

***Osteospermum* bajo condiciones salinas en jardinería urbana: Dinámica radical y calidad paisajística**

J. Ochoa¹, M.J. Sánchez-Blanco², R. Valdés¹, J.A. Franco¹ y S. Bañón¹

¹Universidad Politécnica de Cartagena, Departamento de Producción Vegetal, Paseo Alfonso XIII 48, 30203 Cartagena. *raquel.valdes@upct.es

²Departamento de Riego, CEBAS-CSIC. P.O. Box 164. 30100 Espinardo, Murcia.

Resumen

***Osteospermum* es una especie vivaz sub-arbustiva de vistosa y prolongada floración, muy presente en el paisaje urbano del sureste español. Plantas de la variedad «Margarita White» fueron plantadas en bandas formando arriates característicos en jardinería, con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes estrategias de riego salino sobre el crecimiento aéreo y radical, estado fisiológico y calidad paisajística de los arriates. Los tratamientos fueron tres: 1) riego control con agua de 1,5 dS m⁻¹, 2) riego con agua de 3 dS m⁻¹ (salino) y, 3) riego salino con lavado (doble volumen de riego) cuando la conductividad eléctrica del medio tras el riego medida con un sensor HPII-Stevens superaba 0.75 dS m⁻¹. Las plantas se regaban cuando el contenido volumétrico del agua en el suelo bajaba de 0.24 m³ m⁻³, según la HPII. Los parámetros de crecimiento aéreo y radical, salinidad y calidad paisajística fueron determinados a los 6 meses de la plantación. Los dos tratamientos salinos no afectaron a la altura de planta, pero redujeron significativamente la cobertura vegetal y el índice de área foliar. El riego salino redujo la longitud total de raíces y provocó un sistema radical más profundo en comparación con el control. Tras 6 meses no observamos daños salinos en ningún tratamiento, y la abundante floración de esta planta no fue afectada por la salinidad. Concluimos que *Osteospermum* presenta una moderada tolerancia al riego con agua salina, y que el riego de lavado no está justificado si consideramos el periodo de cultivo estudiado.**

Palabras clave: salinidad, riego, paisaje urbano, crecimiento radical, minirizotrones

INTRODUCCIÓN

En zonas áridas y semiáridas del Sureste español parece incrementarse la atención en la utilización de aguas salinas o regeneradas con alto contenido de sales, principalmente para el riego de espacios verdes públicos. Las aguas salinas o regeneradas con alto contenido salino son un interesante recurso hídrico infrautilizado en los paisajes urbanos que cuenta con pocos estudios acerca de sus efectos sobre las especies ornamentales utilizadas en el paisaje urbano, y mucho menos sobre elementos tan representativos del paisaje como son los arriates o macizos arbustivos.

El riego con agua salina conduce a la acumulación de sales en la zona radicular, lo que reduce el tamaño de la planta y el crecimiento, altera el desarrollo de la planta, y causa daños en las hojas (Valdés et al., 2014). La disponibilidad de sensores capaces de medir simultáneamente humedad y conductividad eléctrica (CE) en el mismo volumen de suelo ha abierto nuevas posibilidades para el control del riego y de la salinidad (Valdés et al., 2013). Los sensores, ayudan a que sólo se aplique el agua requerida por el cultivo y a controlar el drenaje, por lo que su uso permite evitar o reducir posibles descargas de nutrientes o sales a las masas de agua subterráneas, donde pueden llegar a representar un posible riesgo ambiental.

Por otra parte, el estudio del impacto que tiene el uso de aguas salinas sobre el sistema radical en condiciones de suelo es bastante difícil y complicado debido a las limitaciones de accesibilidad para su observación. Los minirizotrones, están basados en métodos consistentes en paredes transparentes que permiten la observación de las raíces en el suelo inalterado y de manera no destructiva. Los minirizotrones han sido utilizados para el estudio de la dinámica radical de especies diversas con fines productivos (cereales, hortalizas, frutales, árboles forestales, etc.) sin embargo, se ha prestado muy poca atención al estudio de la dinámica radical de especies formadoras del paisaje, y particularmente especies como *Osteospermum*, especie vivaz sub-arbustiva de vistosa y prolongada floración, muy presente en el paisaje urbano del sureste español para la formación de macizos arbustivos o arriates, entre otros usos.

