

Calefacción localizada en gerbera

¹R.M. BENAVENTE; S. de la PLAZA; J.L. GARCIA; L.M. NAVAS y L. LUNA

²J.M. DURAN y N. RETAMAL

Dptos. Ingeniería Rural¹ y Producción Vegetal: Fitotecnia² E.T.S.I. Agrónomos Madrid
rbenaven@iru.etsia.upm.es



La influencia de la calefacción de las raíces sobre la producción de flor cortada de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook) fue analizada en un invernadero de cristal provisto de un sistema de calefacción localizada del sustrato de cultivo utilizando cable radiante eléctrico. Se estudió igualmente la influencia de la variedad elegida, la posición de la planta en el invernadero y la fecha de recolección sobre la producción de gerbera.

El invernadero donde se realizaron los experimentos a los que se refiere este trabajo se encuentra ubicado en los Campos de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid. Este invernadero, que en lo sucesivo será denomi-

nado invernadero experimental, es del tipo capilla a dos aguas, de 18.9 m de longitud y 12.2 m de anchura, lo que supone 230 m² cubiertos, y estuvo dedicado al cultivo de gerbera. Las alturas de cumbrera y hombros son, respectivamente, de 4.75 y 2.30 m, con orientación N-S del eje de la cumbrera.

El invernadero cuenta en su interior con seis mesetas de cultivo iguales, cuyas dimensiones son 10 x 2.02 x 0.43 m, lo cual hace que la superficie total de las seis mesetas sea de 121 m². Dentro de dichas mesetas se encuentra el sustrato que constituye el medio de cultivo de la gerbera. Como sustrato de cultivo se empleó una mezcla de arena de río lavada y turba rubia de musgo en proporción volumé-

Vista general exterior del invernadero experimental. El invernadero donde se realizaron los experimentos a los que se refiere este trabajo se encuentra ubicado en los Campos de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid

trica 3:1, lo que le confirió las características de soltura y buen drenaje necesarias para la correcta implantación del cultivo, ya que la gerbera es muy sensible al encharcamiento. Las seis mesetas fueron divididas en dos partes iguales y aisladas térmicamente entre sí, con lo que se obtuvieron doce semimesetas de iguales dimensiones

donde se llevaron a cabo los ensayos. Cada semimeseta constituyó una unidad experimental. En la figura 1 se muestra la distribución en planta de las semimesetas en el invernadero experimental, identificadas como A1, A2, B1, B2, C1, C2, D1, D2, F1 y F2.

La calefacción ambiental del invernadero experimental se realizó mediante una bomba de calor eléctrica aire-agua. En función del régimen térmico nocturno a mantener en el invernadero, la gerbera es una especie de invernadero templado, incluyéndose dentro de esta categoría todas aquellas especies que precisen una temperatura nocturna comprendida entre los 10 y 14 °C. En cuanto a la calefacción del sustrato se realizó mediante calefacción localizada por cable radiante eléctrico. Se empleó cable calefactor del tipo apantallado, a 220 V y 50 Hz. El cable radiante se compone del elemento calefactor, compuesto de cuatro filamentos de aleación cobre-estaño, y



Vista general del cultivo de gerbera en pleno desarrollo

En función del régimen térmico nocturno a mantener en el invernadero, la gerbera es una especie de invernadero templado, incluyéndose dentro de esta categoría aquellas especies que precisen una temperatura nocturna entre los 10 y 14°C.

el aislante, de polietileno reticulado. Al ser un cable destinado a trabajar en un lugar húmedo, incorpora una pantalla de hilo de cobre, rodeando a la primera capa de aislante, que sirve como conexión a tierra, y que a su vez está cubierta por una segunda capa aislante, ésta de cloruro de polivinilo.

Un circuito independiente de calefacción del sustrato de 115 m de longitud se dispuso enterrado en cada una de las semimesetas, aportando 284 W·m⁻². El tendido del cable se hizo guardando una distancia entre líneas de cables contiguos de 0.06 m. La temperatura de consigna para la calefacción del sustrato se fijó en 18 °C. Dicha temperatura de raíces es considerada óptima para el cultivo de la gerbera. Termostatos independientes, instalados en cada unidad experimen-

tal y regulados a la temperatura de consigna, permitieron controlar de forma automática e individual la temperatura en la zona de raíces de cada semimeseta. Cada uno de dichos termostatos fue comandado por un sensor de temperatura NTC, que se situó alineado sobre el punto medio entre dos líneas de cables contiguos, a 0.1 m de la superficie del suelo, profundidad a la que suele medirse la temperatura en la zona de raíces para la gerbera, por considerarse la profundidad a la que se encuentra concentrada la mayor densidad de raíces.

