200501

estación experimental

cajamar

Respuesta productiva del tomate a la temperatura y CO_2 en invernaderos de Almería

Juan C. López
Corpus Pérez
Javier Cabrera
Juan C. Gázquez
Jerónimo Pérez-Parra
Esteban Baeza

Se autoriza la reproducción íntegra o parcial citando su procedencia: Estación Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas'

V CONGRESO IBÉRICO DE CIENCIAS HORTÍCOLAS; IV CONGRESO IBEROAMERICANO DE CIENCIAS HORTÍCOLAS
OPORTO 22 a 27 de mayo de 2005

Respuesta productiva del tomate a la temperatura y CO_2 en invernaderos de Almería

Juan C. López ; Corpus Pérez; Javier Cabrera ; Juan C. Gázquez ; Jerónimo Pérez-Parra; Esteban Baeza

E.E. de Cajamar 'Las Palmerillas'
Autovía del Mediterráneo km 416
04710 El Ejido-Almería (España)
jclh@cajamar.es

Resumen

Para la mayoría de las especies hortícolas cultivadas en invernadero, la temperatura mínima biológica oscila entre 10-12 ºC, la óptima nocturna entre 15-20 ºC y entre 22-28 ºC la óptima diurna. En los meses de invierno en el litoral de Almería, la temperatura media de las mínimas del aire exterior oscila entre 7 y 9 ºC, siendo habitual el empleo de estructuras sencillas y con escaso control climático. El tomate es la hortaliza más importante de la agricultura almeriense en cuanto a producción, representando el 33 %. Durante el ciclo otoño-invierno, las bajas temperaturas limitan la producción, por lo que la introducción de sistemas de control del clima (calefacción, CO_2, etc.) se contempla como un medio para aumentar la producción y calidad, siendo necesario estudiar, localmente, el comportamiento y manejo de dichas tecnologías. Este trabajo estudió la respuesta productiva del tomate a distintos niveles térmicos y estrategias de CO_2 en aire. Se utilizaron tres tratamientos: (a) temperatura mínima del aire de 16 ºC, (b) temperatura mínima de 16 ºC y aporte de CO_2 y (c) sin calefacción (testigo). Los tratamientos con calefacción y CO_2 tuvieron rendimientos similares, tanto precoz como total 5,5 kg m^{-2} y 26,5 kg m^{-2}, respectivamente. El tratamiento testigo, alcanzó una producción precoz de 2,9 kg m^{-2} y 22,3 kg m^{-2} para la total. El consumo de CO_2 fue de 12,5 kg m^{-2} y el de combustible de los tratamientos con calefacción fue de 8 kg m^{-2} de propano.

Palabras clave: calefacción, invernadero

Abstract

Title: Tomato productive response to temperature and CO_2 enrichment in Almería greenhouses.

For most of the horticultural species grown under greenhouses, the minimum biological temperature ranges between 10-12 ºC, the optimal night temperature between 15-20 ºC and between 22-28 ºC for the diurnal optimal. During the winter months on the coastal area of Almería, the average minimum exterior temperatures vary between 7 and 9 ºC, being common the use of low cost structures without climate control systems. Tomato is the most important horticultural crop in Almería regarding its production levels, as it represents 33% of the total production. During the autumn-winter cycle low temperatures limit the achievement of high production levels. Therefore, the implementation in the greenhouse of climate control systems, such as heating systems or CO_2 enrichment, are considered to be efficient means of increasing yield and quality. However, it is necessary to study locally the behaviour and management of such technologies. This work studied the productive response of a tomato crop to different thermal levels and CO_2 enrichment strategies. Three treatments were used: (a) minimum ambient temperature 16 ºC, (b) minimum ambient temperature 16 ºC plus CO_2

enrichment and (c) no heating (control). The heating and CO_2 enrichment treatments showed similar yields, both early and total 5,5 kg m^{-2} and 26,5 kg m^{-2}, respectively. The control treatment reached an early yield of 2,9 kg m^{-2} and 22,3 kg m^{-2} for the final yield. The CO_2 consumption was 12,5 kg m^{-2} and the fuel consumption in the heating treatments was 8 kg m^{-2} of propane.
Keywords: heating system**,** greenhouse

Introducción

Para la mayoría de las especies hortícolas cultivadas en los invernaderos del litoral mediterráneo, las temperaturas a partir de las cuales hay crecimiento y desarrollo, oscilan entre 10 y 12ºC (Tognoni, 1990) y los rangos de temperatura óptimas oscilan entre 15 y 20ºC durante la noche y 22-28ºC durante el periodo diurno (Tesi, 1969; Verlodt,1990). En los meses de invierno en el litoral de Almería, la temperatura media de las mínimas del aire exterior oscila entre 7 y 9ºC (Montero,1985; Puerto,2001).

