

## ADAPTACION AL CULTIVO COMO PLANTA ORNAMENTAL DE *Canarina canariensis* (L.) Vatke. III: RESPUESTAS AL FOTOPERIODO Y REGIMEN TERMICO

M. CABALLERO, M. C. CID y A. GONZALEZ<sup>1</sup>

Centro de Investigación y Tecnología Agraria. Dpto. de Ornamentales y Horticultura. Apdo 60. La Laguna. Tenerife.

<sup>1</sup>. Actualmente: Sección de Protección de los Vegetales, Consejería de Agricultura y Pesca.

Recibido: Diciembre 1991

Palabras clave: *Canarina*, cultivo, fotoperiodo, temperatura

### RESUMEN

El crecimiento estacional tanto de la parte aérea como de la raíz tuberosa de esta planta viene condicionado por la temperatura y la longitud del día.

En un experimento factorial utilizando dos niveles de temperatura (15°C y 25°C) y dos de longitud del día (8h y 16h), se ha puesto en evidencia que la planta necesita día corto para crecer y florecer. El crecimiento óptimo se sitúa entre 15°C y 20°C. En cambio, temperaturas en torno a 25°C o superiores aceleran los procesos de senescencia y dificultan o impiden la diferenciación floral.

La temperatura y el fotoperíodo afectan asimismo a la tuberización. Existe aparente influencia de los días largos en la derivación de asimilados hacia la raíz.

Temperaturas de conservación de las raíces en torno a 15°C pueden permitir una disminución del número de nudos preciso para producir la primera flor.

### SUMMARY

Temperature and daylength influence seasonal growth of both aerial part and tuberous root in *Canarina*. In a factorial experiment with two levels of temperature (25°C and 15°C) and two photoperiod (16 h and 8 h), it has been evidenced that 8 h promotes stem growth, while 16 h inhibit it. At 25°C flower development and root increase seem to be interrupted. With respect to root storage, preliminary results suggest that storage at 15°C allow subsequent earlier flowering.

### INTRODUCCION

*Canarina canariensis* (L.) Vatke es una campanulácea endémica de Canarias que trata de adaptarse al cultivo como planta de flor en maceta. Su hábito

de crecimiento natural requiere para ello el empleo de retardantes (Caballero, 1984; Díaz et al., 1988).

La planta presenta una acusada estacionalidad, con un período de cultivo de septiembre a abril. Ello hace pensar necesariamente que puede existir influencia de la temperatura y la longitud del día en el crecimiento vegetativo y desarrollo floral de la planta. Su época de posible disfrute o comercialización comprende desde finales de diciembre a finales de febrero, según se realice el pinzado y la conducción del cultivo.

Otro aspecto de interés en este caso que puede ser influido por estos factores, como ha sido señalado (Caballero, 1990), es la existencia de fenómenos de competencia por los asimilados entre la parte aérea y la raíz tuberosa. La naturaleza de estos fenómenos está aún en buena medida por desentrañar (Vince-Prue, 1985). El empleo de retardantes de crecimiento puede alterar en parte esa distribución de asimilados en plantas bulbosas y tuberosas (Uemoto et al., 1983; Furutani y Nagao, 1986; Van Heemst, 1986), e incluso interferir de modo diferente según sean las condiciones climáticas durante el cultivo (Menzel, 1980; Shee, 1983). Interesa pues deslindar en lo posible tales respuestas, tanto en la fase de crecimiento activo como en el reposo. Por tanto, es necesario conocer los factores que desencadenan los procesos de floración o, en este caso, tuberización, a fin de poder intervenir sobre ellos en circunstancias adecuadas.

En el caso que nos ocupa, se intenta encontrar las respuestas pertinentes al fotoperíodo relacionándolas con el nivel de temperatura. Para ello se ha realizado un sencillo experimento en el que se han combinado dos niveles de temperatura y dos condiciones de longitud del día. También se ha realizado una experiencia preliminar de conservación de raíces a diversas temperaturas con objeto de conocer si posee alguno de los tipos de comportamiento característicos de especies bulbosas y tuberosas respecto a la diferenciación floral.