En cada una de las doce semimesetas de cultivo se distribuyeron aleatoriamente 75 plantas de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus ex Hook), pertenecientes a seis variedades: 17 plantas de la variedad 'Cerise' (color rojo), 17 de la variedad 'Avanti' (color

salmón), 17 de la variedad 'Fame' (color amarillo), 7 de la variedad 'Olimpic' (color naranja), 10 de la variedad 'Party' (color malva) y 7 plantas de la variedad 'Impala' (color blanco). Así pues, todas las semimesetas presentaron el mismo número de plantas de cada variedad. Las plantas de gerbera, obtenidas mediante cultivo in vitro y suministradas desde Holanda, se distribuyeron en las doce semimesetas, a razón de 9 plantas·m⁻², con un marco de plantación de 0.33 x 0.33 m.

Desde la puesta en marcha del cultivo en el verano de 1994, se realizaron cortes de flor una o dos veces a la semana (dependiendo de la época del año), determinándose en cada corte la producción de cada variedad en cada semimeseta. Se llevaron a cabo 179 cortes de flor en los 32 meses de producción, comprendidos entre agosto de 1994 y marzo de 1997. Se han analizado en primer lugar los datos totales de producción y a continuación la producción en cada una de las dos campañas de calefacción (1995-96 y 1996-97). La producción se expresó como flores producidas por planta de gerbera y mes, considerando siempre las plantas de gerbera como las plantas puestas inicialmente en cultivo, ya que hubo un cierto porcentaje de ma-



En el ensayo se utilizaron 75 plantas de gerbera pertenecientes a seis variedades

rras a lo largo del proceso.

Análisis de la producción global de gerbera

Con los datos totales (32 meses, desde agosto de 1994 hasta marzo de 1997, ambos inclusive) se evaluaron las diferencias de producción entre las seis variedades estudiadas. Para ello, se realizó un análisis de varianza considerando como factores la semimeseta elegida (12 semimesetas), la variedad (6 variedades) y la campaña de producción (3 campañas: la primera, de 12 meses, sin calefacción localizada,

flores-planta⁻¹.mes⁻¹), mientras que la segunda proporcionó la máxima producción (3.35 flores-planta⁻¹.mes⁻¹). En la tercera campaña la producción disminuyó (2.65 flores-planta⁻¹.mes⁻¹). Sin embargo, en las variedades 'Avanti' (salmón) y 'Party' (malva) el máximo de producción se produjo en la primera campaña, siendo 'Party' la variedad más productiva del primer año.

Por último, los datos obtenidos permitieron analizar las diferencias de producción entre las diferentes semimesetas en el período anterior a la conexión de la calefacción localizada

producción puede residir en las diferencias en la radiación solar que recibió cada semimeseta.

Análisis de la producción de gerbera durante la primera campaña de calefacción

En la primera campaña de calefacción el cable radiante estuvo en funcionamiento desde el día 05/12/95 hasta el día 31/05/96. En todo el período funcionó el sistema de calefacción del aire del invernadero. Se realizó un análisis de varianza con los datos de ese período, considerando como factores la semimeseta elegida (12 semimesetas) y el período de recolección (32 períodos, cada uno de entre 4 y 7 días). Los objetivos fueron los siguientes:

- determinar si la calefacción localizada del sustrato produce un aumento en la producción. Con este fin se comparó la producción de la semimeseta B2 (sin calefacción localizada) con la producción de las otras 5 semimesetas del mismo lado: A2, C2, D2, E2 y F2 (con calefacción localizada). Para ello se realizó un test de contrastes.

- determinar las variedades que responden a la calefacción localizada con un incremento de la producción. Para ello se separaron los datos correspondientes a cada una de las seis variedades y se realizaron seis tests de

Cuadro 1:
Porcentaje de incremento de producción conseguido por la calefacción en cada variedad durante las campañas de calefacción 1995-96 y 1996-97

Variedad	Incremento 1ª campaña	Incremento 2ª campaña
'Impala' (blanca)	31.8*	40.9**
'Fame' (amarilla)	3.1 (ns)	5.3 (ns)
'Olimpic' (naranja)	-15.6 (ns)	-7.5 (ns)
'Avanti' (salmón)	17.5*	6.1 (ns)
'Cerise' (roja)	28.9**	12.1**
'Party' (malva)	37.7**	6.6 (ns)
Producción total	13.9**	7.5**

(ns) no significativo; * significativo al 5%; ** significativo al 1%

y las dos siguientes, de 12 y 8 meses respectivamente, con calefacción localizada). El objetivo principal fue determinar si la producción de alguna de las variedades fue significativamente superior. Con este fin se realizó un test de comparación de medias (Newman-Keuls, grado de significación del 5 %). El análisis de varianza realizado indicó que los tres factores considerados (variedad, campaña de producción y semimeseta) influyeron significativamente en la producción de gerbera.

