

Crecimiento, floración y estado hídrico de plantas de geranio regadas en condiciones deficitarias en distintos momentos fenológicos

S. Álvarez, A. Navarro y M.J. Sánchez-Blanco

Departamento de Riego, CEBAS-CSIC. Apdo. 164, 30.100 Murcia

Palabras clave: *Pelargonium*, consumo hídrico, valor ornamental, riego deficitario

Resumen

Plantas de geranio, crecidas en condiciones controladas fueron sometidas a un tratamiento control, regado en base a su máxima capacidad de retención hídrica, y se comparó con tres tratamientos deficitarios donde se reducía el riego en distintos momentos fenológicos. Se estudia la evapotranspiración, potencial hídrico foliar, ajuste osmótico y resistencia hidráulica de la planta, así como parámetros indicativos del desarrollo de la planta, número de flores y parámetros de color. Los valores de consumo de agua variaron a lo largo del ciclo y en función de los tratamientos. La biomasa de la parte aérea de las plantas de geranio disminuyó por efecto del riego deficitario, independientemente del momento de su aplicación. El tamaño de la planta y la intensidad de floración fue más parecida entre las plantas control y las del tratamiento donde no se reducía el riego en la fase de floración, mientras que las plantas más pequeñas y con menos flores correspondieron a aquellas donde la reducción del riego se aplicaba en la fase de floración. La resistencia hidráulica radical fue similar en todos los tratamientos y aumentó en la parte aérea de los deficitarios. A pesar de que las plantas de los tratamientos deficitarios recibían similares cantidades de agua y las reducciones eran moderadas, observamos comportamientos distintos dependiendo de la fase donde se reduce el aporte de agua, hecho que habrá que tener en cuenta para elaborar estrategias de riego en este tipo de plantas.

INTRODUCCIÓN

El geranio pertenece a la familia *Geraniaceae*, con alrededor de 280 especies y se encuentra entre las más populares pudiéndose cultivar como planta en jardín o en maceta (Hassanein and Dorion, 2006). En la industria ornamental existe una cierta presión para producir cultivos con una mayor eficiencia en el uso del agua. En este sentido, la aplicación de estrategias de riego deficitario es una herramienta ampliamente utilizada, que lleva consigo la inducción de un cierto nivel de estrés hídrico, lo cual es utilizado para controlar el crecimiento de la planta. Sin embargo la sensibilidad a dicho estrés y la repercusión de éste en la calidad de la planta depende del momento fenológico en el cual se aplique (Cameron et al., 1999). Entre estas estrategias, la aplicación de riego deficitario controlado, RDC, lleva consigo la reducción del riego en una fase determinada, implicando un estrés controlado suficiente para reducir el crecimiento vegetativo pero sin afectar al valor ornamental y económico de las plantas (Cameron et al., 2006).

El objetivo de este trabajo ha sido comparar el efecto de distintos tratamientos de riego (riego control y riego deficitario en distintos momentos fenológicos) sobre el crecimiento, características ornamentales, consumo de agua y estado hídrico de plantas de geranio en condiciones de crecimiento controladas con el fin de evaluar la utilidad de estas estrategias de riego en cultivos ornamentales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tratamientos y condiciones de cultivo

Se emplearon 100 ejemplares de *Pelargonium x hortorum*, cv. Víctor, de flores rojas para maceta que fueron trasplantadas a macetas marrones redondas de PVC de 14 cm de diámetro y 12.8 cm de altura (1.2l vol), con un sustrato de fibra de coco, turba rubia y perlita (2:1:1) añadiéndose 2 g l⁻¹ de osmocote (abono de lenta liberación).

Las macetas fueron llevadas a una cámara de crecimiento ajustada a 18 °C y 81 μmol m⁻² s⁻¹ oscuridad, 24 °C y 350 μmol m⁻² s⁻¹ luz para simular los cambios naturales de temperatura y luz, y la humedad relativa en torno a 65%-80%.