## MATERIAL Y METODOS

### 1. Crecimiento a diferentes condiciones de temperatura y fotoperíodo.

Raíces tuberosas procedentes de un ciclo de cultivo de 6 meses, con un peso entre 8 y 10 gramos, fueron plantadas el 10 de Septiembre de 1989 en macetas de plástico de 12 cm de diámetro, en un sustrato a base de pícón:turba:tierra en proporción 1:1:1 en volumen y provisto de  $3 \text{ g l}^{-1}$  de un abono de lenta liberación con microelementos. Las macetas fueron emplazadas bajo umbráculo en Valle Guerra (Tenerife) para su cultivo y preparación hasta el inicio de la experiencia.

El 30 de octubre de 1989, una vez producida la brotación y habiendo emergido suficientemente (más de tres nudos), fueron seleccionadas 80 plantas para el experimento.

El 31 de octubre, las plantas fueron situadas en 4 cámaras climatizadas y con iluminación artificial. Se establecieron dos regímenes térmicos:  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  y  $15 \pm 1.5^\circ\text{C}$ , y dos niveles de longitud del día: 8 horas y 16 horas. La luz procedía en cada caso de 4 luminarias fluorescentes situadas 30-40 cm encima de las plantas, aportando  $97 \pm 19 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  de PPFD ó  $18 \pm 2 \text{ w.m}^{-2}$  ó  $5600 \pm 1240 \text{ lux}$ , medidos con un radiómetro portátil (Lambda Inc. Corp., Lincoln, Nebraska) provisto de los tres sensores respectivos.

El 3 de noviembre de 1989 se procedió al pinzado de todas las plantas por encima del tercer nudo. A lo largo del experimento se regó con una solución de 100 ppm de abono completo de equilibrio 1N: 0.5P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1K<sub>2</sub>O.

El 22 de febrero de 1990 se hizo la medida de longitud y número de nudos de brotes laterales producidos tras el pinzado.

Al final del experimento (20 de mayo de 1990) se procedió a medir asimismo el peso fresco de las raíces.

## 2. Conservación de raíces.

30 plantas uniformes fueron cultivadas en macetas de 12 cm bajo umbráculo desde principios de octubre de 1989. Al iniciarse el reposo vegetativo, tan pronto se observó el agostamiento de la parte aérea (15/06/1990), se situaron tres lotes en cámaras a 5°C, 15°C y 25°C, respectivamente. El 20/09/1990 se sacaron de las cámaras y se emplazaron de nuevo bajo umbráculo para su cultivo. El 12/03/1991 se midió la longitud y el número de nudos hasta la flor más evolucionada, estableciendo además un valor de acuerdo a la definición de estados de evolución floral (Caballero, 1990). Se estableció el **índice de precocidad**, cociente entre el valor asignado al estado evolutivo de la primera flor y el número de nudos del brote correspondiente.

## RESULTADOS

### Crecimiento vegetativo

Desde el mismo momento de ser situadas en condiciones de día largo, (16 h.), las plantas sometidas tanto a 15°C como a 25°C paralizaron notablemente su crecimiento, en tanto que las situadas en condiciones de día corto (8 h.) continuaron el mismo con normalidad.

La diferencia de temperatura se manifestó en una aceleración de los procesos. Así, el 22 de febrero de 1990 se había producido la senescencia total de más del 50% de las plantas situadas a 25°C y 16 h., mientras las de 15°C y 16 h. estaban en proceso similar, pero más atenuado (Tabla 1).