Por todo lo anterior, el objetivo del este estudio fue la evaluación de diferentes estrategias de riego salino sobre el crecimiento aéreo y radical, estado fisiológico y calidad paisajística de los macizos arbustivos de *Osteospermum*.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en la Estación Experimental Agroalimentaria de la Universidad Politécnica de Cartagena. El suelo fue franco arcilloso Haplic Calcisol (W.R.B., 2006) cuyas principales características químicas fueron: pH 8.65; CE_{1:2} 0.35 dS m⁻¹; nitrógeno total 0.13%; fósforo asimilable 73.22 mg kg⁻¹; potasio asimilable 616.77 mg kg⁻¹; carbonato cálcico total 249 g kg⁻¹, capacidad de intercambio catiónico media-alta y contenido de materia orgánica bajo (1.15 %). La densidad aparente fue de 1.37 g cm⁻³. El contenido volumétrico de agua del suelo a capacidad de campo y punto de marchitez fueron 0.34 y 0.18 m³ m⁻³, respectivamente.

Se cultivaron plantas de *Osteospermum ecklonis* variedad "Margarita White" en formato plug. El trasplante tuvo lugar el 30 de octubre de 2012, y consistió en la realización de arriates dobles por cada parcela experimental, con una distancia entre plantas de 0.50 m en la línea y 1 m de separación entre líneas y una longitud individual de cada arriate de 1 m.

Todas las plantas fueron regadas por medio de un sistema de riego por goteo (1 gotero de 4 l h⁻¹ por planta). Tras el trasplante, y durante aproximadamente 1 mes las plantas fueron regadas con agua no salina al objeto de asegurar el buen arraigo de las plantas. Los tratamientos de riego comenzaron el 4 de diciembre de 2012 y se mantuvieron hasta el 4 de junio de 2013 (6 meses). Los tratamientos consistieron en: 1) riego control con agua de 1,5 dS m⁻¹, 2) riego con agua de 3 dS m⁻¹ (salino) y 3) riego salino con lavado (doble volumen de riego) cuando la conductividad eléctrica del medio tras el riego medida con un sensor HPII-Stevens superaba 0.75 dS m⁻¹. Para alcanzar la CE de 3 dS m⁻¹ se utilizó cloruro de sodio. El riego fue controlado automáticamente usando sondas Hydra Probe II (Stevens Water Monitoring Systems Inc., Beaverton, OR) de humedad y conductividad eléctrica las cuales midieron a 15 cm de profundidad en la franja entre goteros y a una distancia de 5 cm de la línea portagoteros. Las sondas fueron conectadas a un CR1000 (Campbell Scientific, Ltd, Logan, UT) programado para la recolección de datos y su monitorización con el software Loggernet 3.4.1. El CR1000 activaba el riego cuando el θ descendía de 0.24 m³ m⁻³, produciéndose el evento de riego a las 08:00 h (tratamientos control y salino) y a las 10:00 h (tratamiento salino con lavado). En todos los tratamientos, se adicionó al agua de riego nitrato amónico, nitrato potásico y fosfato monopotásico y microelementos, lo que incrementó la CE del agua de riego en 0.5 dS m⁻¹. Para mantener el pH entre 6.5-7 se utilizó ácido nítrico al 54 %.

Durante todo el experimento se midió el volumen, la CE y pH del agua de riego aportada a la parcela.

La cantidad total de agua aplicada en todo el periodo experimental, medida con contadores de agua en línea, fue de 332, 271 y 338 mm para T1, T2 y T3, respectivamente.

Los tubos minirizotrones fueron instalados 1 mes antes de la plantación, en la cabeza del arriate y a 0.25 m del primer gotero que riega el arriate (0.5 m de la primera planta que forma el arriate) (Figura 1), en una de las filas de cada parcela o repetición (16 tubos en total). Los tubos estaban hechos de Plexiglas® transparente con una longitud total de 1.4 m y diámetros exterior e interior de 62.3 y 55.7 mm, respectivamente; cada tubo fue sellado para evitar filtraciones de luz a la zona radicular. Los tubos fueron instalados a 45° usando una máquina hidráulica de extracción de muestras adaptada.

