial suplementaria en diferentes edades de plántula inmediatamente, antes y durante el período de inducción de la floración en el primer y segundo racimo a fin de estudiar su efecto en el número de flores.

4. Estudiar el efecto de aplicación de luz artificial suplementaria con diferentes tipos de fuentes y de distribución espectral a fin de lograr un mejor control del crecimiento de plántulas.

5. Medir el efecto sobre las plántulas de extender el período de luz suplementaria tanto en número de horas por noche como del número de noches en que se aplica.

VII. BIBLIOGRAFIA

Adams, M. W., 1982. Plant development and Crop productivity. En Rechcigl, M. (Editor). CRC handbook of agricultural productivity. Vol. 1:151-183.

Adamson, R. M. and E.F. Mass., 1981. Soilless culture of seedless greenhouse and sequence cropping. Publicacion 1725. Minister of Supply and Services of Canadá, Ottawa. Canadá.

Appezzato, B., 1982. El desarrollo y fructificación de tomates bajo el efecto de retardantes del crecimiento aplicados a plántulas. Anais de Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queroiz" 39(2): 1019-1037.

Asahire, T., 1982. Regulation of low temperature-injured malformation of tomato fruit by plant growth regulators. Journal of the Japonese Society for Horticultural Science 50(4): 468-474.

Atherton, J. G. and G.P. Harris., 1986. Flowering. En Atherton, J. G. and J.. Rudich (editores) Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp. 167-200.

Boivin, C., A. Gosselin y M. Trudel., 1987. Effect of suplementary lighting on transplant growth and yield of greenhouse tomato. Hort Science 22(6):1266-1268.

Borkousk, J., 1981. Efecto del Cycocel y diferentes niveles de calcio en el crecimiento y floración de tomates en invernadero. Vassovia, Polonia.

Budykina, N. P., 1980. Efecto de los retardadores de crecimiento sobre la productividad y resistencia al frío en tomates. In fiziol Asperkty From Referatiunyi Zhurnal 108-116.

Calvert, A., 1973. Environmental responses. En the United Kingdom tomato manual. Growers Books. Londres, Inglaterra. pp. 19-34.

Campbell, G. M., 1976. Efecto de Etefón y SADH en la calidad de trasplantes podados y no podados en tomate. Journal of the American Society of Horticultural Science 101(6): 648-651.

Cancino, B. J., F. Sánchez del C. y P. Espinosa R., 1990. Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero. Revista Chapingo, 73-74:26-30.

Carrión, T. L., 1980. El arte de cultivar las flores. Ignacio Vado, México. pp. 104-194.

Castro, P. R. C. , 1978. Efecto de reguladores de crecimiento sobre los niveles de macronutrientes en tomate. Piricicaba, Brasil.

Castro, P. R. C., 1982. Efecto de los reguladores del crecimiento en la producción de tomate. Annais da Escola Superior de Agricultura "Louiz Queroz" 39(1):181-188. Piricicaba, Brasil.

Castro, P. R. C., 1983. Efecto de los reguladores de crecimiento en la nutrición mineral de tomate. Journal of Plant Nutrition. 6(8):717-724.

Castro, B. R., 1992. Respuesta a la aplicación de B-9 y tipo de poda en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), en altas densidades de población bajo invernadero en sistema hidropónico. UACH. Tesis Profesional. Chapingo, Méx.

Charles-Edwards, D. A., D. Doley and G. M. Rimmington., 1986. Modelling plant growth and development. Academic Press. Sydney, Australia.

Decoteau, D. R. H. Fiend., 1991. Growth and subsequent yield of tomatoes following end-of-day light treatment of transplants. Hort Science 26(12):1528-1530.

Dieleman, J. A. and J. A. Heuvelink., 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. Journal of Horticultural Science. 67(1):1-10.

Duran, C. I., 1989. Estudio del efecto de los retardadores del crecimiento Cycocel y B-9 en jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero rústico. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Emmerkh, F. y Gordesva., 1982. Efecto del cloromequat-cloride sobre en la producción de tomate en las condiciones de la región de Cherkassy. Agrokhimiya from Referatiunyi Zhurnal. 9:90-94.

Espinosa, R.P., 1985. Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponia bajo invernadero. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Espinosa, R. P., M. Pizano S. y G. Moran Y., 1990. Producción de hortalizas y flores en hidroponia una alternativa para la región de Córdoba, Veracruz. Universidad Veracruzana. (Mimeo.).

