

EFFECTO DE MODIFICACIONES AL AMBIENTE EN LA FLORACIÓN Y FRUCTIFICACIÓN DE JITOMATE (*Lycopersicon esculentum*)

EFFECTS OF ENVIRONMENT ON TOMATO (*Lycopersicon esculentum*) FLOWERING AND FRUIT PRODUCTION

Jaime Ponce Ocampo¹, Felipe Sánchez Del Castillo², Efraín Contreras Magaña² y Tomás Corona Sáez²

RESUMEN

Se realizó un experimento bajo invernadero de vidrio en donde se manejaron plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) cultivar "Solarset", para evaluar el efecto de tratamientos de baja temperatura nocturna (10 °C) durante 10 días, luz suplementaria (75 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ con luz fluorescente o 90 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ con luz fluorescente más incandescente) cinco horas por noche durante 10 días, y poda de la quinta hoja, aplicados a plántulas en semillero durante el periodo de iniciación de la primera inflorescencia, sobre el número de flores por inflorescencia (NFI), el porcentaje de plantas con la primera inflorescencia ramificada (PIR), el rendimiento y sus componentes primarios. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas en bloques al azar con cuatro repeticiones. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para las variables estudiadas; sin embargo, se registró un alto NFI (6.75) y un alto porcentaje de PIR (30 %) en comparación con otros trabajos similares, indicando que las condiciones del semillero fueron muy favorables para la iniciación de la inflorescencia (incluso para el tratamiento testigo). Las hojas de plantas tratadas con luz suplementaria, realizaron fotosíntesis adicional a la del día que compensó las pérdidas de CO_2 por su respiración durante la noche; sin embargo, la tasa de fotosíntesis durante el día presentó una tendencia a ser mayor en las hojas de las plantas sin luz suplementaria durante la noche, de tal manera que la cantidad neta de fotoasimilados producidos por día resultó similar a la de los tratamientos de luz suplementaria.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Lycopersicon esculentum Mill., despunte, temperatura, luz suplementaria, poda.

SUMMARY

An experiment was conducted under glasshouse conditions. Tomato plants cv. 'Solarset' were grown to evaluate the effects of low night air temperature (10 °C) for 10 days, supplementary light (75 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ with fluorescent lamps or 90 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ with fluorescent + incandescent lamps) for five hours every night during 10 days and pruning of the fifth leaf. These treatments were applied to nursery plantlets during the initiation of the first inflorescence, and its effects were evaluated on the number of flowers formed per inflorescence (NFI), percentage of plants with their first inflorescence branched (PBI), yield and primary yield components. A sub-split plot design arranged in randomized blocks with four replications was used. There were not significant differences among treatments for the studied variables; however a high NFI (6.75) and PBI (30 %) were observed as compared to former results, indicating that nursery environment was fully adequate for inflorescence initiation of plants (including control plants). Leaves treated with supplementary light made additional photosynthesis at night, which was enough to compensate for the CO_2 lost by leaves respiration at night; however, the photosynthesis rate during the day tended to be higher in the leaves of plants without supplementary light, so that the net amount of photoassimilates produced per day was similar to that of plants treated with supplementary light.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Lycopersicon esculentum Mill., decapitation, temperature, supplementary light, pruning.

¹ Centro de Desarrollo Tecnológico FIRA. Km. Antigua Carret. a Patzcuaro. Morelia, Mich. C.P. 58341. Tel. (43)222324

² Universidad Autónoma Chapíngo Depto. de Fitotecnia. 56230 Chapíngo, Estado de México. Tel. y Fax. 01(5) 95-21642.

INTRODUCCIÓN

A escala mundial las hortalizas junto con las frutas ocupan el segundo lugar de importancia entre los productos agropecuarios, apenas superadas por los cereales. En México la producción hortícola ha cobrado gran importancia en los últimos años por la superficie, valor de la producción, demanda de mano de obra y por los ingresos en divisas que genera (FAO, 1993). Se estima que el jitomate genera un poco más de 37 % del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas, y 16 % del valor de las exportaciones agropecuarias, siendo sólo superado por la exportación de ganado vacuno (SARH, 1993).

El uso de invernaderos para la producción de jitomate recientemente ha adquirido importancia, sobre todo en los estados del norte del país, porque permite ampliar la estacionalidad de cosecha del producto. Por otro lado, en muchos países, incluyendo México, existen empresas para la producción comercial de flores y hortalizas en invernadero que obtienen elevadas utilidades económicas de sus unidades mediante el uso de sistemas hidropónicos (Sánchez y Escalante, 1989).