Las plantas fueron distribuidas en grupos de 25, cada uno correspondiente a un tratamiento. Durante seis meses las plantas fueron sometidas a cuatro tratamientos de riego, regándose 5 días a la semana, con distintas dosis de agua; un tratamiento control hasta alcanzar el 95% del peso de la maceta en base a su máxima capacidad de retención hídrica durante todo el ensayo (Control), y tres tratamientos deficitarios, hasta alcanzar el 70% de este umbral: uno durante todo el ciclo (RD Sostenido), otro durante todo el ciclo excepto en la fase de floración (RDC I) y otro durante la fase de floración (RDC II) con el fin de comprobar si dicha fase resultaba crítica. El tratamiento RDC I se regó como control durante la fase de floración y deficitario el resto del ensayo, mientras que el RDC II se regó como el control durante todo el ciclo y deficitario en la fase de floración.

Al inicio del ensayo se regaron todas las plantas hasta saturación para obtener el peso de máxima capacidad de retención hídrica (peso de cada maceta a capacidad de campo) y a partir de este valor, calcular el umbral de peso a alcanzar en cada fase de riego. Diariamente se pesaban todas las macetas antes del riego con lo que se calcula el consumo de cada maceta desde el riego anterior y se determina la cantidad de agua necesaria (riego) para llegar al umbral preestablecido (Fig. 1). En esta figura se representa la evolución del peso de las distintas macetas y los umbrales de riego en cada fase.

Medidas de crecimiento y floración

Se realizaron medidas semanales de crecimiento (altura y anchura) y de floración (nº de flores y color) en 12 plantas por tratamiento y un muestreo final en el que se determinó el peso seco de 5 plantas por tratamiento, distinguiéndose la parte aérea de la raíz. Además se midió el área foliar, utilizándose un medidor de área foliar Delta-T (Device Ltd., Cambridge, UK).

Consumo de agua y estado hídrico

El consumo de agua se midió gravimétricamente durante todo el periodo experimental, registrando datos cada 30 minutos, (4 macetas/tratamiento) con una balanza Sartorius, modelo 5201. El consumo se determinó por diferencias de peso en todas las macetas (peso después del riego y peso antes del riego siguiente).

El potencial hídrico foliar (Ψ_h) fue medido en condiciones de máxima luz en distintos momentos del ciclo del geranio. Se evaluaron cinco hojas para cada tratamiento. Dichas medidas fueron determinadas de acuerdo con Scholander et al., (1965) usando una cámara de presión (Soil Moisture Equipment Co., Santa Bárbara, CA, USA, mod. 3000). El potencial osmótico a máxima saturación (Ψ_{os}) fue medido, después de tener las hojas en agua destilada a 4°C, en oscuridad, para alcanzar la máxima turgencia y se determinó con un osmómetro de presión de vapor Wescor 5500, según Gucci et al., (1991).

Se realizó una medida final de conductividad hidráulica en 5 plantas por tratamiento, distinguiéndose la parte aérea de las raíces, usando un equipo Dynamax High Pressure Flow Meter (HPFM).