La producción de cada una de las seis variedades fue significativamente diferente. Como se observa en la figura 2, la variedad más productiva fue 'Fame' (amarilla), con una producción media de 4.23 flores-planta⁻¹.mes⁻¹ y la menos productiva 'Impala' (blanca), con 1.84 flores-planta⁻¹.mes⁻¹.

La evolución de la producción a lo largo de las tres campañas no fue igual en las seis variedades analizadas, como se observa en la figura 3. Si se considera la producción global de las seis variedades, la primera campaña fue la menos productiva (2.45

del sustrato (16 primeros meses: desde agosto de 1994 hasta noviembre de 1995, ambos inclusive). El objetivo fue determinar si la posición de la semimeseta en el invernadero influyó sobre la producción. Para ello, se realizó un análisis de varianza de los datos de producción en ese período considerando como factores la semimeseta elegida (12 semimesetas) y la variedad (6 variedades), y un test de contrastes comparando la producción del lado Oeste del invernadero (semimesetas pares) con la del lado Este (semimesetas impares). La figura 1 muestra la producción media de cada semimeseta en ese período. Las semimesetas del lado Oeste del invernadero proporcionaron de forma sistemática una producción superior a las del lado Este. El test de contrastes realizado confirmó que la producción media del lado Oeste en este período (2.46 flores-planta⁻¹.mes⁻¹) fue significativamente superior, con nivel de significación del 1 %, a la producción media del lado Este (2.09 flores-planta⁻¹.mes⁻¹). La causa de estas diferencias de

El objetivo principal del ensayo fue determinar si la producción de alguna de las variedades utilizadas fue significativamente superior; la producción de cada una de las seis variedades fue diferente

contrastos, comparando la producción de la semimeseta B2 con la de las semimesetas A2, C2, D2, E2 y F2.

El análisis de varianza realizado con los datos de producción de la primera campaña de calefacción indicó que los dos factores considerados (la semimeseta y el período de recolección) influyeron significativamente en la producción. La producción media de cada semimeseta en este período se muestra en la figura 1. Como se apre-

Figura 1:
Producción media
(flores-planta⁻¹·mes⁻¹) de
cada semimeseta durante
los 16 primeros meses,
durante la primera
y durante la segunda
campaña de calefacción

F1	2.16	F2	2.56
E1	2.20	E2	2.54
D1	2.05	D2	2.42
C1	1.97	C2	2.47
B1	2.18	B2	2.42
A1	1.96	A2	2.32
16 PRIMEROS MESES			

cia en dicha figura, se mantuvo la tendencia ya comentada de producción superior en las semimesetas del lado Oeste. La excepción a esta tendencia fue la semimeseta B2, que presentó la menor producción de todo el invernadero a pesar de estar situada al lado Oeste. Esta semimeseta fue la única que no contó con calefacción localizada del sustrato en el período analizado.

Utilizando los datos de producción global de las seis variedades, se comparó con un test de contrastes la producción de la semimeseta B2 (3.74 flores-planta⁻¹·mes⁻¹) con la de las otras cinco semimesetas del mismo lado: A2, C2, D2, E2 y F2 (4.26 flores-planta⁻¹·mes⁻¹). El resultado indicó que el incremento de producción conseguido con la calefacción localizada del sustrato (13.9 %) fue significativo con un nivel de significación del 1 % (Cuadro 1).

El mismo análisis se realizó con los datos de producción de cada variedad por separado, realizando en cada caso un test de contrastes. Como se puede observar en el cuadro 1, la calefacción localizada no produjo el mismo efecto en todas las variedades. El incremento de producción fue significativo en las

F1	3.92	F2	4.20
E1	3.98	E2	4.19
D1	4.06	D2	4.61
C1	3.92	C2	4.06
B1	4.07	B2	3.74
A1	4.03	A2	4.22
PRIMERA CAMPAÑA DE CALEFACCION			

F1	3.41	F2	3.54
E1	3.19	E2	3.13
D1	2.92	D2	3.50
C1	3.07	C2	2.98
B1	3.19	B2	2.21
A1	3.47	A2	2.82
SEGUNDA CAMPAÑA DE CALEFACCION			

variedades 'Impala' (blanca), 'Avanti' (salmón), 'Cerise' (roja) y 'Party' (malva), con unos incrementos del 31.8%, 17.5%, 28.9% y 37.7%, respectivamente. Sin embargo, la calefacción localizada no produjo efectos significativos en las variedades 'Fame' (amarilla) y 'Olimpic' (naranja); en esta última, la producción media fue menor, aunque no de forma significativa, al aplicar la calefacción localizada del sustrato.