Otro de los factores determinantes de la producción de los cultivos protegidos, es la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera del invernadero. Los resultados experimentales muestran incrementos en producción cuando se aplican técnicas de enriquecimiento carbónico (Nederhoff, 1995). Incrementos superiores a un 20% en producción, para un cultivo de pepino, encontraron Lorenzo et al (2000) en el área mediterránea.

La producción agrícola de invernadero en Almería se caracteriza por el empleo de estructuras sencillas y de bajo coste con un limitado control climático. El tomate se ha consolidado como la hortaliza más importante de la agricultura almeriense, representando el 33% de las cantidades. Los sistemas de calefacción para invernaderos, al igual que la mayoría de las nuevas tecnologías que se están introduciendo en los invernaderos, han sido diseñados en otras áreas de cultivo con condiciones climáticas y agronómicas distintas a las del litoral mediterráneo español. Por ello es necesario estudiar localmente el comportamiento y el manejo de dichas tecnologías, para adaptarlas a nuestros sistemas de cultivo (Hernández,1998).

Material y métodos

El ensayo se llevó a cabo durante la campaña 2001/2002 en 3 invernaderos tipo multitúnel de 2.400 m^2 cada uno. Se utilizó como cerramiento un plástico tricapa incoloro difuso. El material vegetal utilizado fue tomate (cv. Boludo), siendo la fecha de transplante 18/09/2001, con una densidad de 2,4 plantas m^{-2}. El medio de cultivo que se utilizó fue hidropónico, en bolsas con perlita (B-12, partículas de 0-5 mm de Ø).

En cada uno de los invernaderos se realizaron los siguientes tratamientos:

T_1: Calefacción por agua con temperatura mínima de 16 ºC

T_2: Calefacción por agua con temperatura mínima de 16 ºC y enriquecimiento carbónico

T_3: Testigo

Como sistema de calefacción se utilizó tubería de agua caliente (convección y radiación), situadas entre las líneas de cultivo. La fertilización carbónica se realizó con dióxido de carbono puro, realizándose la distribución del gas con tuberías de polietileno

perforadas. El nivel máximo aportado de CO_2 en invernadero fue de 800 ppm, variando en función del nivel de radiación, viento y posición de ventanas. El nivel mínimo fue el mismo que el exterior, de 350 ppm.

Se midieron las condiciones climáticas dentro de los invernaderos de tomate y en el exterior. La temperatura y humedad mediante aspirosicrómetros ventilados y los niveles de CO_2 mediante una sonda de aspiración de aire, situada en el centro de cada invernadero y en exterior, que conducía la muestra a un analizador. De los distintos parámetros climáticos se tomaron medidas cada dos segundos, reservando la media cada cinco minutos.

Para el análisis estadístico de la producción se realizó un diseño experimental unifactorial con tres niveles : T_1, T_2 y T_3, y 4 repeticiones por nivel.

Determinaciones
- Producción: la producción se distinguió entre producción comercial precoz (114 DDT) y total (259 DDT). Para ello se tomaron 4 líneas de control por tratamiento, con 24 plantas en cada línea.
- Consumo energético: el consumo de gas propano, utilizado como combustible en los invernaderos con calefacción se determinó diariamente mediante contadores volumétricos.
- Consumo de CO_2 : el gasto de anhídrido carbónico se determinó diariamente mediante caudalímetro.