El sistema de producción de jitomate en invernadero que normalmente se practica en Europa y Estados Unidos, 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 m² (20,000 a 30,000 plantas por hectárea), que se dejan crecer de 2 a 3 m de altura para cosechar de 15 a 20 racimos por planta en un ciclo de cultivo por año, con un rendimiento global promedio de 200 a 300 toneladas por hectárea por año. Sin embargo, los problemas fitosanitarios, por lo extenso del ciclo, son muy importantes y determinantes en el rendimiento final del cultivo

(Picken, 1984; van de Vooren *et al.*, 1986; FAO, 1990; Resh, 1992).

Varios trabajos de investigación realizados en la Universidad Autónoma Chapingo (Cancino *et al.*, 1990; Sánchez *et al.*, 1991; Sánchez, 1994; Ponce, 1995) y experiencias a escala comercial con productores, han permitido validar un nuevo sistema de producción de jitomate en hidroponía que reúne características de altos rendimientos y calidad, con menos problemas fitosanitarios que los sistemas convencionales en invernadero, que resulta factible desde el punto de vista técnico y redituable económicamente, a partir de pequeñas superficies.

En este caso, el manejo del cultivo de jitomate se realiza de manera muy diferente a la convencional en invernadero. Consiste en despuntar (eliminar la yema terminal de las plantas) para dejar sólo una o dos inflorescencias (o racimos florales) con una a dos hojas arriba de éstas; además se poda todos los brotes laterales que emita la planta antes, durante y después del despunte, lo que permite manejar muy altas densidades de población (hasta 25 plantas/m² de superficie útil, en vez de las 4 a 5 plantas/m² que se utilizan en los sistemas convencionales). Con ello se acorta a más de la mitad el periodo de trasplante a la cosecha, de modo que se pueden obtener más ciclos por año y, por lo tanto, mayor productividad anual que en los sistemas convencionales (McAvoy *et al.*, 1989; Cancino *et al.*, 1990; Sánchez y Corona, 1994). Sin embargo, su principal ventaja es de tipo económico pues permite concentrar la producción en las fechas de mayor demanda y de mejor precio para el productor (Veliath y Ferguson, 1972; McAvoy *et al.*, 1989; Cancino *et al.*, 1990; Sánchez y Corona, 1994; Ponce, 1995).

Dado que en este sistema el rendimiento por ciclo depende del número y peso de pocos frutos por planta, resulta importante el estudio de los factores que regulan el número de flores por racimo, el por-

centaje de frutos amarrados por racimo y el peso de cada fruto producido.

Las plantas despuntadas para dejar un racimo por planta poseen más área foliar por racimo (nueve hojas por racimo) que las manejadas en los sistemas convencionales (tres hojas). Entonces, en el primer caso, la fuente de asimilados no se considera un factor limitante para el crecimiento del racimo. Por tanto, la forma que parece más promisorio para aumentar el rendimiento por ciclo en estas plantas, es obtener un mayor número de frutos por racimo, lo cual requiere la formación de más flores no abortivas en la inflorescencia.

Varios autores (Aung y Kelly, 1966; Kinet, 1977; Abdul *et al.*, 1978; Russell y Morris, 1983; Charles-Edwards *et al.*, 1986; Atherton y Harris, 1986; Dieleman y Heuvelink, 1992) indican la posibilidad de incrementar el número de flores en el primer racimo mediante la modificación de las condiciones ambientales, o de alterar las relaciones entre la fuente y la demanda desde la etapa previa y durante el período de la inducción floral en las plántulas de jitomate. Entre las estrategias para lograr esto en la práctica, dichos autores mencionan las siguientes: a) Aumentar la duración e intensidad de luz, la concentración de CO₂ o mejorar la nutrición, para aumentar la cantidad de carbohidratos disponibles en la planta y la tasa de translocación de éstos a la inflorescencia en formación; b) Disminuir la fuerza de la demanda de las hojas en crecimiento y de la raíz para aumentar la cantidad de carbohidratos disponibles para la inflorescencia en formación, mediante poda de hojas que inician su crecimiento y brotes laterales al inicio de su crecimiento, aplicación de bajas temperaturas a la raíz o a la parte aérea, y el uso de retardadores del crecimiento; c) Incrementar la fuerza de demanda de la inflorescencia en formación con reguladores de crecimiento.

Charles-Edwards *et al.* (1986) postulan que cada flor o fruto requiere de una tasa mínima de abastecimiento de asimilados durante sus etapas iniciales de desarrollo para no abortar y crecer normalmente. Basados en ejemplos tomados de varios cultivos (trigo, sorgo, arroz, soya, frijol), sostienen que si el flujo mínimo de asimilados para desarrollar un primordio se mantiene constante, el aumento en la tasa de asimilación neta diaria podría incrementar el número de primordios por unidad de área o por planta.

