

# Estudio comparativo de los niveles nutricionales en savia y foliar en *Ruscus aculeatus*, *Maytenus senegalensis* y *Juncus acutus* (II): cationes

A. Llanderal<sup>1</sup>, P. García-Caparrós<sup>1</sup>, A. El-Tarawy<sup>2</sup> y M. T. Lao<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dep. de Agronomía Escuela Politécnica Superior y la Facultad de Ciencias Experimentales. Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3). Ctra. Sacramento s/n, La Cañada de San Urbano, 04120, Almería, España; e-mail: [alfonsollander@hotmai.com](mailto:alfonsollander@hotmai.com)

<sup>2</sup> Department of Agriculture, Kafrelsheikh University. Egypt.

**Palabra clave:** calcio, extracto celular, magnesio, potasio y sodio

## Resumen

El análisis de savia y el nivel de nutrientes solubles a nivel foliar son técnicas sencillas que permiten conocer la disponibilidad que tiene la planta de nutrientes y de este modo, poder realizar un manejo más eficiente de la fertirrigación. El objetivo de este experimento es determinar los niveles de cationes en el extracto celular y foliar en *Ruscus aculeatus*, *Maytenus senegalensis* y *Juncus acutus* fertirrigados con una solución nutritiva estándar: 6,00, 0,70, 2,00, 3,00, 2,00 y 1,40 mmol L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> respectivamente, con un valor de CE de 1,5 dS m<sup>-1</sup> y de pH de 6,5. El contenido de cationes en savia presenta los siguientes valores: la concentración de K<sup>+</sup> varía de 7000 mg L<sup>-1</sup> en *R. aculeatus* y *J. acutus* a 3900 mg L<sup>-1</sup> en *M. senegalensis*. La concentración de Na<sup>+</sup> varía de 8.000 a 11.000 mg L<sup>-1</sup> entre las distintas especies. *R. aculeatus* y *M. senegalensis* presentan un contenido de Ca<sup>2+</sup> en torno a los 4000 mg L<sup>-1</sup>, mientras que en *J. acutus* es inferior (3.100 mg L<sup>-1</sup>). Los niveles de Mg<sup>2+</sup> en savia presentan valores en torno a 2500 mg L<sup>-1</sup> en *R. aculeatus* y *M. senegalensis* superiores a *J. acutus* (2.000 mg L<sup>-1</sup>). A nivel foliar las concentraciones de cationes muestran los siguientes valores: el contenido de K<sup>+</sup> varía de 3,59 en *M. senegalensis* a 11,24 mg g<sup>-1</sup> M.S. en *J. acutus*. El contenido de Na<sup>+</sup> presenta valores similares en *R. aculeatus* y *M. senegalensis* y ligeramente superiores en *J. acutus*. El contenido de Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup> no muestran diferencias y varían en rangos de 8,61 a 11,16 y de 3,07 a 4,37 mg g<sup>-1</sup> M.S., respectivamente. Los resultados demuestran la alta variabilidad en el contenido de cationes en savia de las especies estudiadas, pero a nivel foliar esta variabilidad solo se presenta en el K<sup>+</sup>.

## INTRODUCCIÓN

*Ruscus aculeatus* L. es una planta nativa de la región mediterránea que presenta usos medicinales contrastados por un número amplio de ensayos clínicos en casos de insuficiencia venosa (Lascasas et al., 2009). *Maytenus senegalensis* también nativa de la región mediterránea es utilizada en distintas regiones africanas por su fuerte actividad antimalaria (Gessler, 1994). *Juncus acutus* crece generalmente en saladares o suelos mal drenados bajo diferentes condiciones climáticas (El-Shamy et al., 2012).