FAO., 1990. Soilless culture for horticultural crop production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

Fierro, A., N. Tremblay y A. Gosselin., 1994. Supplemental carbon dioxide and light Improved tomato and pepper seedling growth and yield. Hort Science 29(3):152-154.

FIRA. 1981. Participación del FIRA en apoyo a la horticultura ornamental. Banco de México. México.

Folquer, F., 1979. El tomate. Estudio de la planta y su producción. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

Garb, S., 1983. Efecto del Cycocel y Alar en algunos constituyentes bioquímicos en plantas y frutos de tomate. Annais of Agricultural Science, Moshtohor. 20(3)73-85.

Garza, L. M., 1984. Producción de Hortalizas en México. UACH. Tesis Profesional. Chapingo, Méx.

Genchev, S., 1979. Efecto del Cycocel sobre el crecimiento y reproducción del tomate. Plovdia, Bulgaria.

Giacomelli, G. A. K. C. Ting y D.R. Mears.,1994. Design of a single truss tomato production system (STTPS). Acta Horticulturae. 262:77-84.

Guenkov, G., 1974. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba.

Hernández, G. A., 1993. Evaluación de tres densidades y dos tipos de poda en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Hussey, G., 1963. Growth and development the young tomato 1: The effect of temperature and light intensity on growth of the shoot apex and leaf primordia. Journal of Experimental Botany. 14:316-325.

Iñiguez, G.A., 1991. El tomate (*Lycoperesicon esculentum* Mill.), aspectos relevantes para su cultivo en México. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Kazim, A. y Meshing., 1980. Efecto de la aplicación de Cycocel en agua salina sobre el rendimiento de jitomate. Mesopotamia Journal of Agriculture 15(2):161-167. Mosul, Iraq.

Kerin, B. P., 1981. Comportamiento de los retardantes en tomate, CCC. Grandinauska e lozawska Nauk. 18(14) 40-43. Inst. V. Kolarov-Plovdiv, Bulgaria.

Larson, R. A., 1988. Introducción a la floricultura. AGT Editor. México.

Latimer, J. G., 1992. Drought, Paclobutrazol, Abscisic Acid, and Gibberellic Acid as Alternatives to Daminozide in tomato transplant production J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(2):243-247.

León, J., 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Editorial IICA. San José, Costa Rica.

Lewis, D., 1953. Some factors affecting flower production in the tomato. Journal of Horticultural Science 28:207-220.

Marisiddaiah, M., 1978. Efecto de SADH y CCC en algunos atributos del crecimiento y producción de tomate híbrido, Karnataka, Mysore. Journal of Agricultural Science. 12(2):223-229.

Maroto, B. J. V. , 1986. Horticultura Herbácea Especial. Mundi-Prensa. Madrid, España.

Masson, J., N. Tremblay y A. Gosselin., 1991. Nitrogen Fertilization and HPS Suplementary Lighting Influence in Vegetable Transplant Production I. Transplant Growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4):594-598.

McAvoy, R. J. and H. W. Janes., 1989. Tomato plant photosynthetic activity as related to canopy age and tomato development. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(3):478-482.

McAvoy, R. J. H. W. Jones, B. L Godfriaux, M. Secks, D. Duchai and W.K. Wittman., 1989. The effect of total available photosynthetic photon flux on single truss tomato growth and production. Journal of Horticultural Science 64(3):331-338.

McCall, D., 1992. Effect of supplementary light on tomato transplant growth, and the after-effects on yield. Scientia Horticulturae 51:65-70.

Metwally, A. M., 1979. Efecto de algunos reguladores del crecimiento en el desarrollo y rendimiento de tomate. Agriculturae Research Review Horticulture 57(3):147-158.

Milica, C. I., 1984. Efecto de los retardantes en los procesos fisiológicos de formación de frutos determinados de tomate. Lucian Strintifices Institutos Agronomic "ION IONESCU de la Brod". Horticultura. 27:25-26.

Morgan, J. V., 1986. Chemical and enviromental control of growth during propagation of tomato plants for trasplanting. Acta Horticulturae. 1190:523-530.