El número de flores iniciadas en la primera inflorescencia puede variar ampliamente, según el genotipo, pero también puede ser afectado por el ambiente de la parte aérea (Atherton y Harris, 1986). El periodo sensitivo en que el número de flores puede ser afectado por el ambiente empieza unos ocho días después de la expansión de los cotiledones y continúa por una o dos semanas (Calvert, 1964; Hurd y Cooper, 1967; Aung, 1978).

Rappaport y Sachs, citados por Maroto (1986), informan de un aumento de flores en la primera inflorescencia al bajar la temperatura del aire a un promedio de 10 – 13 °C. Calvert (1957, 1959) mostró que a 13 °C las plantas de jitomate iniciaban hasta 8 flores más que a 18 °C (temperatura promedio del día y la noche), siendo el efecto más marcado con alta irradiancia. De manera similar, Aung (1976) encontró que las plantas sometidas a 16 °C, producían hasta 4 flores más que aquéllas a 24 °C, y hasta 8 flores menos que aquéllas que se encontraban a 13 °C.

Según Calvert (1973), la mayoría de las variedades comerciales de jitomate pueden desarrollar inflorescencias ramificadas, fenómeno que está influenciado por las temperaturas y la irradiancia vigente durante la iniciación floral; al respecto considera que las temperaturas relativamente bajas y alta irradiancia inducen una mayor proporción de inflorescencias ramificadas, con aproximadamente el doble del número de flores que las simples.

Leopold y Lam (1960) encontraron que el número de flores en la primera inflorescencia del cultivar 'Rutgers' se incrementó de siete a once cuando se removieron las hojas jóvenes (de la 4ª en adelante) al alcanzar 1 cm de longitud. Por ello deducen que las hojas jóvenes en crecimiento afectan el desarrollo de la inflorescencia que se está iniciando, no sólo al competir con ella por asimilados, sino también porque su producción de reguladores de crecimiento (giberelinas) las hacen todavía más fuertes competidoras.

Dadas las ventajas técnicas y económicas que se han mencionado para el sistema de un racimo en altas densidades de población en relación con los sistemas convencionales, se planteó como objetivo de este trabajo estudiar los efectos (independientes y combinados) de baja temperatura nocturna, luz suplementaria y poda de una hoja joven, durante el periodo de iniciación de la inflorescencia, sobre el número de flores producidas, el porcentaje de plantas con inflorescencias ramificadas o dobles, el número de frutos amarrados, el rendimiento por unidad de superficie y el peso medio de los frutos cosechados, en plantas de jitomate despuntadas a un racimo por planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en un invernadero de vidrio de la empresa Industrial Agropecuaria Junco, ubicada en la localidad de Cuautlalpan, Estado de México, del 1 de julio al 12 de noviembre de 1997.

La siembra en semillero del cultivar "Solarset" de jitomate se efectuó en macetas de polietileno de 0.25 litros de capacidad usando Peat Moss como sustrato; en cada maceta se depositaron dos semillas a 0.5 cm de profundidad y se taparon con vermiculita. Una vez emergidas, se hizo un aclareo para dejar una sola plántula por maceta. A partir de esta fase y hasta el fin de la cosecha los riegos se hicieron con una solución

nutritiva (aplicando en promedio 5 L·m⁻²·día⁻¹), que contenía las siguientes concentraciones de nutrientes en mg·L⁻¹: nitrógeno 250, fósforo 60, potasio 300, calcio 300, azufre 200, magnesio 75, hierro 3, manganeso 0.5, boro 0.5, cobre 0.1 y zinc 0.1.

Veinte días después de la siembra, cuando la tercera hoja de las plántulas en semillero alcanzó una longitud mayor de 2 cm, correspondiente al momento en que se inicia la primera inflorescencia (Hurd y Cooper, 1967; Aung, 1978), se aplicaron durante diez días consecutivos dos niveles de temperatura, tres de luz suplementaria y dos de poda de hojas jóvenes, generando así 12 tratamientos que se arreglaron en un diseño de bloques completamente al azar en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones, correspondiendo las parcelas grandes a la temperatura (unidad experimental 60 plantas), las parcelas medianas a la luz suplementaria (unidad experimental 20 plantas) y las parcelas chicas a la poda de hojas jóvenes (unidad experimental 10 plantas). El distanciamiento de plántulas en semillero fue de 10 x 10 cm (100 plantas·m⁻²).