El diagnóstico nutricional mediante el extracto celular es una herramienta útil para identificar intervalos de concentración de nutrientes asociados con deficiencias, toxicidades o desequilibrios en las diferentes fases fenológicas de la planta y su relación con su potencial de rendimiento (Fageria et al., 1991). El análisis de savia es un medio dinámico que permite identificar y prever, desde las primeras etapas de cultivo, alguna de las manifestaciones u alteración nutricional que afectan al rendimiento de los

cultivos y resume la relación planta-suelo, y otros factores ambientales que influyen sobre el desarrollo de la planta (Llanderal et al., 2014).

El análisis foliar, es una técnica que determina el contenido de los nutrientes en tejidos vegetales de plantas de un cultivo muestreado en un momento o etapa de desarrollo determinados (Munson y Nelson, 1986; Campbell y Plank, 2000).

El objetivo de este experimento es determinar los niveles de cationes en el extracto celular y foliar en los cultivos de *R. aculeatus*, *M. senegalensis* y *J. acutus* fertirrigados con una solución nutritiva estándar y estudiar la potencial relación entre ambos métodos.

## MATERIAL y MÉTODOS

Las condiciones del ensayo han sido descritas en la comunicación precedente (Estudio comparativo de los niveles nutricionales en savia y foliar en *Ruscus aculeatus*, *Maytenus senegalensis* y *Juncus acutus* (I): aniones).

En las muestras de savia se analizaron las concentraciones de los cationes ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  y  $Na^+$ ) mediante cromatografía iónica líquida (HPLC) usando un modelo Metrohm 883 Basic IC Plus (Csáky y Martínez-Grau, 1998). Para la determinación de los niveles foliares, la extracción se llevó a cabo mediante agitación de material seco en agua y tras su filtración, se analizaron los cationes siguiendo la misma metodología que para la determinación en savia.

El diseño experimental fue completamente aleatorio, con 1 tratamiento (solución nutritiva estándar) y 4 repeticiones por tratamiento. A los parámetros estudiados, se le ha aplicado un análisis de varianza (ANOVA) y el test de mínimas diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) para el establecimiento de grupos homogéneos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedios de  $T^a$ , HR y PAR fueron 17.1°C, 65.6% y 71.6  $\mu\text{mol m}^{-2}$  dia<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Concentraciones en savia

La figura 1A muestra los niveles de  $K^+$  ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en savia al final del ensayo en cada una de las especies estudiadas. La especie que presenta una menor concentración de  $K^+$  en savia es *M. senegalensis*. *Ruscus aculeatus* presenta un valor de 7.768  $\text{mg L}^{-1}$  mientras que Cadahía (2008) presenta niveles inferiores en los cultivos de *Viburnum tinus* y *Pittosporum tobira* (4.705 y 4.660  $\text{mg L}^{-1}$ ). *Maytenus senegalensis* presenta un valor de 3.909  $\text{mg L}^{-1}$ , el cual difiere de los valores presentados por Llanderal et al. (2014) en un cultivo de *M. senegalensis* con CE de 1,55 a 2,03  $\text{dS m}^{-1}$  (4704  $\text{mg L}^{-1}$ ) y de 2,05 a 2,89  $\text{dS m}^{-1}$  (3364  $\text{mg L}^{-1}$ ) y es similar al valor propuesto por Cadahía (2008) en un cultivo de *Arbustus unedo* (3765  $\text{mg L}^{-1}$ ). *Juncus acutus* presenta un valor de 7.050  $\text{mg L}^{-1}$ , siendo inferior a los valores propuestos por García-Caparrós et al. (2014) (8.400 y 8.197  $\text{mg L}^{-1}$ ).

La figura 1B muestra los niveles de  $Na^+$  en savia al final del ensayo en cada una de las especies estudiadas. Las plantas de *M. senegalensis* (11.093  $\text{mg L}^{-1}$ ) y *J. acutus* (10.808  $\text{mg L}^{-1}$ ) presentan valores más altos que las de *R. aculeatus* (8.083  $\text{mg L}^{-1}$ ). Los valores presentados por Burgueño (1999) y Olías et al. (2009) en un cultivo de tomate (50 y 1.679  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente) son inferiores a los de *R. aculeatus*. El contenido de *M. senegalensis* (11.093  $\text{mg L}^{-1}$ ) es inferiores a los presentados por Llanderal et al. (2014) con valores de 12.535 y 14.170  $\text{mg L}^{-1}$ . *Juncus acutus* presenta un valor de

10.808 mg L<sup>-1</sup>, siendo superior a los valores propuestos por García-Caparrós et al. (2014) (8.049 y 9.263 mg L<sup>-1</sup>) con el empleo de diferentes CE (2,02- 2,89 y 2,63-3,56 dS m<sup>-1</sup>).