Horas luz	Temp. (°C)	Longitud (cm)	Nº nudos	Observaciones
8	15	19.3 ± 5.3	4.6 ± 0.7	
	25	33.9 ± 11.0	6.5 ± 1.6	ahilamiento
16	15	7.8 ± 3.5	2.4 ± 0.8	inicio senescencia
	25	6.3 ± 1.5	2.6 ± 0.5	senescencia > 50%

Resultados ANOVA. Diferencias significativas al 99.9% (\*\*\*), 99% (\*\*) y 95% (\*), respectivamente:

	Long.	Nº nudos
A:Fotoperíodo	***	***
B:Temperatura	**	**
Interacción AXB	***	*

Tabla 1.- Longitud y nº de nudos tras el pinzado en plantas sometidas a dos niveles de temperatura y fotoperíodo. (Datos de 10 plantas elegidas al azar en cada grupo).

En cambio, las plantas situadas en condiciones de día corto presentaban diferencias en cuanto al número de nudos y longitud total de brotes laterales.

### Diferenciación floral

A medida que se alcanzaron los 9-10 nudos, se pudo observar el inicio del botón floral en algunas plantas. Ello ocurrió a lo largo del mes de marzo en las plantas creciendo a fotoperiodo de 8 h. Ahora bien, el desarrollo floral no llegó a terminar en las de 25°C, y sí en las de 15°C, aunque en un reducido número de plantas.

### Crecimiento de raíces

Al considerarse finalizado el experimento (20 de mayo de 1990) se procedió a medir el peso fresco de las raíces (Tabla 2).

Horas de luz	temperatura(°C)	Peso de raíz (g)
8	15	24.6 ± 9.7
	25	4.9 ± 2.0
16	15	53.6 ± 12.4
	25	17.8 ± 6.0

Resultados ANOVA. Diferencias significativas al 99.9% (\*\*\*), 99% (\*\*) y 95% (\*), respectivamente:

A:Fotoperíodo	***
B:Temperatura	***
Interacción AXB	***

Tabla 2.- Datos de peso de raíz en plantas sometidas a dos niveles de temperatura y fotoperiodo

El análisis de la varianza confirma la influencia de ambos factores en la formación de reservas, así como la clara interacción existente entre ellos.

### Comportamiento tras la conservación de raíces

Las raíces conservadas a 25°C habían iniciado la brotación en el momento de ser situadas bajo umbráculo. Las conservadas a 15°C la iniciaron inmediatamente después de ser sacadas, en tanto que los brotes de las conservadas a 5°C no aparecieron hasta mediados de diciembre. Los resultados de las medidas efectuadas (Tabla 3) reflejan la referida situación, pudiendo observarse que el nivel de desarrollo floral es notablemente inferior en las conservadas a 5°C frente a las otras dos. El número de nudos preciso hasta la aparición de la primera flor es significativamente menor cuando las raíces se conservan a

15°C y 5°C. Al considerar el índice de precocidad, vemos que el valor obtenido para las plantas conservadas a 15°C resulta ligeramente superior.

Tª CONSERVACION	INDICE EVOL. FLORAL	Nº NUDOS 1ª FLOR	INDICE PRECOCIDAD
5°C	6.4 ± 0.5a	9.4 ± 0.7a	0.72 ± 0.09a
15°C	9.1 ± 0.5b	9.7 ± 0.7a	1.00 ± 0.09b
25°C	9.2 ± 0.6b	12.1 ± 0.7b	0.79 ± 0.10a
Sign.	***	**	*

Valores diferentes significativamente a 99% (\*\*\*) , 95% (\*\*) y 90% (\*) de nivel de confianza, respectivamente. Las medias señaladas con letras distintas fueron separadas mediante el test de Newman-Keuls.

Tabla 3.- Estados de evolución floral, nº de nudos e índice de precocidad de plantas procedentes de raíces conservadas a tres temperaturas diferentes

## DISCUSIÓN

Es preciso hacer algunas observaciones al primer experimento. La primera de ellas se refiere a la cantidad total de luz recibida por las plantas, que se estima insuficiente si se la compara con la de los experimentos realizados en umbráculo. En ese sentido, las observaciones relativas a desarrollo floral e incluso las de acumulación de asimilados, deben ser tomadas con las reservas que requiere el caso.