Los tratamientos generados fueron los siguientes:

- 1) Sin frío nocturno, sin luz suplementaria y sin poda de hoja (testigo)
- 2) Sin frío nocturno, sin luz suplementaria y con poda de hoja
- 3) Sin frío nocturno, con luz suplementaria incandescente + fluorescente y sin poda de hoja
- 4) Sin frío nocturno, con luz suplementaria incandescente + fluorescente y con poda de hoja
- 5) Sin frío nocturno, con luz suplementaria fluorescente y sin poda de hoja
- 6) Sin frío nocturno, con luz suplementaria fluorescente y con poda de hoja
- 7) Con frío nocturno, sin luz suplementaria y sin poda de hoja

- 8) Con frío nocturno, sin luz suplementaria y con poda de hoja
- 9) Con frío nocturno, con luz suplementaria incandescente + fluorescente y sin poda de hoja
- 10) Con frío nocturno, con luz suplementaria incandescente + fluorescente y con poda de hoja
- 11) Con frío nocturno, con luz suplementaria fluorescente y sin poda de hoja
- 12) Con frío nocturno, con luz suplementaria fluorescente y con poda de hoja

Para la aplicación de los tratamientos de baja temperatura las plántulas se trasladaron y colocaron diariamente de las 19 a 7 horas en una cámara (12 m³ de capacidad) con temperatura controlada a 10 °C, durante los 10 días que duró el tratamiento; de las 7 a 19 horas se mantuvieron bajo condiciones de invernadero al igual que los testigos. Las plántulas del testigo, sin tratamiento de baja temperatura, permanecieron en condiciones de invernadero también durante la noche, por lo que su régimen de temperatura nocturna durante esos 10 días fue variable (15.4 °C en promedio de los 10 días; con oscilación de 22 °C al inicio de la noche, hasta 11 °C al amanecer).

Para la aplicación de los tratamientos de luz suplementaria, tanto en el invernadero como dentro de la cámara, se colocaron dos lámparas fluorescentes de 75 W al centro y por encima (20 cm) de las cuatro hileras de plántulas que conformaban la parcela mediana, a fin de lograr intensidades del orden de 75 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, medidas con un ceptómetro (PAR/Sunfleck Ceptometer; Decagon Devices Inc. Pullman, Washington, EUA); para el caso de la combinación de luz fluorescente más incandescente se colocó una lámpara fluorescente más tres focos incandescentes de 100 W alineados a lo largo de la lámpara o tubo fluorescente, separados a cada 40 cm, de tal manera que se proporcionó una intensidad de 90 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. En ambos casos, con ayuda de un reloj programable, la luz suplementaria se aplicó durante cinco horas (de las 19 a las 24 horas) durante los 10 días que

duró el tratamiento. Cada tratamiento de luz suplementaria se separó colocando como barrera una cortina de plástico negro.

A las plantas del tratamiento de remoción de hojas jóvenes, se les podó la quinta hoja cuando ésta alcanzó una longitud de 2 cm.

Las variables que se registraron y analizaron mediante análisis de varianza y pruebas de Duncan, fueron las siguientes: Tasa de fotosíntesis aparente y respiración durante el día y con luz suplementaria (artificial) durante la noche; Número de flores por inflorescencia que llegaron a antesis; Porcentaje de plantas con inflorescencias ramificadas o dobles; Número de frutos amarrados por racimo; Número de frutos de tamaño comercial cosechados; Peso medio y total de frutos.

La tasa de fotosíntesis aparente y respiración de la hoja superior se midió 30 días después de la siembra (dds), en dos plantas por unidad experimental, con un analizador de gases al infrarrojo portátil (LI-6200; LI-COR. Lincoln, Nebraska, E.U.A.). Las mediciones se efectuaron en condiciones de día entre las 11 y 12 horas, y en condiciones de noche (luz artificial) entre las 20 y 21:00 horas, en un foliolo intermedio de la hoja más desarrollada.

A los 68 dds se cuantificó el número de flores presentes en la inflorescencia de cada planta. Se determinó también el número de inflorescencias ramificadas o dobles (el pedúnculo de la inflorescencia se ramifica formando dos ejes principales donde quedan insertados los pedicelos de las flores). La cosecha se efectuó en tres cortes, a los 117, 126 y 135 dds.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre tratamientos para ninguno de los factores estudiados ni para sus interacciones en el

número de flores por inflorescencia ni el porcentaje de inflorescencias ramificadas, aunque el porcentaje de inflorescencias ramificadas osciló de 17.77 % (tratamiento de baja temperatura nocturna sin luz suplementaria y poda de la quinta hoja) a 41.87 % (tratamiento de temperatura nocturna normal, luz suplementaria fluorescente de $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y con poda de la quinta hoja), con un promedio global de 30.00 % (Figura 1). La mayor tendencia a incrementar el porcentaje de inflorescencias ramificadas se dio en los tratamientos con luz suplementaria fluorescente de $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ independientemente de los tratamientos de baja temperatura nocturna o de poda de la quinta hoja.