Se realizó un análisis de varianza utilizando el programa Statgraphics Plus, y se realizó una comparación de medias con el test de Duncan ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de consumo de agua variaron a lo largo del ciclo y correspondieron a un total de 6812, 5397, 5450 y 5335 ml para los distintos tratamientos. Las reducciones en el consumo de agua por las plantas son atribuibles a una menor superficie transpirante ya que las condiciones ambientales (T° , HR, y radiación), parámetros estrechamente relacionados con la ET (Montero et al., 2001) fueron constantes a lo largo del ensayo. La biomasa de la parte aérea, el número de hojas y el área foliar de las plantas de geranio disminuyeron por efecto del riego deficitario, independientemente del momento de su aplicación. Sin embargo, las raíces no se vieron modificadas (Tabla 1). El crecimiento de la planta se ve habitualmente limitado cuando la disponibilidad de agua en el sustrato disminuye. En nuestro ensayo, la reducción en el crecimiento vino acompañado con la pérdida en el número de hojas, parámetro muy sensible al estrés hídrico (Anyia and Herzog, 2004) y con la reducción del área foliar (Bargali and Tewari, 2004). Estas modificaciones pueden tener un papel adaptativo, evitando pérdidas excesivas de agua, mediante la reducción de la superficie aérea transpirante (Sharp, 1996; De Herralde et al., 1998). La evolución durante todo el periodo de la altura y anchura de la planta fue más parecida entre las plantas control y las de RDC I. Las plantas que presentaban menor altura y anchura correspondieron a aquellas donde la reducción del riego se aplicaba en la fase de floración (Fig. 2A y 2B). La intensidad de floración, también, fue menor para este tratamiento y mayor para el control y el RDC I (Fig. 2C). No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en los parámetros de color en hojas y flores (Sánchez-Blanco et al., 2009) (Tabla 2). El potencial hídrico de las hojas refleja el agua aportada en los distintos momentos y presentó valores altos, no alcanzando los valores umbral para el cierre estomático, que se sitúa en torno a -0.8 MPa (Arora et al., 1998) (Fig. 3A). No hubo ajuste osmótico como consecuencia de los tratamientos de riego (Fig. 3B), ya que el estrés hídrico fue moderado (Sánchez-Blanco et al. 2009). La resistencia hidráulica radical fue similar en todos los tratamientos (Tabla 3), sin embargo a nivel de la parte aérea se observa un aumento de dicha resistencia en los tratamientos deficitarios. A pesar de que las plantas de los tratamientos deficitarios recibían similares cantidades de agua, observamos comportamientos distintos dependiendo de la fase en donde se aplican dichos tratamientos, hecho que habrá que tener en cuenta en la elaboración de estrategias de riego en este tipo de plantas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos: CICYT (AGL 2005-05588-C02-1-2); Convenio de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia (UPCT-CEBAS. 2008).

Referencias

Anyia, A. O. and Herzog, H. 2004. Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *European J. of Agron.* 20:327-339.

- Arora, R., Dharmalingam, S.P. and Bradford, C.B. 1998. Water-stress-induced heat tolerance in geranium leaf tissues: A possible linkage through stress proteins?. *Physiol Plant*. 103:24-34.
- Bargali, K. and Tewari, A. 2004. Growth and water relation parameters in drought-stressed *Coriana nepalensis* seedlings. *J. of Arid Environments*. 58:505-512.
- Cameron, R.W.F., Harrison-Murray, R.S. and Scott, M.A.. 1999. The use of controlled water stress to manipulate growth of container-grown *Rhododendron* cv. Hoppy. *J. Hort. Sci. Biotechnol*. 74:161-169.
- Cameron, R.W.F., Harrison-Murray, R.S., Atkinson, C.J. and Judd, H.L. 2006. Regulated deficit irrigation: a means to control growth in woody ornamentals. *J. Hort. Sci. Biotechnol*. 81:435-443.
- De Herralde, F., Biel, C., Savé, R., Morales, M.A., Torrecillas, A., and Alarcón, J.J. Sánchez-Blanco, M.J. 1998. Effect of water and salt stresses on the growth, gas exchange and water relations in *Argyranthemum coronopifolium* plants. *Plant Sci*.139:9-17.
- Gucci, R., Xiloyannis, C. and Flore, J.A. 1991. Gas exchange parameters water relations and carbohydrate partitioning in leaves of field-grown *Prunus domestica* following fruit removal. *Physiol. Plant*. 83:497-505.
- Hassanein, A. and Dorion, N. 2006. Determining morphological and physiological parameters for the selection of drought-tolerant geraniums (*Pelargonium x hortorum* L. H. Bailey). *J. Hort. Sci. Biol*. 81:707-713.
- Montero, J.I., Antón, A., Muñoz, P. and Lorenzo, P. 2001. Transpiration from geranium grown under high temperatures and low humidities in greenhouses. *Agr. For Meteorol*.107:323-332.
- Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D. and Hemingsen, E.A. 1965. Sap pressure in vascular plants. *Sci*. 148:339-346.
- Sharp, R. E. 1996. Regulation of plant growth responses to low soil water potentials. *HortScience*, 31:36-39.
- Sánchez-Blanco, M.J., Navarro, A., Álvarez, S. and Bañón, S. 2009. Changes in leaf water relations, gas exchange, growth and flowering quality in potted geranium plants irrigated with different water regimes. *J. Plant Physiol*. 166:467-476.

