Respuesta productiva de un cultivo de berenjena en invernadero bajo distintas estrategias de calefacción

López J.C., Pérez C., Gázquez J.C., Parra A. y Pérez-Parra J.
Estación Experimental de la Fundación Cajamar. Autovía del Mediterráneo, Km. 416,7. 04710. El Ejido, Almería. jclh@cajamar.es

Palabras clave: temperatura, *solanum melongena L,* multitúnel, Almería.

Resumen

La producción agrícola bajo invernadero en Almería se caracteriza por el empleo de estructuras sencillas y de bajo coste con un limitado control climático. La temperatura es un factor determinante de la actividad metabólica, crecimiento y desarrollo de las plantas. Durante el ciclo otoño-invierno, las bajas temperaturas limitan la producción, lo que origina un notable aumento de precios. El aporte de calor en el interior del invernadero mediante sistemas de calefacción, permite el control de la temperatura durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos y posibilita una programación en la producción de frutos. El objetivo principal del trabajo fue determinar la respuesta productiva de un cultivo de berenjena bajo tres tratamientos de calefacción: temperatura mínima nocturna de 12ºC (T_{12}), 16ºC (T_{16}) y 20ºC (T_{20}) y mínima diurna de 20ºC igual en los tres tratamientos. Se determinó producción total, comercial y no comercial, encontrándose diferencias significativas entre tratamientos. La producción total al final del ciclo de cultivo fue de 14,0 kg m^{-2} para T_{12}, 12,7 kg m^{-2} para T_{16} y 11,9 kg m^{-2} para T_{20}.

INTRODUCCIÓN

La información disponible sobre el uso de sistemas de calefacción en invernadero es escasa e incompleta (Montero y Antón, 1994; Hernández et al., 1998; Baille, 1999; Baille, 2000). Normalmente, los sistemas de calefacción han sido diseñados en otras áreas de cultivo con unas condiciones climáticas y agronómicas distintas de 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 et al., 1998).

El objetivo principal del trabajo fue determinar la respuesta productiva de un cultivo de berenjena bajo tres tratamientos de calefacción: temperatura mínima nocturna de 12ºC (T_{12}), 16ºC (T_{16}) y 20ºC (T_{20}) y mínima diurna de 20ºC igual en los tres tratamientos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar, en el término municipal de El Ejido, en Almería, durante la campaña 2004/05. Se desarrolló en tres invernaderos tipo multitúnel, con cubierta asimétrica, de 2.400 m^2 cada uno. Cada invernadero estaba formado por 8 módulos de estructura metálica, con una altura en cumbrera de 5,4 m y 3,4 m en banda. Ventilación lateral (Norte y Sur) y cenital (ventana abatible cenital orientada al sur en cada uno de los módulos) automatizadas y cubiertas de malla anti-insectos 20*10 hilos cm^{-1}, con un grosor de hilo de 0,27 mm y una porosidad del 30%. La orientación de los invernaderos era Este-Oeste. El material de cerramiento

fue plástico tricapa incoloro difuso de 200 µ de espesor, de primera campaña, instalado el 26/07/04. Se cultivó en sustrato, en bolsas de perlita (segundo cultivo), de 40 litros, con granulometría B-12 (partículas de 0-5 mm de Ø).y el riego fue por goteo, con goteros autocompensantes y antidrenantes de 3 l h^{-1}. El cultivo fue berenjena (*Solanum melongena L),* cultivar *Cristal,* transplantado el 21/09/04 y finalizó el 19/04/05. El marco de plantación fue de 1,66 m entre línea de cultivo; 1,50 m entre los centros de los sacos de cultivo y 3 plantas por saco, lo que determinó una densidad de plantación de 1,2 plantas m^{-2}. Los invernaderos disponían de un sistema de calefacción por convección y radiación por tubería metálica por la que circula agua caliente. Éste sistema estaba situado entre las líneas de cultivo formando bucles, uno por línea de cultivo. Este sistema estaba alimentado por una caldera de una potencia térmica de 1.250.000 kcal h^{-1}. El combustible fue gas propano licuado. Se dispusieron los siguientes tratamientos: T_{12}: temperatura mínima nocturna de 12ºC y temperatura mínima diurna 20ºC; T_{16}: temperatura mínima nocturna de 16ºC y temperatura mínima diurna 20ºC; T_{20}: temperatura mínima nocturna de 20ºC y temperatura mínima diurna 20ºC.