El número de flores por inflorescencia varió de 5.94 (tratamiento de baja temperatura nocturna, con luz suplementaria incandescente+fluorescente a una intensidad de $90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y sin poda de hoja) a 7.36 (tratamiento de temperatura nocturna normal, luz suplementaria fluorescente de $75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y con poda de la quinta hoja), con un promedio global de 6.75 flores por inflorescencia (Figura 2).

Tampoco hubo diferencias significativas en tasas de fotosíntesis aparente y respiración para ninguno de los factores estudiados ni para sus interacciones (datos no presentados), ya sea medidas en condiciones de día (a las 11 horas) o de noche con luz artificial suplementaria (a las 20 horas).

De acuerdo con la prueba de comparación de medias de Duncan, en condiciones de noche para el factor luz (Cuadro 1), se aprecia que la tasa de fotosíntesis aparente provocada por la luz suplementaria fue suficiente para compensar las pérdidas de CO_2 por respiración durante la noche, aunque la cantidad neta de fotoasimilados producidos por día resultó similar para todos los tratamientos de luz (Cuadro 2).

En la presente investigación los tratamientos

Cuadro 1. Tasas de fotosíntesis aparente y respiración, medidas en condiciones de noche para el factor luz suplementaria.

Tratamiento	Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Respiración ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Luz fluorescente + incandescente	2.18 a	0.88 a
Luz fluorescente	1.15 a	0.50 a
Sin luz suplementaria	0.00 b	0.66 a
Rango crítico para dos medias (Duncan 0.05)	1.06	0.51

Medias con letras diferentes dentro de columnas difieren estadísticamente con $\alpha = 0.05$.

Cuadro 2. Tasas de fotosíntesis aparente y respiración, medidas en condiciones de día para el factor luz suplementaria.

Tratamiento	Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	Respiración ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
Luz fluorescente + incandescente	13.28 a	2.41 a
Luz fluorescente	15.71 a	3.34 a
Sin luz suplementaria	17.51 a	3.12 a
Rango crítico para dos medias (Duncan 0.05)	6.15	1.74

Medias con letras diferentes dentro de columnas difieren estadísticamente con $\alpha = 0.05$.

de luz, temperatura y poda de hojas jóvenes aplicados a las plántulas de jitomate en el periodo de iniciación floral, tenían por objeto aumentar la cantidad diaria de fotoasimilados, a fin de inducir, de acuerdo con varios autores (Russell y Morris, 1983; Charles-Edwards *et al.*, 1986; Atherton y Harris, 1986; Dieleman y Heuvelink, 1992) un mayor número de flores que llegaran a antesis o un mayor porcentaje de plantas que produjeran inflorescencias ramificadas, con respecto al tratamiento testigo manejado en condiciones normales de semillero.

La ausencia de efectos entre los tratamientos aplicados, pudiera deberse a que las plántulas del tratamiento testigo (a diferencia de los tra-