De acuerdo a lo expresado en los anteriores resultados, parece claro que en las plantas que han crecido a 25°C y 8 h. se ha producido una derivación del total de asimilados hacia la parte aérea, ocurriendo incluso un agotamiento casi total de las reservas de las raíces.

Las plantas de 25°C y 16 h. probablemente han producido muy pocas reservas pues el proceso de senescencia ha sido relativamente rápido. En cambio, en las de 15°C y 16 h. ha habido tiempo de producir una migración de reservas hacia las raíces suficiente como para que el peso se incremente significativamente.

No obstante parece claro, a la luz de los resultados obtenidos, que se puede aseverar lo siguiente:

(a) Existe una influencia del fotoperíodo en el estímulo del desarrollo del ápice terminal. Por consiguiente, tanto el crecimiento vegetativo como la inducción floral (dado que la flor es siempre terminal en *Canarina*) precisan de día corto para producirse.

(b) El fotoperiodismo se relaciona generalmente sobre todo con los fenómenos reproductivos (floración). Sin embargo, pueden darse respuestas de crecimiento vegetativo que pudieran ser independientes de los fenómenos

de reproducción, como la formación de órganos de reserva y la derivación de fotoasimilados hacia tales órganos. También pudiera ocurrir, y quizá sea el caso que nos ocupa, que la respuesta fotoperiódica sea condición necesaria, pero no suficiente, para que se complete el ciclo reproductivo. De ese modo, otros factores como la temperatura y sus fluctuaciones pueden desempeñar un papel primordial en las sucesivas etapas de diferenciación floral, como se ha señalado para muchas especies (Bernier et al, 1981).

No es frecuente encontrar casos en la literatura que se refieran a la inducción de senescencia y de acumulación de reservas en el órgano subterráneo por condiciones de día largo y alta temperatura, con excepción quizá de algunas especies de *Allium*. Sin embargo, este es un mecanismo cuya existencia puede considerarse normal en plantas nativas en áreas mediterráneas, en las que la estación estival es francamente adversa para la vida vegetal.

El retraso observado en la brotación de las raíces conservadas a 5°C sugiere que probablemente es preciso un período de conservación a temperaturas en torno a los 25°C con objeto de superar fenómenos de latencia, tras lo cual parece que temperaturas más bajas pueden favorecer la inducción floral, como se ha descrito para otras bulbosas y tuberosas (Hartsema, 1961). No obstante, se precisan futuros estudios para confirmar las posibilidades de forzado de esta planta mediante manipulación de la temperatura durante el almacenamiento de raíces.

#### BIBLIOGRAFIA

- BERNIER, G.; J.M. KINET y R.M. SACHS, 1981. *The Physiology of flowering*. Vols. I, II. CRC Press BocaRaton, FLA.
- CABALLERO, M. 1984, Efectos de la aplicación de retardantes de crecimiento en *Canarina canariensis*. En: *Soc. Esp. Ciencias Hort. (ed): I Congreso Nacional*. pp. 69-71. S.E.C.H. Córdoba.
- DIAZ, M.A.; M.C. CID y M. CABALLERO, 1988. *Canarina canariensis* (L.)Vatke: A Canary Islands endemism with ornamental prospects. *Acta Hort.* 226: 559-562.
- FURUTANI, S.C. y M.A. NAGAO, 1986. Influence of daminocide, gibberellic acid and ethephon on flowering, shoot growth and yield of ginger. *HortScience* 21:428-429
- HARTSEMA, A.M., 1961. Influence of temperature on flower formation of bulbous and tuberous plants. En: *Encyclopaedia of Plant Physiology*, Vol. 16: 123-161. Springer, Berlin.
- MENZEL, C.M., 1980. Tuberization in potato at high temperatures: responses to gibberellin and growth inhibitors. *Annals of Botany* 46:259-265.
- UEMOTO, S.; H. OKUBO y S.T. CHOI, 1983. Relationships between bulb formation and dormancy in respect to the endogenous plant hormone levels. *Acta Horticulturae* 134:101-108.
- VAN HEEMST, H.D., 1986. The distribution of dry matter during growth of a potato crop. *Potato Research* 29:55-66.
- VINCE-PRUE, D., 1985. Photoperiod and Hormones. En: *Encyclopaedia of Plant Physiology, New Series*, Vol. 11:308-364.