Se realizaron medidas de producción total, comercial y no comercial y por categorías, atendiendo a las normas de calidad para berenjenas (REGLAMENTO CE 1292/81, modificado por el REGLAMENTO CE 888/97). La recolección se inició el 4 de noviembre de 2004 (47 días desde el transplante, ddt) finalizando el 13 de abril de 2005 (208 ddt). Se realizaron 30 recolecciones en total con una periodicidad aproximada de 7 días. Los análisis de la producción se llevaron a cabo para distintos períodos que coincidían con los cambios de pendiente de las curvas de producción comercial acumulada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción acumulada, hasta el final del ciclo de cultivo, no presentó saturación en ninguno de los tratamientos. El cultivo de berenjena se comportó como un cultivo de crecimiento indeterminado (Fig. 1). La producción se analizó para tres períodos, coincidiendo el final del primer periodo con un cambio de pendiente en la curva de producción comercial acumulada, el 23/12/04 (93 ddt); el segundo periodo se desarrolló desde el 24/12/04 (94 ddt) hasta el final del ciclo de cultivo, el 13/04/05 (204 ddt); el tercer periodo englobó todo el ciclo de cultivo, 204 ddt (Fig. 1).

En el periodo I, se observó la precocidad del cultivo. El tratamiento más precoz fue T_{16}, con 3,2 kg m^{-2} de comercial. El número de frutos comerciales por planta y el peso medio del fruto fue similar entre los tratamientos. No se observaron diferencias significativas en éste primer periodo (Tabla 1).

En el periodo II, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo el T_{12} el que alcanzó mayor producción total y comercial, 10,7 Kg m^{-2} y 10,3 kg m^{-2} respectivamente. El peso medio del fruto fue similar entre los tratamientos, entorno a 313,4 gramos, siendo mayor el número de frutos para el tratamiento T_{12}. En producción no comercial T_{16} mostró únicamente diferencias significativas (Tabla 2).

En el periodo III se observaron diferencias significativas entre tratamientos. El tratamiento con menor nivel térmico (T_{12}) alcanzó mayor producción total y comercial, con 14,0 kg m^{-2} y 13,5 kg m^{-2} respectivamente y T_{20} obtuvo una menor producción comercial, 11,6 kg m^{-2}. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Kürklu et al, (1998), donde estudiaron la respuesta de un cultivo de berenjena a diferentes niveles térmicos y en los que el tratamiento con mayor nivel térmico presentaba menor peso fresco de frutos.

Los tratamientos T_{16} y T_{20} se diferencian de T_{12} en las últimas recolecciones, llegando a obtener 4 frutos por planta menos que T_{12}, lo que supone una reducción de 2 kg m^{-2} en producción total. La producción no comercial fue mayor en T_{16}, un 7% con respecto al total, principalmente por daños de trips (*Frankliniella occidentalis)* (Tabla 3).

Estos resultados indican que con la estrategia seguida de temperatura mínima nocturna 12ºC y 20ºC diurna, es decir, con un gradiente térmico de 8ºC entre día y noche se obtuvieron las mayores producciones de berenjena.

Tabla 1. Producción total, comercial, primera y segunda categoría, no comercial, número de frutos comerciales y peso medio del fruto comercial, para un cultivo de berenjena durante la campaña 2004/05. Periodo I (93 ddt)

Tratamiento	Total (kg m^{-2})	Comercial (kg m^{-2})	1ª Cat. (kg m^{-2})	2ª Cat. (kg m^{-2})	No comercial (kg m^{-2})	Nº frutos (fr pl^{-1})	Peso medio fruto comercial (g fr^{-1})
T12	3,3 a	3,1 a	2,8 a	0,3 a	0,2 a	8,3 a	313,1 a
T16	3,3 a	3,2 a	2,9 a	0,3 a	0,1 a	8,6 a	311,8 a
T20	3,0 a	2,9 a	2,6 a	0,3 a	0,1 a	7,8 a	315,2 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 2. Producción total, comercial, primera y segunda categoría, no comercial, número de frutos comerciales y peso medio del fruto comercial, para un cultivo de berenjena durante la campaña 2004/05. Periodo II (94 a 204 ddt)