Resultados y discusión

Temperatura del aire

La Tabla-1 muestra el régimen de temperatura media para los diferentes tratamientos y exterior. La media diaria fue similar entre T_1 y T_2, de 18,6 ºC y 18,4 ºC, respectivamente. El tratamiento control (T_3), presentó una temperatura media diaria de 17,3 ºC. Durante el periodo diurno, los tres tratamientos registraron una temperatura media semejante, próxima a 21 ºC. Las mayores diferencias se encontraron en la temperatura media nocturna, con 15,9 ºC y 15,8 ºC, para T_1 y T_2 , respectivamente, frente a 13,9 ºC de T_3.

Producción comercial

El tratamiento T_2 , con calefacción y aporte de CO_2, obtuvo mayor producción precoz (114 DDT) con 5,6 Kg m^{-2}, seguido del tratamiento con calefacción T_1 y del testigo T_3, con 5,0 Kg m^{-2} y 2,9 Kg m^{-2}, respectivamente (Figura-1). Es decir, los tratamientos T_1 y T2 duplicó la producción con respecto al testigo T_3. En cuanto a la producción total para los tratamientos T_1 y T_2, fue de 26,2 Kg m^{-2} y 27 Kg m^{-2}, respectivamente, frente a 22,6 Kg m^{-2} de T_3.

Tanto, para la producción precoz (114 DDT) como total (259 DDT), no se encontraron diferencias significativas entre T_1 y T_2, habiéndolas entre éstos y T_3 (Cuadro-2). Sin embargo, cabe decir que aunque no se encontraron diferencias entre T_1 y T_2 para los periodos descritos, las producciones acumuladas se diferenciaron entre ambos a partir de 127 DDT para igualarse al final del ciclo (Figura-1). Ello puede indicar que el aporte de CO_2 provocó un aumento próximo al 15% de T_2 con respecto a

T_1, reduciéndose al final del ciclo de cultivo al verse limitado el enriquecimiento de CO_2 por la aperturas de ventanas, debido a las altas temperaturas de los periodos finales.

Consumo de combustible procedente de la calefacción y CO_2

El consumo de combustible derivado de la calefacción (propano) fue, en ambos tratamientos T_1 y T_2, de 7,9 kg m^{-2}, con un gasto medio de 80 g de propano m^{-2} dia^{-1}. El mayor consumo se produjo en los periodos iniciales, cuando el gradiente térmico, entre interior y exterior, fue mayor. A partir de 219 DDT, el consumo fue, prácticamente nulo, dado que las temperaturas del aire exterior se equipararon a las de consigna.

Conclusiones

- El incremento de la temperatura del aire de los tratamientos con calefacción provocó un aumento en la producción precoz y total del 50% y 20%, respectivamente, con respecto al tratamiento testigo.

- El régimen de CO_2 aplicado mostró incrementos en producción, aunque para los periodos analizados no se encontraron diferencias significativas. Ello, probablemente, porque el aporte de CO_2 se redujo a partir de mitad del ciclo, por la apertura de ventanas, durante gran parte del día, para ventilar los invernaderos.

Referencias

Hernández J., Escobar I., Castila N.. 2000. Nivel tecnológico de los invernaderos en la costa andaluza. Caja rural de Granada (Ed).

Lorenzo P, Sánchez-Guerrero M.C., Medrano E. 2000. Aplicación combinada de calefacción y enriquecimiento carbónico in 'Calefacción de invernaderos en el sudeste español'. Ed. Caja Rural de Almería. Pag. 45-49.

Montero J.I., Castilla N., Gutiérrez de Ravé E., Bretones F. 1985. Climate under plastic in the Almería area. Acta Horticulturae, 170: 227-234.

Nederhoff E.M. 1995. Greenhouse construction and equipment. In 'Greenhouse climate control'. Bakker, Bot, Challa, van de Braak (Eds):195-201.

Puerto H. 2001. Respuesta productiva de un cultivo de pepino holandés bajo invernadero a la calefacción por aire caliente. Tesis doctoral. Universidad de Almería. 13-26.

Tesi R. 1969. Aspetti e problemi del condizionamiento térmico delle serre. Genio Rurale nº 7/8. Julio y agosto.

Tognoni F. 1990. Effects of stressful and unstressful low temperature on vegetable crops: Morphological and physiological aspect. Acta Horticulturae 287: 67-71.

Verlodt H. 1990. Protected cultivation in Mediterranean climate. Greenhouses in Cyprus.FAO.