Murakami, K., H Morita and H. Shibata., 1992. Fundamental studies on the development of new fluorescent lamps for plant growth. Acta Horticulturae. 31(9):329-334.

Papadakis, J., 1980. Ecología de cultivos, pasturas y suelos. Edit. Albatros. Buenos Aires, Argentina.

Peña, J. E., 1984. Development stages of Floradade tomatoes. University of Florida, IFAS. Tropical Research and education center. Horticulture Science 19(15):677-679.

Picken, A. J. F., 1984. A review of pollinitation and fruit set in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Journal Horticultural Science 59(1):1-13.

Picken, A. J. F., K. Stewart and D. Klapwijk.,1986. Germination and vegetative development. En Atherton, J.G. and J. Rudich (editores). the the tomato crop. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp. 110-166.

Ponce, O. J., 1985. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) en Hidroponia. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Resh, H. M., 1992. Cultivos hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España (tercera edición).

Rodríguez, A. E., 1995. Efecto de la poda y densidad de población en el rendimiento y calidad de fruto de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, Méx.

Rodríguez, R. R., R. Tabares J. y S. Medina J., 1984. Cultivo Moderno del Tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Romero, F. E. y G. Díaz A., 1982. Cultivo del tomate en condiciones hidropónicas bajo invernadero: el cuánto, cuando y cómo regar. Memorias del Primer Encuentro Nacional de Docentes e Investigadores en el Manejo de los Recursos Hidráulicos. C.P. CRECIDATH. Veracruz, Méx.

Saleh, M. M. y S. Abdul., 1980. Efectos del ácido gibérelico y cycocel sobre el crecimiento, floración y fuctificación de jitomate. Mesopotamia Journal of Agriculture 15(1):137-166. Sulaimania, Iraq..

Sánchez, Del C. F., 1994. Relaciones entre fuente y demanda en jitomate manejado con despuntes y altas densidades de población. Tesis de Maestría en Ciencias. C.P. Montecillos, Méx.

Sánchez, Del C. F. y T. Corona, S., 1994. Evaluación del comportamiento de cuatro variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico de producción a base de despuntes y altas densidades de población. Revista Chapingo.

Sánchez, Del C. F. y E. Escalante R., 1989. Hidroponia: Un sistema de producción. UACH. Chapingo, Méx. (tercera edición).

Sánchez, Del C. F., P. Espinosa R. y E. Escalante R., 1991. Producción superintensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia bajo invernadero. Avances de investigación. Revista Chapingo. 78:62-68.

Sánchez, Del C. F., P. Espinosa R. y E. Hernández R., 1986. Producción superintensiva de jitomate en hidroponia bajo condiciones de invernadero rústico (Línea de investigación): Departamento de Fitotecnia, UACH, Chapingo, Méx. (Mimeo.).

Sánchez, Del C. F. y T. Corona S., 1994. Evaluación del comportamiento de 4 variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico de producción a base de despuntes y altas densidades de población. Revista Chapingo, Serie Horticultura 2:109-114.

Sánchez-Román, B. F., 1981. Hidroponia en Quintana Roo. 78 pp. México (inédito).

SARH. 1993. Anuario Estadístico de Producción. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F.

Serrano, C. Z., 1979. Invernaderos: Instalación y Manejo. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.

Shishido, Y., 1991. Distribution patern of photosynthetic assimilates as affected by phyllotaxis and vascular system in tomato plants. Japan Agricultural Research Quartely 25(3):176-180. En Horticultural Abstracts 62_8329.

Sholto, D. J., 1976. Advanced guide to hydroponics. Drake Publishers, Inc. New York. USA:

Valadez, L. A., 1989. Producción de Hortalizas. Editorial LIMUSA. México, D.F.

Van de Vooren, J. G. W. H. Wells and G. Hayman., 1986. Glasshouse Crop Production. En Atherton, J. G. and J. Rudich (editores) the tomato crop. pp. 582-624. Chapman and Hall. Londres, Inglaterra.

Villareal, R., 1982. Tomates. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.

Weaver, J. R., 1985. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, D.F.

Wittwer, S. and S. Honma., 1979. Greenhouse tomatoes, lettuce and cucumbers. Michigan State University Press. E.U.A.

Wu, C. W., 1983. Efectos de reguladores del crecimiento en el desarrollo del tomate. Journal of the Agricultural Association of China. 124:31-42.