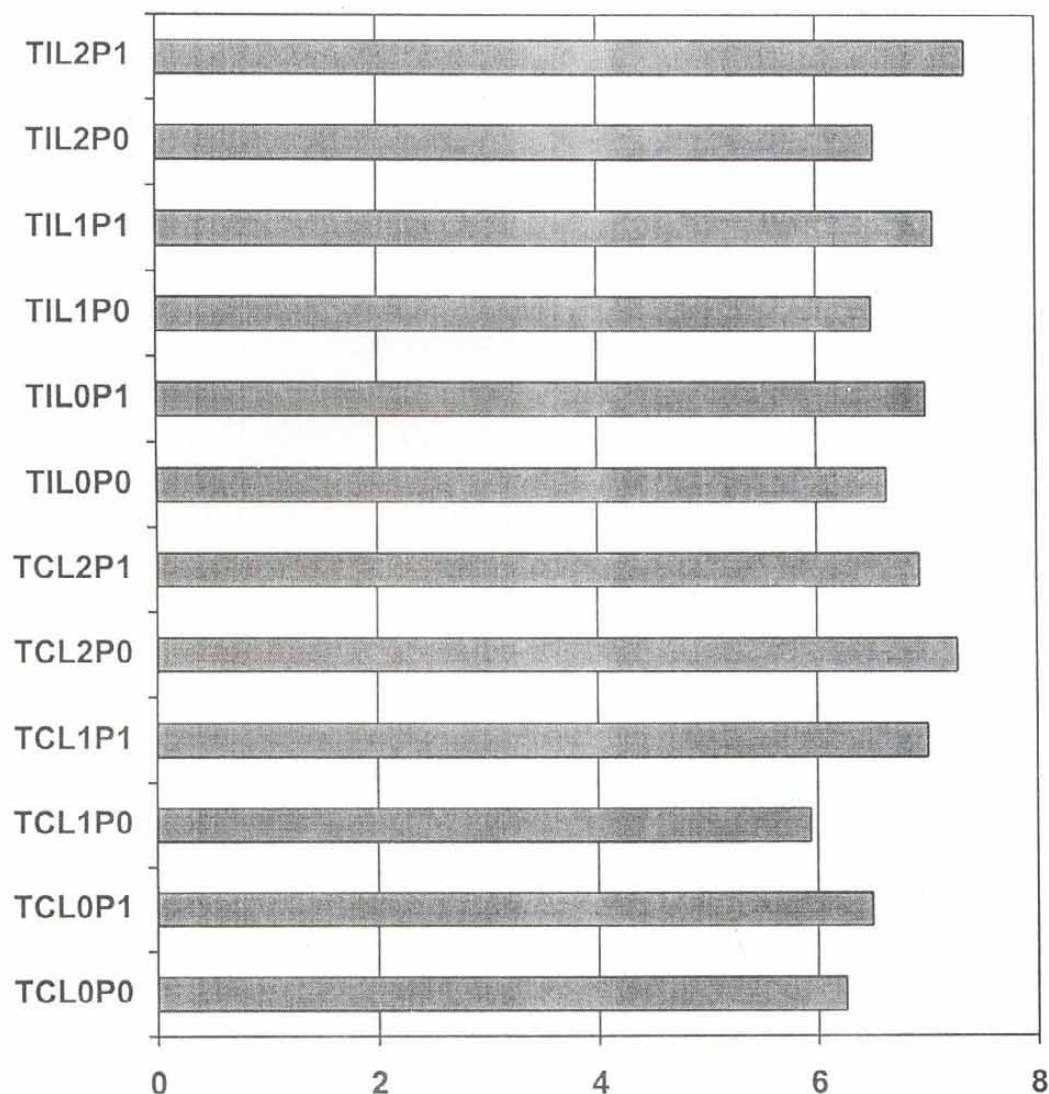


Figura 1. Medias de porcentaje de plantas con inflorescencias ramificadas en plántulas de jitomate, considerando los factores temperatura, luz suplementaria y poda de hojas. TC=temperatura nocturna de cámara (10 °C); TI=temperatura nocturna de invernadero (15 °C); LO=sin luz suplementaria; L1=luz suplementaria fluorescente + incandescente ($90 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); L2=luz suplementaria fluorescente ($75 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$); P0= sin poda de hoja; P1=poda de la quinta hoja.