Tabla 1. Estudio del crecimiento en plantas de geranio sometidas a diferentes tratamientos de riego.

Parámetros medidos	Tratamientos				P
	Control	RD Sostenido	RDC I	RDC II	
Peso seco aéreo (g pl ⁻¹)	5.33 ± 0.37 b	3.44 ± 0.40 a	3.22 ± 0.26 a	2.65 ± 0.31 a	***
Peso seco raíz (g pl ⁻¹)	2.25 ± 0.24	2.06 ± 0.41	1.94 ± 0.07	1.65 ± 0.10	ns
Número de hojas	68 ± 4.10 b	51 ± 4.43 a	45 ± 2.44 a	45 ± 6.36 a	**
Área foliar total (cm ²)	446 ± 35 b	273 ± 42 a	279 ± 28 a	284 ± 27 a	**

Tabla 2. Estudio de color en plantas de geranio sometidas a diferentes tratamientos de riego.

Parámetro		Tratamientos								P
		Control		RD Sostenido		RDC I		RDC II		
Hojas	L	33.3	± 0.5	31.8	± 0.5	32.1	± 0.7	31.8	± 0.7	ns
	C	16.6	± 0.7	13.6	± 0.8	14.0	± 0.9	14.1	± 0.9	ns
	HUE	115.2	± 0.5	108.5	± 0.4	115.7	± 3.3	110.6	± 3.3	ns
Flores	L	34.2	± 0.79	34.1	± 0.85	34.6	± 0.88	36.7	± 0.77	ns
	C	84.8	± 2.06	85.5	± 1.83	85.4	± 1.67	76.1	± 1.25	ns
	HUE	84.8	± 2.06	85.5	± 1.83	85.4	± 1.67	76.1	± 1.25	ns

Tabla 3. Estudio de la resistencia hidráulica en plantas de geranio sometidas a diferentes tratamientos de riego.

Resistencia (Mpa s m ² Kg ⁻¹)	Tratamientos			
	Control	RD Sostenido	RDC I	RDC II
Raíz	792 a	714 a	1084 a	819 a
Parte aérea	518 a	579 a	787 b	827 b
Tallo	458 a	479 a	712 b	803 b

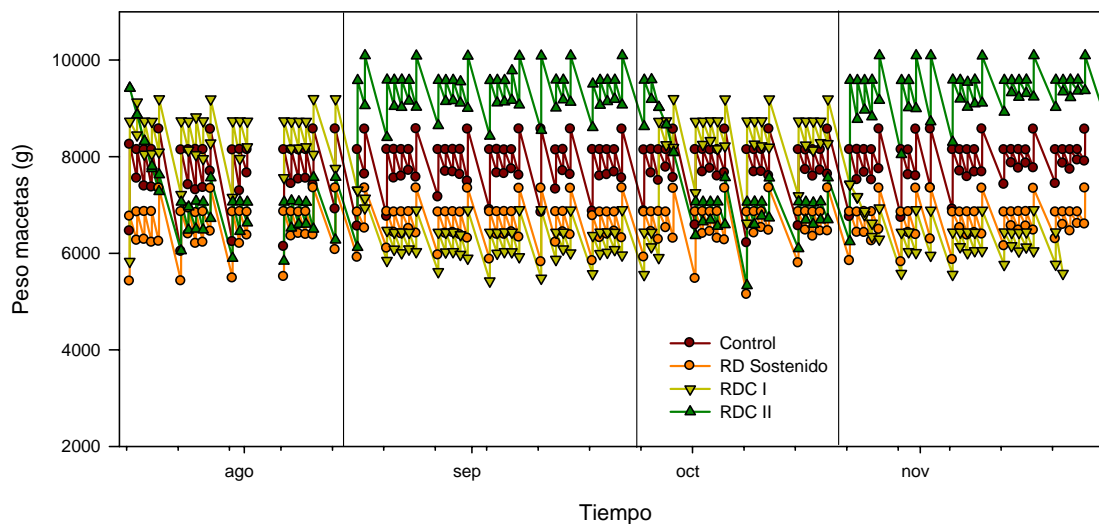


Fig. 1. Evolución del peso de 12 macetas por tratamiento durante el periodo experimental. Las líneas verticales indican los cambios de riego en los tratamientos de RDC.