En la figura 2A muestra los niveles de Ca<sup>2+</sup> en savia al final del ensayo en cada una de las especies estudiadas. *Ruscus aculeatus* y *M. senegalensis* presentan valores superiores que *J. acutus*. *Ruscus aculeatus* presenta un valor de 4.086 mg L<sup>-1</sup>, siendo superior a los presentados por Cadahía (2008) en *Arbustus unedo* y *Viburnum tinus* (575 y 845 mg L<sup>-1</sup>; respectivamente). *Maytenus senegalensis* presenta un valor 3.871 mg L<sup>-1</sup>, siendo inferior a los obtenidos por Llanderal et al. (2014) en el mismo cultivo, con valores de 4.577 y 4.120 mg L<sup>-1</sup>. *Juncus acutus* presenta un valor de 3.114 mg L<sup>-1</sup>, estos valores son inferiores a los propuestos por García-Caparrós (2014) en un cultivo de *Juncus* (3.836 y 3.689 mg L<sup>-1</sup>) y son superiores a los presentados por Cadahía (2008) en *Pittosporum tobira* (420 mg L<sup>-1</sup>).

La figura 2B muestra los niveles de Mg<sup>2+</sup> (mg L<sup>-1</sup>) en savia al final del ensayo en cada una de las especies estudiadas. Se puede apreciar que *R. aculeatus* presenta un valor (2.621 mg L<sup>-1</sup>) significativamente superior (p<0,05) respecto a *M. senegalensis* (2.405 mg L<sup>-1</sup>) y *J. acutus* (1.995 mg L<sup>-1</sup>). *Ruscus aculeatus* presenta valores inferiores a los obtenidos por Cadahía (2008) en un cultivo de *Pittosporum tobira* y *Arbustus unedo*, que propone como valor óptimo 265 y 295 mg L<sup>-1</sup>; respectivamente. *Maytenus senegalensis* presenta valores inferiores a los presentados por Llanderal et al. (2014) en el mismo cultivo con uso de lixiviados (2.913 y 3.486 mg L<sup>-1</sup>) y Cadahía (2008) para un cultivo de *Viburnum tinus* (490 mg L<sup>-1</sup>). *Juncus acutus* presenta valores similares a García-Caparrós et al. (2014) en el tratamiento con mayor conductividad (2.047 mg L<sup>-1</sup>), pero inferiores en el de menor conductividad (2.312 mg L<sup>-1</sup>).

Para concluir cabe destacar que existe una alta heterogeneidad en las concentraciones de los cationes de las especies estudiadas. Por un lado, la concentración de K<sup>+</sup> presenta valores superiores en *R. aculeatus* y *J. acutus*, mientras que el Na<sup>+</sup> presenta los valores superiores en *M. senegalensis* y *J. acutus*. *Ruscus aculeatus* y *M. senegalensis* presentan valores superiores en el contenido de Ca<sup>2+</sup> en savia, mientras que en el caso del Mg<sup>2+</sup>, *R. aculeatus* presenta el valor superior y *J. acutus* el valor inferior.