de reproducción, como la formación de órganos de reserva y la derivación de fotoasimilados hacia tales órganos. También pudiera ocurrir, y quizá sea el caso que nos ocupa, que la respuesta fotoperiódica sea condición necesaria, pero no suficiente, para que se complete el ciclo reproductivo. De ese modo, otros factores como la temperatura y sus fluctuaciones pueden desempeñar un papel primordial en las sucesivas etapas de diferenciación floral, como se ha señalado para muchas especies (Bernier et al, 1981).

No es frecuente encontrar casos en la literatura que se refieran a la inducción de senescencia y de acumulación de reservas en el órgano subterráneo por condiciones de día largo y alta temperatura, con excepción quizá de algunas especies de *Allium*. Sin embargo, este es un mecanismo cuya existencia puede considerarse normal en plantas nativas en áreas mediterráneas, en las que la estación estival es francamente adversa para la vida vegetal.

El retraso observado en la brotación de las raíces conservadas a 5°C sugiere que probablemente es preciso un período de conservación a temperaturas en torno a los 25°C con objeto de superar fenómenos de latencia, tras lo cual parece que temperaturas más bajas pueden favorecer la inducción floral, como se ha descrito para otras bulbosas y tuberosas (Hartsema, 1961). No obstante, se precisan futuros estudios para confirmar las posibilidades de forzado de esta planta mediante manipulación de la temperatura durante el almacenamiento de raíces.

#### BIBLIOGRAFIA

- BERNIER, G.; J.M. KINET y R.M. SACHS, 1981. *The Physiology of flowering*. Vols. I, II. CRC Press BocaRaton, FLA.
- CABALLERO, M. 1984, Efectos de la aplicación de retardantes de crecimiento en *Canarina canariensis*. En: *Soc. Esp. Ciencias Hort. (ed): I Congreso Nacional*. pp. 69-71. S.E.C.H. Córdoba.
- DIAZ, M.A.; M.C. CID y M. CABALLERO, 1988. *Canarina canariensis* (L.)Vatke: A Canary Islands endemism with ornamental prospects. *Acta Hort.* 226: 559-562.
- FURUTANI, S.C. y M.A. NAGAO, 1986. Influence of daminocide, gibberellic acid and ethephon on flowering, shoot growth and yield of ginger. *HortScience* 21:428-429
- HARTSEMA, A.M., 1961. Influence of temperature on flower formation of bulbous and tuberous plants. En: *Encyclopaedia of Plant Physiology*, Vol. 16: 123-161. Springer, Berlin.
- MENZEL, C.M., 1980. Tuberization in potato at high temperatures: responses to gibberellin and growth inhibitors. *Annals of Botany* 46:259-265.
- UEMOTO, S.; H. OKUBO y S.T. CHOI, 1983. Relationships between bulb formation and dormancy in respect to the endogenous plant hormone levels. *Acta Horticulturae* 134:101-108.
- VAN HEEMST, H.D., 1986. The distribution of dry matter during growth of a potato crop. *Potato Research* 29:55-66.
- VINCE-PRUE, D., 1985. Photoperiod and Hormones. En: *Encyclopaedia of Plant Physiology, New Series*, Vol. 11:308-364.