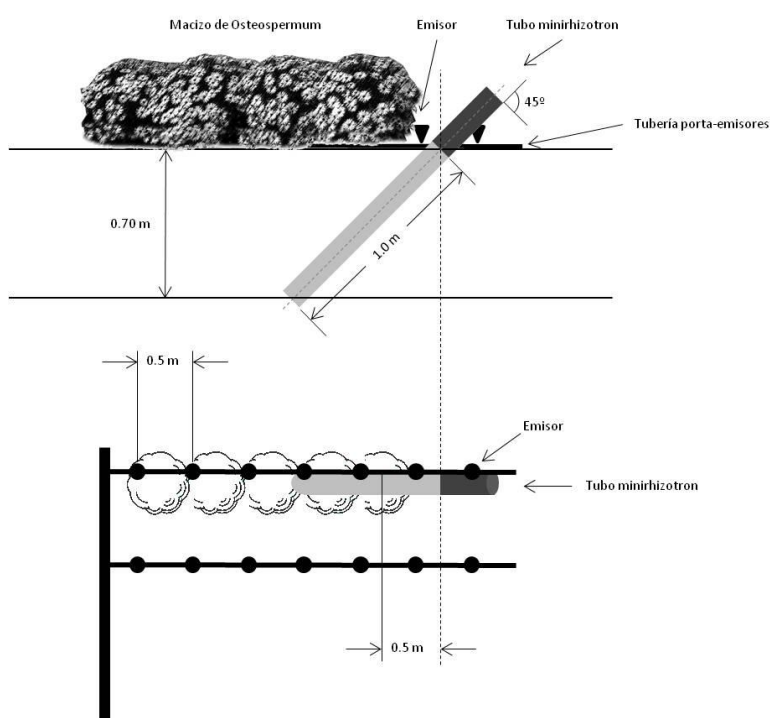


Figura 1. Instalación de los tubos minirizotrones y emisores en la parcela experimental. Arriba vista en alzado, abajo vista en planta.

La longitud total enterrada de cada tubo fue de 1.0 m, de modo que alcanzó una profundidad total de 0.70 m; el centro de cada tubo fue situado prácticamente debajo del emisor. La parte del tubo que sobresale de la superficie del suelo estaba cubierta con una lámina de plástico negro por el interior y material aislante blanco por el exterior para evitar que la luz entre en el tubo y el tubo se caliente, lo que favorecería la ausencia de raíces cerca del tubo en las capas superficiales del suelo.

Imágenes de las raíces (0'26 m x 0'20 m) fueron capturadas utilizando un escáner de raíces CI-600, que consistía en una cabeza lineal de escáner rotacional y un ordenador portátil. Imágenes en color escaneadas lineales y no distorsionadas capturadas con el sistema fueron analizadas utilizando el software de análisis de imágenes por ordenador CI-400CIAS proporcionado con el sistema (WinRHIZO Tron MF, Regent, Quebec, Canada). Las imágenes fueron realizadas el 20 de junio y el 03 de octubre de 2012, se hicieron cuatro fotografías por tratamiento. El número, longitud y

diámetro de las raíces fueron determinados a 5 profundidades: 0–0'10, 0'10–0'25, 0'25–0'40, 0'40–0'55 y 0'55–0'70 m. La densidad de longitud de raíces (DLR), expresada como la longitud total de raíces por unidad volumen de suelo muestreado, se calculó aplicando la fórmula de Upchurch y Ritchie (1983).

La cobertura vegetal y el índice de área foliar (LAI) se midieron al inicio (4 de diciembre de 2012) y al final del experimento (4 de junio de 2013). La cobertura vegetal consistió en la medida de la anchura de las plantas formadoras del arriate en dos ejes perpendiculares para 6 plantas por repetición (24 plantas por tratamiento). El índice de área foliar fue medido con un LAI-2200 (LI-COR Biosciences, Lincoln, NE, USA) acorde con el método establecido para formaciones vegetales tipo seto.