### Concentraciones en hoja.

La figura 1A muestra los niveles de K<sup>+</sup> (mg g<sup>-1</sup> de materia seca (M.S.)) en hoja en cada una de las especies estudiadas. Las plantas *R. aculeatus* (7,95 mg g<sup>-1</sup>) y *J. acutus* (11,24 mg g<sup>-1</sup>) presenta valores significativamente superiores (p<0,05) respecto a *M. senegalensis* (3,59 mg g<sup>-1</sup>). Los valores presentados en las distintas especies son inferiores a los presentados por Uchida (2000) en *Hydrangea* (50 mg g<sup>-1</sup>) y *Anthurium* (20 mg g<sup>-1</sup>). Los ratios de la concentración de K<sup>+</sup> en savia y hoja son similares en *R. aculeatus* (976) y *M. senegalensis* (1087) y superiores al ratio presentado en *J. acutus* (627).

La figura 1B muestra los valores de Na<sup>+</sup> (mg g<sup>-1</sup> M.S.) en hoja en cada una de las especies estudiadas. No se muestran diferencias significativas entre las concentraciones de *R. aculeatus* (12,18 mg g<sup>-1</sup>), *M. senegalensis* (13,45 mg g<sup>-1</sup>) y *J. acutus* (17,13 mg g<sup>-1</sup>), siendo estos valores inferiores a los presentados por Gómez-Bellot et al. (2013) en los cultivos de *Euonimus japonica* y *Viburnum tinus* con valores medios de 30 mg g<sup>-1</sup>. Los ratios de la concentración de Na<sup>+</sup> en savia y hoja son similares en *R. aculeatus* (663) y *J. acutus* (631) e inferiores al ratio presentado en *M. senegalensis* (825).

La figura 2A muestra los niveles de  $\text{Ca}^{2+}$  ( $\text{mg g}^{-1}$  M.S.) en hoja al final del ensayo. Se puede observar que no se muestran diferencias significativamente estadísticas entre los cultivos estudiados. *R. aculeatus* ( $9,26 \text{ mg g}^{-1}$ ), *M. senegalensis* ( $8,61 \text{ mg g}^{-1}$ ) y *J. acutus* ( $11,16 \text{ mg g}^{-1}$ ) presentan valores similares a los obtenidos por Santos et al. (2011) en *Vinca major* ( $7 \text{ mg g}^{-1}$ ) y en *Argyranthemum frutescens* ( $13 \text{ mg g}^{-1}$ ). Los ratios de la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  en savia y hoja son similares en *R. aculeatus* (441) y *M. senegalensis* (450) y superiores al ratio presentado en *J. acutus* (279).

La figura 2B muestra los niveles de  $\text{Mg}^{2+}$  ( $\text{mg g}^{-1}$  M.S.) en hoja al final del ensayo en cada una de las especies estudiadas. Se puede observar que no hay diferencias en la concentración de  $\text{Mg}^{2+}$  entre los cultivos estudiados con valores de  $3,07 \text{ mg g}^{-1}$  en *R. aculeatus*, de  $3,70 \text{ mg g}^{-1}$  en *M. senegalensis* y de  $4,37 \text{ mg g}^{-1}$  en *J. acutus*. Estos valores son inferiores a los de *Gardenia* ( $6 \text{ mg g}^{-1}$ ) y similares a los de *Philodendron* ( $4,8 \text{ mg g}^{-1}$ ) (Uchida, 2000). Los ratios de la concentración de  $\text{Mg}^{2+}$  en savia y hoja son mayores en *R. aculeatus* (853), intermedios en *M. senegalensis* (649) e inferiores en *J. acutus* (456).