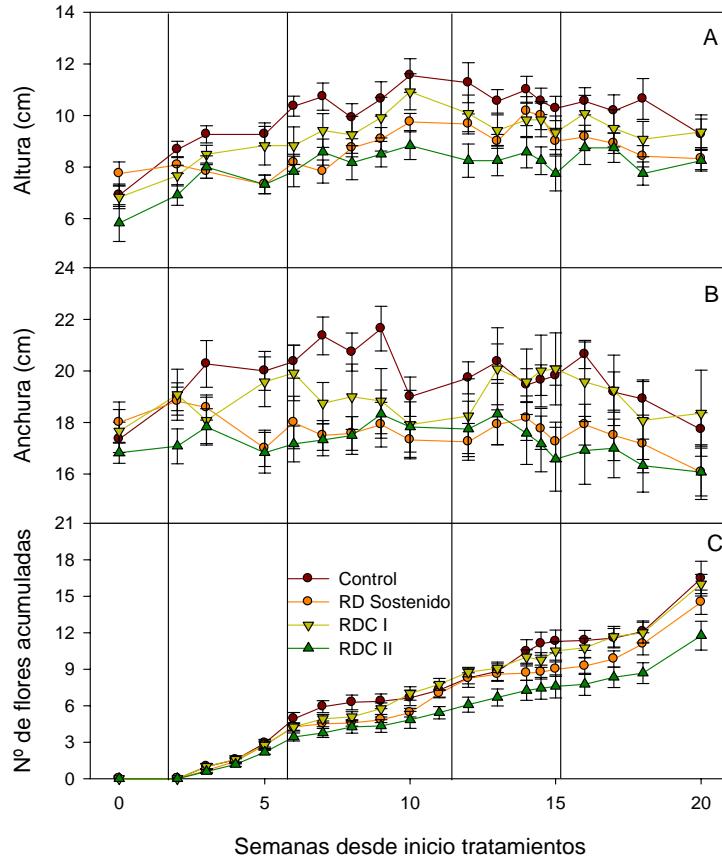


Fig. 2. Evolución de los parámetros de crecimiento (altura, A; anchura, B) y floración (C) en plantas de geranio con diferentes niveles de riego durante el periodo experimental. Las líneas verticales indican los cambios de riego en los tratamientos de RDC.

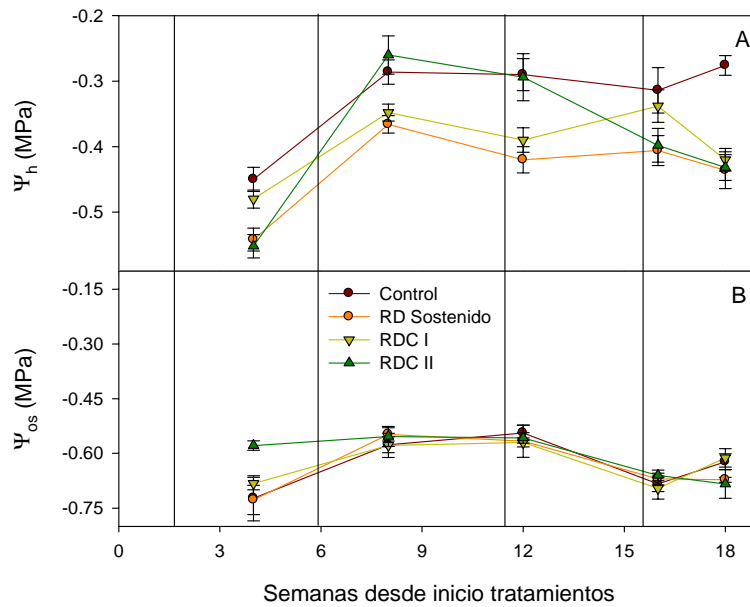


Fig 3. Evolución del potencial hídrico (A) y del potencial osmótico saturado (B) en plantas de geranio sometidas a diferentes tratamientos de riego.