El análisis estadístico fue con un ANOVA simple (Statgraphics Plus 5.1). Las medias de los tratamientos fueron separadas con la Prueba de Rango Múltiple de LSD ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al final del periodo experimental, la altura de las plantas no se vió afectada por el riego salino, sin embargo, la cobertura vegetal en T2 y T3 (riego salino sin y con lavado, respectivamente) fue reducida significativamente un 23'1 y un 20'9%, respectivamente. El LAI (densidad de follaje) en T2 y T3 fue reducido un 31'4 y un 24'7% respectivamente (Tabla 1). Los efectos del estrés salino sobre la reducción del crecimiento aéreo de diversas especies ornamentales es bien conocido (Cheng et al. 2009; Valdés et al., 2014). Ninguno de los tratamientos salinos produjo daños foliares debidos a la salinidad, a pesar de que la CE_{0-15cm} de los tratamientos salinos se incrementó un 162'5% respecto al tratamiento control, pasando de 0'40 a 1'20 dSm^{-1} , al final del experimento (datos no tabulados). Adicionalmente, el número de flores en T2 y T3 fue reducido significativamente un 32'1% y un 26'8%, respectivamente, comparado con el control (Tabla 1). A pesar de ello, todos los tratamientos presentaron abundante y prolongada floración.

Tabla 1. Características del crecimiento aéreo y floración de las plantas de *Osteospermum* al final del periodo experimental. LAI (índice de área foliar)

| Parámetro | T1 (control) | T2 (salino) | T3 (salino + lavado) |
|-------------------------------------|--------------|-------------|----------------------|
| Altura (cm) | 43,00 a | 38,70 a | 37,33 a |
| Cobertura vegetal (m ²) | 0,91 b | 0,70 a | 0,72 a |
| LAI (adimensional) | 5,38 b | 3,69 a | 4,05 a |
| Nº flores por planta | 56'00 b | 38'00 a | 41'00 a |

Valores en filas seguidos de distinta letra son significativamente diferentes para $p \leq 0.05$, según el test LSD.

La DLR se incrementó significativamente al final del periodo de estudio en todos los tratamientos (Figura 2), sin embargo la distribución relativa de raíces en el perfil del suelo resultó significativamente diferente entre los tratamientos de riego salino y riego control. El crecimiento radical de T1 tuvo lugar especialmente a la profundidad de 0'10-0'25 m, mientras que los tratamientos salinos (T2 y T3) lo hicieron a mayor profundidad. Los mayores valores de DLR de T2 y T3 se observaron a la profundidad de 0'25-0'40 m, y de 0'40-0'55 m, respectivamente.

El riego con agua salina redujo considerablemente el crecimiento radicular (reducción en DLR) en comparación con el control. La DLR total al final del experimento resultó un 26'8 y un 24'6% menor que el control en T2 y T3,

respectivamente, localizándose el sistema radical del *Osteospermum* a mayor profundidad para los tratamientos salinos. Ochoa *et al.* (2013) encontraron una reducción de la DLR y una localización de raíces a mayor profundidad en plantas de mirto regadas bajo condiciones salinas.

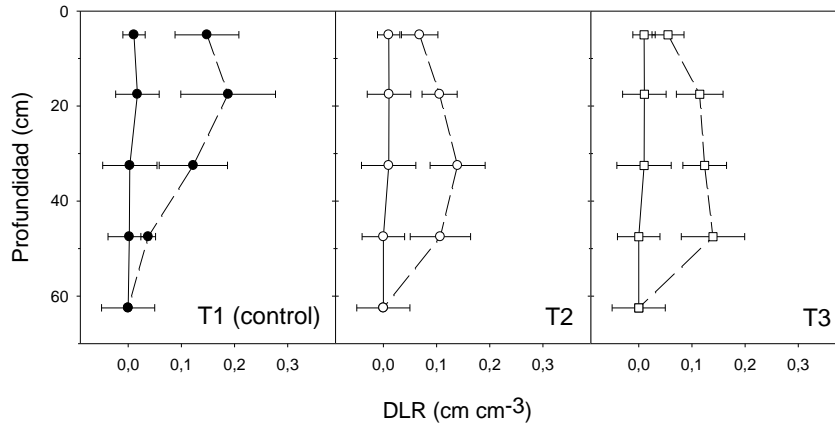


Figura 2. Perfiles de Densidad de Longitud de Raíces (DLR) al inicio (línea continua) y al final (línea discontinua) del periodo experimental. Barras horizontales en los símbolos indican el error estándar de la media (n=4).