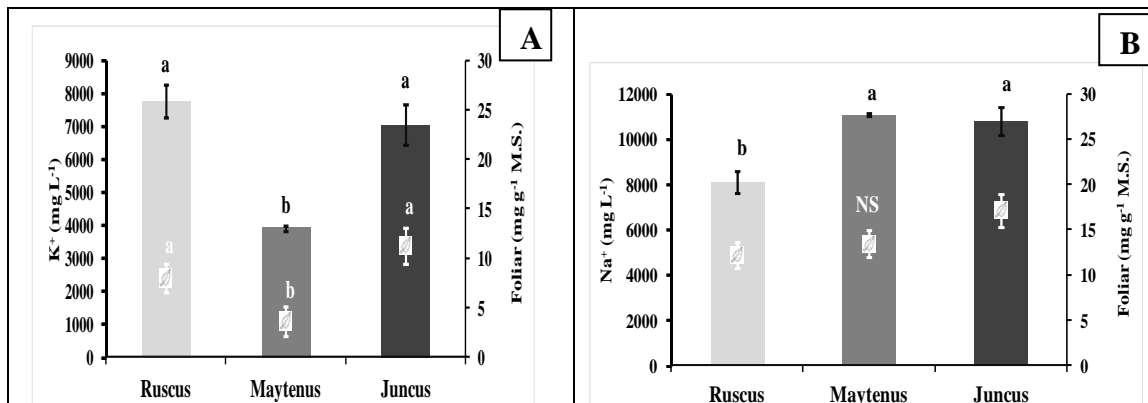
## CONCLUSIONES

Para concluir cabe destacar que existe una alta heterogeneidad en las concentraciones de los cationes de las especies estudiadas. Por un lado, la concentración de  $\text{K}^+$  presenta valores superiores en *R. aculeatus* y *J. acutus*, mientras que el  $\text{Na}^+$  presenta los valores superiores en *M. senegalensis* y *J. acutus*. *Ruscus aculeatus* y *M. senegalensis* presentan valores superiores en el contenido de  $\text{Ca}^{2+}$  en savia, mientras que en el caso del  $\text{Mg}^{2+}$ , *R. aculeatus* presenta el valor superior y *J. acutus* el valor inferior. Las concentraciones a nivel foliar de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  no muestran diferencias entre las diferentes especies estudiadas, pero el  $\text{K}^+$  muestra la misma tendencia que en savia. Los ratios de las concentraciones de cationes en savia y hoja depende de la especie estudiada y no permiten establecer ninguna generalización.