Análisis de la producción de gerbera durante la segunda campaña de calefacción

En la segunda campaña de calefacción el cable radiante estuvo en

funcionamiento desde el día 01/11/96 hasta el día 31/03/97. En todo el período funcionó el sistema de calefacción del aire del invernadero. Se realizó un análisis de varianza con los datos de ese período, considerando como factores la semimeseta elegida (12 semimesetas) y el período de recolección (25 períodos, cada uno de entre 4 y 7 días). Los objetivos fueron los siguientes:

- determinar si la calefacción localizada del sustrato produce un aumento en la producción. Con este fin se comparó la producción de las semimesetas A2, C2, D1 y D2 (sin calefacción localizada) con la producción de las semimesetas A1, B1, C1, E1, E2, F1 y F2 (con calefacción localizada). Para ello se utilizó un test de contrastes.

- determinar las variedades que

El análisis de varianza realizado con los datos de producción de la primera y segunda campaña de calefacción indicó que los factores «semimeseta» y «período de recolección» influyeron significativamente en la producción

responden a la calefacción localizada con un incremento de la producción. Para ello se separaron los datos correspondientes a cada una de las seis variedades y se realizaron seis tests de contrastes, comparando la producción de las semimesetas sin calefacción localizada y con calefacción localizada.

La semimeseta B2 no se incluyó en ningún test de contrastes de esta campaña, ya que la ausencia de calefacción en la campaña precedente hizo que su producción, muy inferior, no fuera comparable con el resto.

El análisis de varianza realizado con los datos de producción de la segunda campaña de calefacción indicó nuevamente que los dos factores considerados (la semimeseta elegida y el período de recolección) influyeron significativamente en la producción. La producción media de cada semimeseta en la segunda campaña de calefacción se muestra en la figura 1. En este período se rompió

Figura 2:
Producción (flores·planta⁻¹·mes⁻¹)
de cada variedad estudiada

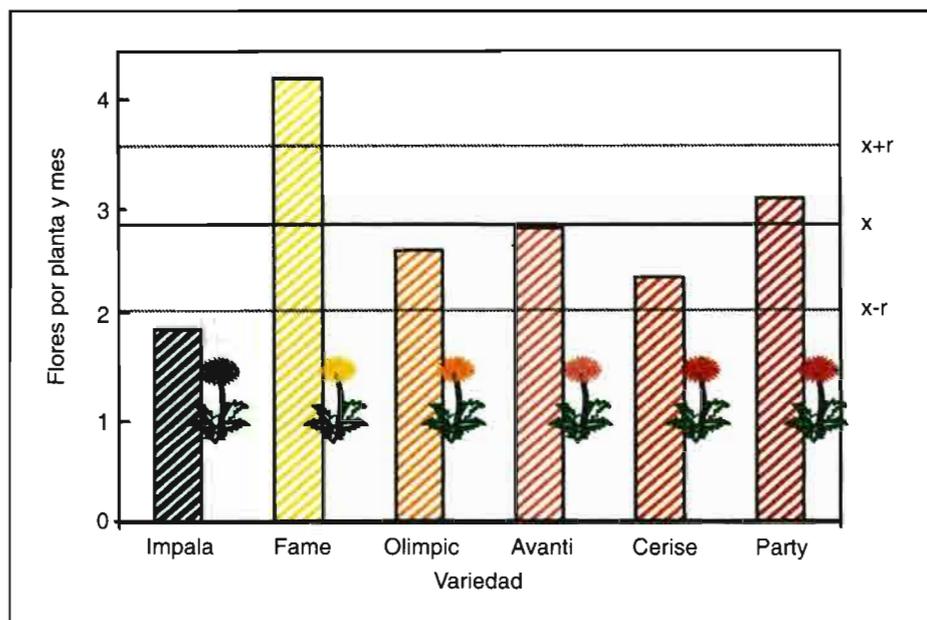
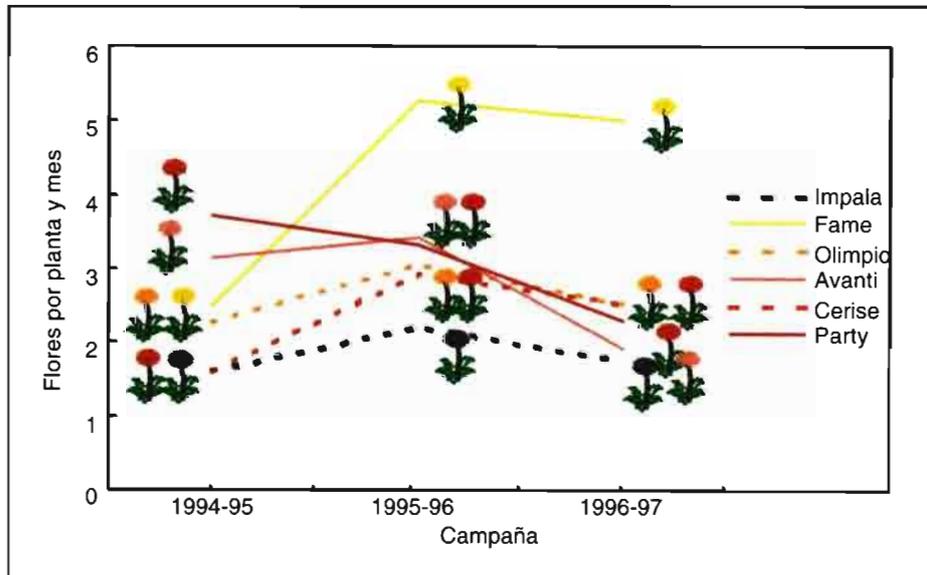