Tratamiento	Total (kg m^{-2})	Comercial (kg m^{-2})	1ª Cat. (kg m^{-2})	2ª Cat. (kg m^{-2})	No comercial (kg m^{-2})	Nº frutos (fr pl^{-1})	Peso medio fruto comercial (g fr^{-1})
T12	10,7 a	10,3 a	8,6 a	1,7 a	0,4 b	26,2 a	329,1 a
T16	9,4 b	8,6 b	7,0 b	1,6 a	0,8 a	21,4 b	337,1 a
T20	8,9 b	8,6 b	7,2 b	1,4 a	0,3 b	21,7 b	331,4 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

Tabla 3. Producción total, comercial, primera y segunda categoría, no comercial, número de frutos comerciales y peso medio del fruto comercial, para un cultivo de berenjena durante la campaña 2004/05. Periodo III (204 ddt)

Tratamiento	Total (kg m^{-2})	Comercial (kg m^{-2})	1ª Cat (kg m^{-2}).	2ª Cat. (kg m^{-2})	No comercial (kg m^{-2})	Nº frutos (fr pl^{-1})	Peso medio fruto comercial (g fr^{-1})
T12	14,0 a	13,5 a	11,5 a	2,0 a	0,5 ab	34,6 a	325,7 a
T16	12,7 b	11,8 b	9,9 b	1,9 a	0,9 a	29,9 b	330,0 a
T20	11,9 c	11,6 b	9,8 b	1,8 a	0,3 b	29,5 b	327,6 a

Test de Mínima Diferencia Significativa, LSD. Valores seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes al nivel de significación del 5%.

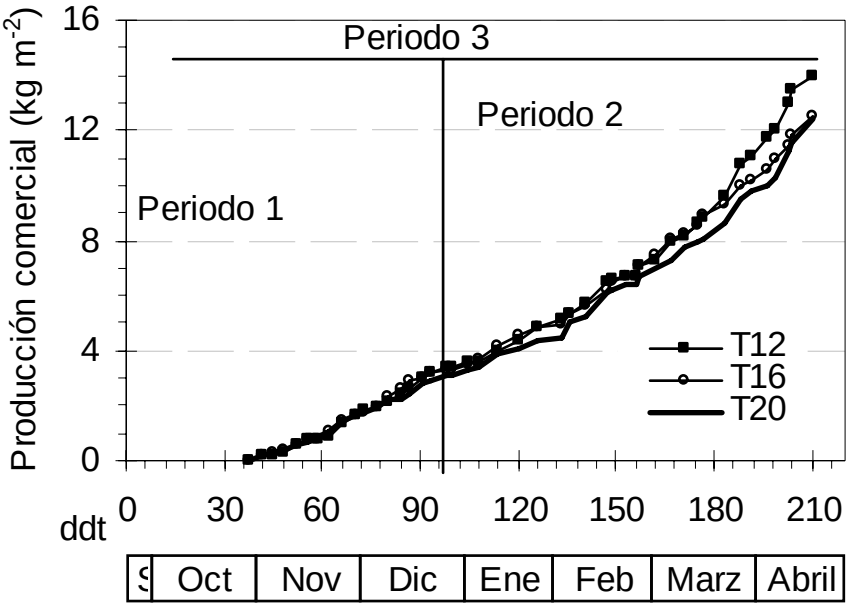

Fig. 1. Evolución de la producción comercial acumulada para un cultivo de berenjena, bajo tres tratamientos térmicos (12ºC, 16ºC y 20ºC), durante la campaña 2004/05

REFERENCIAS

Baille A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. Acta Horticulturae, 491: 37-47.

Baille A., 2000. Trends in greenhouse technology for improved climate control in mild winter climates. ISHS Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates:161-167.

Hernández J., Morales M.I., Castilla N., Escobar I., 1998. Comportamiento del acolchado con plásticos blancos sobre enarenado en cultivo de judía bajo invernadero. Actas de Horticultura vol. (21), 57-61

Kürklü, A.; Hadley, P.; Wheldon, A. 1998. Effects of temperature and time of harvest on the growth and yield of aubergine (Solanum melongena L.). Journal of Agriculture and ferestry. 341-348.

Montero J.I., Antón A. 1994. Evolución tecnológica de los invernaderos españoles. Acta Horticulturae, 357: 15-27.