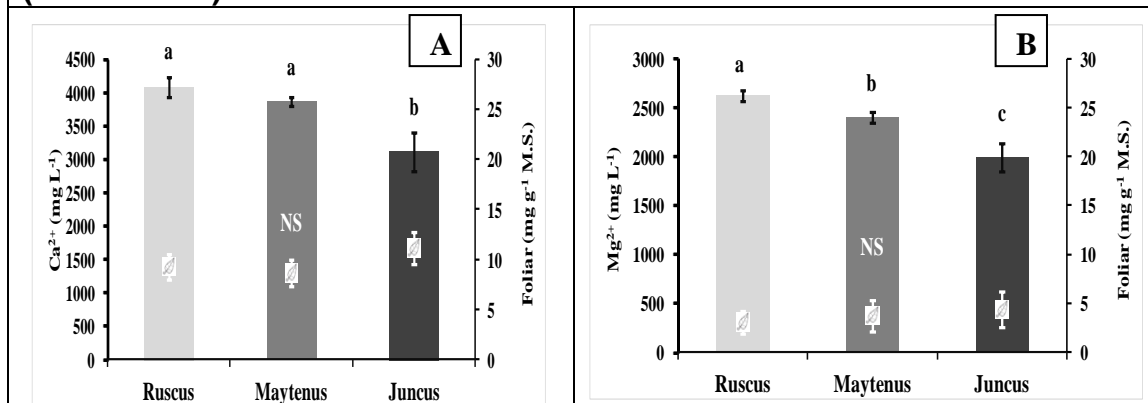
## Referencias

- Brown, K. y Bettink, K. 2006. Biology of Sharp Rush, "*Juncus acutus*". Department of Environment and Conservation. Workshop Wollaston College Conference Centre, Mt Claremont. 63 pp.
- Burgueño, H., Uribe, F. y Valenzuela, M. 1999. Extracción de nutrientes por los cultivos de tomate y bell pepper en el valle de Culiacan, México. Información técnica Bursag SA de CV. Vol. 2: 38-89.
- Cadahía, C. 1973. El análisis de la savia como índice de fertilización. Manuales de la ciencia actual, Consejo Superior de investigaciones Científicas, Madrid. 168 pp.
- Cadahía, C. 2008. Fertirrigación. La savia como índice de fertirrigación en cultivos agroenergéticos, hortícolas, frutales y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 255 pp.
- Campbell, C.R. y Plank, C.O. 2000. Foundation for practical application of plant analysis. N.C. Department of Agriculture and Consumer Services. <http://www.ncagr.gov/agronomi>.
- Csáky, A.G. y Martínez-Grau, M. A. 1998. Técnicas Experimentales en Síntesis Orgánica. Ed. Síntesis. Madrid.
- El-Shamy, A.I., Abdel-Razek, A.F. y Nassar, M.I. 2012. Phytochemical review of *Juncus* L. genus (Fam. *Juncaceae*). Arabian Journal of Chemistry.

- García-Caparrós, P., Llanderal, A., El-Tarawy, A. y Lao, M.T. 2014. Aplicación de lixiviados como solución nutritiva en *Juncus acutus* y evaluación del contenido de iones en el extracto celular. Congreso SECH. V Jornadas del Grupo de Fertilización.
- Gessler, M.C., Nkunyab, M.H.H., Mwasumbic, L.B., Heinrichd, M. y Tannera, M. 1994. Screening Tanzanian medicinal plants for antimalarial activity. *Acta Tropica*, 56 (1): 65–77.
- Gómez-Bellot, M.J., Álvarez, S., Bañón, S., Ortuño, M.F. and Sánchez-Blanco, M.J. 2013. Physiological mechanisms involved in the recovery of euonymus and laurustinus subjected to saline waters. *Agricultural Water Management* 128, 131-139.
- Lascasas, C.L., Milhomens, A.L., Pires C.E., Salles X.S., Sicuro, F., Bottino D.A. y Bouskela, E. 2009. Changes on venous diameter and leg perimeter with different clinical treatments for moderate chronic venous disease: evaluation using Duplex scanning and perimeter measurements. *Int Angiol*, 28(3):222-31.
- Llanderal, A., García-Caparrós, P., El-Tarawy, A., Segura, M.L. y Lao, M.T. 2014. Concentración de nutrientes en extracto celular en un cultivo de *Maytenus senegalensis*. Congreso SECH. V Jornadas del Grupo de Fertilización.
- Munson, R.D. y Nelson, W.L. 1986. Principles and Practices in Plant Analysis. En: Walsh L.M. y J.D. Beaton (Eds.). *Soil Testing and Plant Analysis*. 6th Ed. SSSAJ. Madison, Wisconsin, USA: 223-248.
- Olías, R., Eljakaoui, Z., Li, J., Álvarez de Morales, P., Marín-Manzano, M., Pardo J. y Belver, A. 2009. The plasma membrane Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> antiporter SOS1 is essential for salt tolerance in tomato and affects the partitioning of Na<sup>+</sup> between plant organs. *Plant, Cell and Environment*, 32: 904-916.
- Santos, K.M., Fisher, P. R. and Argo, W.R. 2011. Survey of tissue nutrient levels in vegetative cuttings. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 42:669-693.
- Uchida, R. 2000. Recommended plant tissue nutrient levels for some vegetable, fruit, and ornamental foliage and flowering plants in Hawaii. *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture*, 57-65.



**FIG. 1. CONCENTRACIÓN DE K<sup>+</sup> (A) Y NA<sup>+</sup> (B) EN SAVIA (MG L<sup>-1</sup>) Y HOJA (MG G<sup>-1</sup> M.S.) AL FINAL DEL ENSAYO.**



**FIG. 2. CONCENTRACIÓN DE CA<sup>2+</sup> (A) Y MG<sup>2+</sup> (B) EN SAVIA (MG L<sup>-1</sup>) Y HOJA (MG G<sup>-1</sup> M.S.) AL FINAL DEL ENSAYO.**