Tabla-1. Temperatura media, para los distintos tratamientos y exterior, durante los periodos diurno, nocturno y diario.

	Exterior			
Diaria	16	18,6	18,4	17,3
Diurna	18,3	21,3	21,1	21
Nocturna	13,9	15,9	15,8	13,9

Tabla-2. Análisis de la producción comercial, precoz y total, de los tres tratamientos. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas al 5%.

	Producción comercial (Kg m^{-2})	
Tratamientos	**Precoz (114 DDT)**	**Total (259 DDT)**
T_1	5,0 a	26,2 a
T_2	5,6 a	27,0 a
T_3	2,9 b	22,3 b

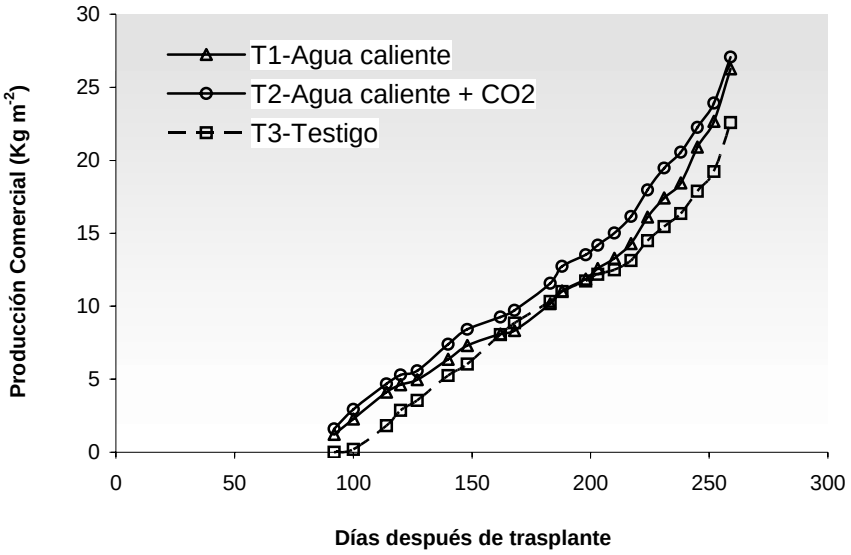

Figura-1. Producción comercial acumulada de un cultivo de tomate para los tres tratamientos aplicados.

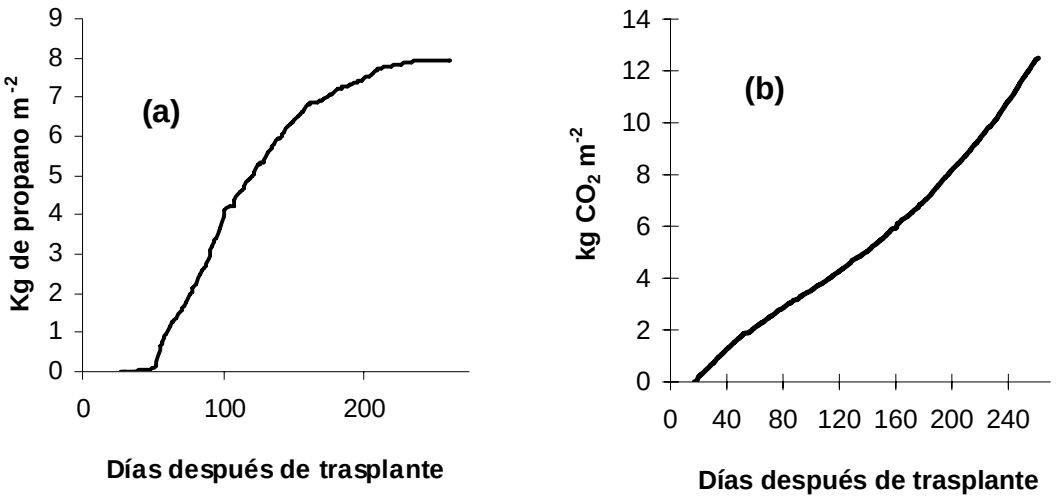

Figura-2. (a) Consumo acumulado de combustible (propano) en los dos tratamientos con calefacción y (b) consumo acumulado de CO_2 del tratamiento T_2.