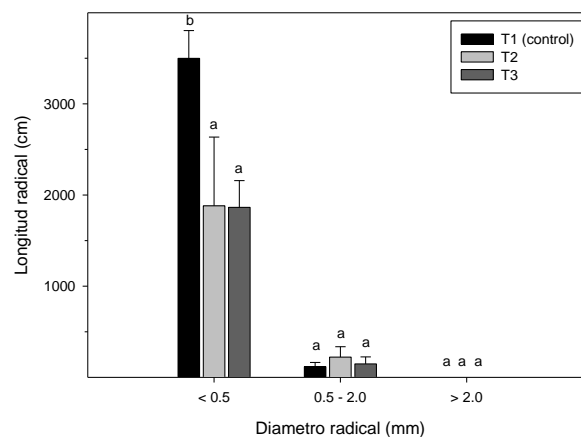


Figura 3. Valores de longitud radical para cada categoría de diámetro en *Osteospermum* en cada tratamiento al final del periodo experimental. Líneas verticales en las barras indican el error estándar de la media (n=4). En cada grupo de barras, letras diferentes indican diferencias significativas para $p \leq 0.05$, según el test LSD.

Los valores medios de longitud radical en el perfil de suelo (Figura 3) reveló que los tratamientos aplicados solo afectaron a las raíces más finas (< 0.5 mm), siendo los valores más bajos los de los tratamientos salinos T2 y T3. Las raíces más finas son las más activas en la absorción de agua y nutrientes, lo que presumiblemente optimiza las capacidades de exploración del sistema de raíces en su conjunto, y puede tener un papel importante en la supervivencia de las plantas frente a factores edáficos adversos (Koike *et al.* 2003).

CONCLUSIONES

Concluimos que *Osteospermum* presenta una moderada tolerancia al riego con agua salina y que el riego de lavado en el tratamiento salino no está justificado si consideramos el periodo de cultivo estudiado.

Agradecimientos

Agradecemos la ayuda financiera recibida por el Ministerio de Economía y Competitividad y el FEDER, a través de los proyectos (AGL2011-30022-C02-1 y AGL2011-30022-C02-2).

Referencias

- Bañón S., Miralles, J., Franco, J.A., Ochoa, J., Sánchez-Blanco, M.J.. 2011. Effects of diluted and pure treated wastewater on the growth, physiological status and visual quality of potted lantana and polygala plants. *Sci Hort.* 129, 869-876.
- Chen, M., Kang, Y., Wan, S., Liu, S., 2009. Drip irrigation with saline water for oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric. Water Manage.* 96, 1766–1772.
- Glenn, E.P., C. McKeon, V.Gerhart, P.L. Nagler, F. Jordan. y J. Artiola. 2009. Deficit irrigation of a landscape halophyte for reuse of saline waste water in a desert city. *Landscape and Urban Planning* 89, 57-64.
- Koike, T., Kitao, M., Quoreshi, A.M., Matsuura, Y. 2003. Growth characteristics of root-shoot relations of three birch seedlings raised under different water regimes. *Plant and Soil*, 255, 303-310.
- Ochoa, J., Valdés, R., Miralles, J, Sánchez Blanco, M.J., Bañón, S. 2013. Evaluación de distintos niveles de humedad del suelo y agua salina sobre la dinámica radical de plantas de mirto en una formación en seto. XI Jornadas sobre Investigación de la Zona no Saturada del Suelo. 6-8 noviembre. Lugo, España, 133-138.
- Upchurch, D.R. y Ritchie, J.T., 1983. Root observation using a video recording system in mini-rhizotrons. *Agron. J.* 75, 1009-1015.
- Valdés, R., Miralles, J., Alcaraz, M., Ochoa, J., Franco, J .A., Bañón, S. 2013. Sensores dieléctricos para controlar el riego y la salinidad de plantas en maceta. *Plantflor*, 50-53.
- Valdés, R., Miralles, J., Ochoa, J., Sánchez-Blanco, M.J., Bañón, S. 2014. The number of emitters alters salt distribution and root growth in potted gerbera. *Hortscience* 49:160-165.