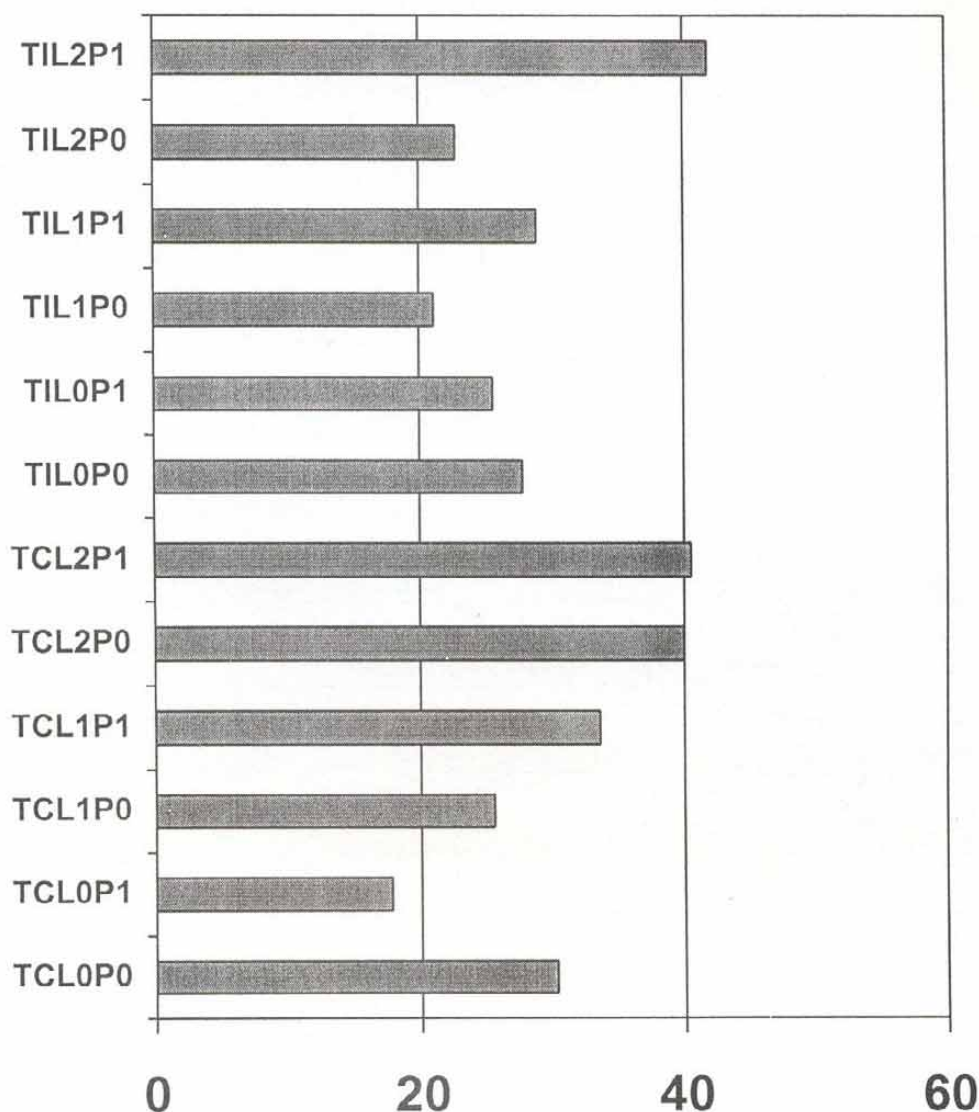


Figura 2. Medias de número de flores por inflorescencia en plántulas de jitomate, considerando los factores temperatura, luz suplementaria y poda de hojas. TC=temperatura nocturna de cámara (10 °C); TI=temperatura nocturna de invernadero (15 °C); LO=sin luz suplementaria; L1=luz suplementaria fluorescente + incandescente ($90 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); L2=luz suplementaria fluorescente ($75 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); P0= sin poda de hoja; P1=poda de la quinta hoja.

bajos de los autores señalados realizados en invierno y en países nórdicos con cierta limitación de luz), se desarrollaron en condiciones no restrictivas para la fotosíntesis, con asimilados suficientes para un desarrollo adecuado de la inflorescencia, de tal manera que la luz suplementaria impuesta durante el periodo de su iniciación no fue suficiente para aumentar la síntesis de fotoasimilados, ni tampoco la menor temperatura nocturna o la poda de la quinta hoja contribuyeron a aumentar significativamente la cantidad de asimilados disponibles para el desarrollo de la inflorescencia.

En efecto, las plántulas crecieron en el semillero a baja densidad de población (100 plantas m^{-2}), de manera que no hubo un efecto importante de sombreamiento mutuo. Los días fueron soleados durante ese periodo, pero las temperaturas no fueron altas (menores a 30 °C durante el día y del orden de 15 °C durante la noche). Tampoco hubo alguna restricción de agua que pudiera propiciar una menor producción de fotoasimilados por cierre de estomas.

La luz suplementaria fue de baja intensidad (menos de 20 % de la óptima). Probablemente estos tratamientos de luz suplementaria produzcan los efectos deseados en situaciones donde las plántulas realicen menos fotosíntesis durante el día (días nublados, muy alta densidad de población de plántulas, semilleros sombreados) o donde el gasto por respiración de los fotoasimilados producidos sea alto (altas temperaturas, sobre todo nocturnas).

Con el mismo cultivar en alta densidad de población de plántulas y, por tanto, con un efecto de sombreamiento mutuo, Sánchez (1997) obtuvo un promedio de 5.33 flores por inflorescencia y sólo 9% de plantas con inflorescencia ramificada (la tercera parte de lo obtenido en el presente trabajo).

En cuanto al porcentaje de inflorescencias ramificadas, cabe considerar la posibilidad de que el cultivar 'Solarset' no posea un potencial genético mayor al observado en este estudio. Por ello, sería conveniente encontrar cultivares con mayor determinación genética para producir inflorescencias dobles. Las características genéticas que definen el número de flores por inflorescencia y las inflorescencias dobles en jitomate son tratadas por Vriesenga y Honma (1974a y 1974b).

El rendimiento promedio de todos los tratamientos fue alto (17.74 $kg m^{-2}$). Sin embargo, tanto para el rendimiento global por unidad de superficie como para sus componentes (número de frutos, peso medio de fruto y porcentaje de amarre de frutos), tampoco hubo diferencias significativas entre los niveles aplicados de temperatura nocturna, luz suplementaria, poda de hojas jóvenes y sus interacciones.