Figura 3:
Evolución de la producción (flores·planta⁻¹·mes⁻¹)
de las seis variedades a lo largo de las tres campañas
estudiadas



la tendencia observada en las anteriores campañas según la cual las semimesetas del lado Oeste eran más productivas. La causa fue que parte de las semimesetas contaron con calefacción en este período (semimesetas A1, B1, B2, C1, E1, E2, F1 y F2), mientras que las demás no tuvieron este aporte energético (semimesetas A2, C2, D1 y D2).

Utilizando los datos de producción global de las seis variedades, se

comparó con un test de contrastes la producción de las semimesetas con calefacción (3.29 flores·planta⁻¹·mes⁻¹) con la producción de las semimesetas sin calefacción (3.06 flores·planta⁻¹·mes⁻¹). El resultado indicó que el incremento de producción (7.5%) conseguido con la calefacción localizada fue significativo con un nivel de significación del 1% (cuadro 1), lo cual confirmó los resultados del año precedente.

El mismo análisis se realizó con los datos de producción de cada variedad por separado, realizando en cada caso un test de contrastes. Los resultados se muestran en el cuadro 1. Como en el año anterior, la calefacción localizada no produjo el mismo efecto en todas las variedades. El incremento de producción fue significativo en las variedades 'Impala' (blanca) y 'Cerise' (roja), con unos incrementos del 40.9% y 12.1%, respectivamente.

La calefacción localizada del sustrato no produjo efectos significativos en las variedades 'Fame' (amarilla), 'Olimpic' (naranja), 'Avanti' (salmón)

Los resultados de ambas campañas demuestran que la calefacción localizada del sustrato produce incrementos de producción en ciertas variedades de gerbera con valores del 10 al 40%

y 'Party' (malva). Como en el año precedente, la producción media de la variedad 'Olimpic' fue menor, aunque no de forma significativa, al aplicar la calefacción. En general, los resultados de esta segunda campaña de calefacción confirmaron en buena medida los resultados de la campaña anterior, aunque los incrementos de producción fueron significativos en cuatro de las variedades el primer año y tan sólo en dos de las variedades de gerbera en el segundo año.

La conclusión que se obtiene con los resultados de ambas campañas es que la calefacción localizada del sustrato produce incrementos de producción en ciertas variedades de gerbera (con valores del 10 al 40%), pero sin embargo algunas variedades no responden a este factor e incluso parecen disminuir su producción al aplicar la calefacción, como es el caso de la variedad 'Olimpic'.

Agradecimientos

Este informe es parte del trabajo del grupo investigador dirigido por el Profesor de la Plaza, financiado por el proyecto de la Comunidad Europea AIR3-CT93-1603 «Management and Control for Quality in Greenhouses».