La ausencia de diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento y sus componentes se explica como consecuencia de que tampoco hubo diferencias significativas en el número de flores por inflorescencia ni en el porcentaje de inflorescencias ramificadas.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que, en las condiciones en que se desarrolló el experimento:

Los tratamientos de luz suplementaria, de baja temperatura y de poda de la quinta hoja, aplicados a plántulas del cultivar 'Solarset' durante el periodo de iniciación de la inflorescencia, no indujeron la formación de más flores por inflorescencia ni tampoco un mayor porcentaje de plantas con inflorescencias ramificadas. Además las hojas de plantas irradiadas con luz suplementaria durante cinco horas en la noche, realizaron fotosíntesis adicional a la del día a una tasa que superó la respiración de dichas hojas durante toda la no-

che; es decir, la luz artificial provocó la producción de fotoasimilados adicionales, pero no suficientes para lograr el efecto deseado.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdul, K. S., A. E. Canham, and G. P. Harris. 1978. Effects of CCC on the formation and abortion of flowers in the first inflorescence of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ann. Bot. 42:617-625.
- Atherton, J. G. and G. P. Harris. 1986. Flowering. In: The Tomato Crop. Atherton, J. G. and J. Rudich (eds.). Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp: 167-200.
- Aung, H. L. and W. C. Kelly. 1966. Influence of defoliation on vegetative, floral and fruit development in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Am. Soc. Hort. Sci. 89:563-570.
- Aung, L. H. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci. 101:358-360.
- Aung, L. H. 1978. Temperature regulation of growth and development of tomato during ontogeny. In: First International Symposium on Tropical Tomato. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Taiwan, China. pp: 79-93.
- Calvert, A. 1957. Effect of the early environment on development of flowering in the tomato. I. Temperature. J. Hort. Sci. 32:9-17.
- Calvert, A. 1959. Effect of the early environment on development of flowering in the tomato II: Light and temperature interactions. J. Hort. Sci. 34:154-162.
- Calvert, A. 1964. The effects of air temperature on growth of young tomato plants in natural light conditions. J. Hort. Sci. 39:194-211.
- Calvert, A. 1973. Environmental responses. In: The United Kingdom Tomato Manual. Growers Books. Londres, Inglaterra. pp: 19-34.
- 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 hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo 73-74: 26-30.
- Charles-Edwards, D., A. D. Doley, and G. M. Rimmington. 1986. Modelling Plant Growth and Development. Academic Press. Sydney, Australia. 235 p.
- Dieleman, J. A. and J. A. Heuvelink. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. J. Hort. Sci. 67(1):1-10.
- FAO. 1990. Soilless Culture for Horticultural Crop Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 188 p.
- FAO. 1993. Anuarios Estadísticos de la Producción Mundial. Food and Agriculture. Organization of the United Nations. Roma, Italia. 175 p.
- Hurd, R. G. and A. J. Cooper. 1967. Increasing flower number in single-truss tomatoes. J. Hort. Sci. 42:181-188.
- Kinet, J. M. 1977. Effect of defoliation and growth substances on the development of the inflorescence in tomato. Scientia Horticulturae 6:27-35.
- Leopold, A. C. And S. L. Lam. 1960. A leaf factor influencing tomato Earliness. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 76: 543-547.
- Maroto B., J. V. 1986. Horticultura Herbácea Especial. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 589 p.
- McAvoy, R. J., H. W. Janes, 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. J. Hort. Sci. 64(3):331-338.
- Picken, A. J. F. 1984. A review of pollination and fruit set in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Hort. Sci. 59(1):1-13.
- Ponce O., J. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en hi-

- droponia. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnía. Chapingo, México. 96 p.
- Resh, H. M. 1992. Cultivos Hidropónicos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España (tercera edición) 369 p.
- Russell, C. R. and D. A. Morris. 1983. Patterns of assimilate distribution and source-sink relationships in the young reproductive tomato plant (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ann. Bot. 52:357-363.
- 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. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 94 p.
- Sánchez Del C., F. y E. Escalante R. 1989. Hidroponía: Un Sistema de Producción. UACH. Chapingo, México (tercera edición) 194 p.
- Sánchez Del C., F., P. Espinosa R. y E. Escalante R. 1991. Producción superintensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Avances de investigación. Revista Chapingo 78:62-68.
- Sánchez Del C., F. y T. Corona, S. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(2): 109-114.
- Sánchez Del C., F. 1997. Valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Tesis de Doctorado. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 189 p.
- SARH. 1993. Anuario Estadístico de Producción. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México D.F.
- Van de Vooren, J., G. W. H. Welles, and G. Hayman. 1986. Glasshouse crop production. In: The Tomato Crop. Atherton, J. G. and J. Rudich (eds.). Chapman and Hall. Londres, Inglaterra. pp: 582-624.
- Veliath, J. A. and A. C. Ferguson. 1972. The effect of deblossoming on fruit size, yield and earliness in tomato. Hortscience 7(3):278-279.
- Vriesenga, J. D. and S. Honma. 1974 a. Inheritance of tomato inflorescence. J. Heredity 65:43-47.
- Vriesenga, J. D. and S. Honma. 1974 b. Intercalary inflorescence in the tomato. J. Heredity 65:128-129.