ISSN 0327-9375

# EFECTO DE LA SALINIDAD, SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE *ATRIPLEX CORDOBENSIS* GANDOGER ET STUCKERT ORIGINADAS DE SEMILLAS DE DISTINTAS PROCEDENCIAS

*EFFECT OF SALINITY ON PLANT GROWTH OF ATRIPLEX CORDOBENSIS GANDOGER ET STUCKERT FROM SEED OF DIFFERENT PROVENANCES*

MARÍA T. AIAZZI, PABLO CARPANE Y CRISTINA DEZA

Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. CC 509. 5000. Córdoba. Argentina.
e-mail: aiazzi@agro.uncor.edu

## RESUMEN

Se estudió el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de plantas de *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert (Chenopodiaceae) originadas de semillas procedentes de tres localidades de la Provincia de Córdoba. La semillas se sembraron en bolsas de plástico de 15x4 cm de diámetro en una mezcla de suelo:arena (1:1) y se colocaron en invernadero. Las plantas se regaron con agua hasta los 2 meses y luego con solución nutritiva de Hoagland al 50% (Testigo) o con solución nutritiva de Hoagland al 50% más NaCl equivalente a -1MPa de potencial agua (Salinidad).

Los resultados indican que el crecimiento de las plantas responde a la salinidad en forma diferente según la procedencia de las semillas. El peso seco total mostró un incremento significativo en el tratamiento salino, respecto al testigo, en plantas originadas de semillas procedentes de El Desafío y Salinas Grandes, mientras que disminuyó en las plantas originadas de semillas recolectadas en Balnearia. En las procedencias, donde se incrementó el crecimiento, el tratamiento salino aumentó la concentración de sodio en la parte aérea de la planta pero no en la parte radical. Dependiendo de la procedencia de las semillas, la acumulación de iones $Na^+$ en parte aérea podría activar un mecanismo de ajuste osmótico para mantener el ingreso de agua, aumentando el crecimiento con incremento de la biomasa total (El Desafío y Salinas Grandes) o actuar reduciendo el crecimiento (Balnearia).

**Palabras clave:** Zonas áridas, crecimiento, halófitas.

## SUMMARY

*The effect of salinity upon growth of plants of Atriplex cordobensis Gandoger et Stuckert (Chenopodiaceae) developed from seeds harvested in three localities*

*of Córdoba Province, Argentine was studied. Seeds were seeded in 15_4 cm diameter plastic bags filled with a 1:1 mixture of soil and sand and grown into greenhouse. Seedlings were irrigated with tap water until the age of 2 months. Afterwards they were watered with 50% Hoagland nutritive solution (control) or with 50% Hoagland nutritive solution added with NaCl to produce an equivalent to -1MPa (salinity treatment).*

*Results indicate that plant growth responds to salinity treatment depending on provenance of the seeds. Total dry weight increased significantly under salinity treatment when compared to control in plants grown from seeds collected in El Desafío and Salinas Grandes. Meanwhile the contrary occurred with plants developed from seeds collected in Balnearia. In the provenance where dry weight increased under salinity treatment, the $Na^+$ concentration increases significantly in the aerial part of the plants but not in radical part. Depending on the provenances of seeds, accumulation of $Na^+$ ions in the aerial part of the plants seems to perform as a mechanism of osmotic adjustment to allow the water uptake as well as to promote the increase of total biomass (El Desafío and Salinas Grandes) or as a reducing of growth (Balnearia).*

***Key words:*** *Arid lands, growth, halophyte*

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de las regiones áridas y semiáridas del mundo tienen suelos salinos y fuentes de agua con alto contenido de sales, que impiden el crecimiento y desarrollo de cultivos tradicionales (Ungar, 1996; Khan *et al.*, 2000). En la búsqueda de alternativas para mejorar la productividad en estas regiones marginales, se enfatiza la necesidad de identificar y caracterizar nuevos recursos fitogenéticos tolerantes al estrés salino, en particular especies del género *Atriplex* por su adecuado contenido de proteínas y elementos minerales (Soto, 1997; Uchiyama, 1987; Khan *et al.*, 2000). En Argentina, *Atriplex cordobensis* es un arbusto endémico que crece en suelos secos y salinos, permanece verde durante todo el año y aporta biomasa de adecuada calidad nutricional para el ganado (Aiazzi *et al*., 1999; Abril *et al.*, 2000 ). Hasta el momento se desconocen las pautas de manejo en planta de *A. cordobensis*, que permitan maximizar el éxito de la implantación de la especie, en condiciones de salinidad. Se conoce que en otras especies del género, la respuesta a la salinidad varía entre especies y aún en las diferentes etapas de la ontogenia (Uchiyama, 1987; Nerd y Pasternak, 1992; Ungar, 1996; Glenn *et al.* 1996; Wang *et al.*, 1997). Sin embargo, se conoce que tanto la germinación de semillas, como la emergencia de plántulas de *A. cordobensis* no son disminuidas por niveles moderados de salinidad que van de -1.0 a -1.5 MPa de potencial soluto (Aiazzi *et al.*, 2004). Algunas plantas del género, poseen mecanismos que mantienen o incrementan el crecimiento, evaluado por la acumulación de materia seca, por su capacidad de realizar ajuste osmótico mediante captación de iones $Na^+$ (Matoh *et al.*, 1986; Nerd y Pasternak, 1992; Glenn *et al.* 1996; Glenn y Brown, 1998). Por el contrario, otras, disminuyen el crecimiento ante la presencia de sales, ya sea por la dificultad

de captar agua y/o por el efecto tóxico que produce su acumulación en los tejidos (Mozafar *et al.,* 1970; Sharma, 1976; Uchiyama, 1987; Ungar, 1996; Wang *et al.,* 1997). Además de la variación de la respuesta a la salinidad entre especies de un mismo género, se ha reportado importante variabilidad intraespecífica (Uchiyama, 1987; Glenn *et al.,* 1996; Wang *et al.* 1997*).*

Se estudió el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de plantas de *Atriplex cordobensis,* originadas de semillas de tres localidades de la Provincia de Córdoba (Argentina) para verificar si existe variabilidad intraespecífica para la respuesta salinidad e indentificar algunos mecanismos fisiológicos involucrados en la tolerancia.

## Material y Método

*Material Vegetal*: Se utilizaron unidades de dispersión de *Atriplex cordobensis* Gandoger et Stuckert provenientes de plantas madres que crecieron en suelos con distinto grado de salinidad. Se recolectaron de tres localidades de la Provincia de Córdoba (Argentina) con 0,8, 2,1 y 3% de conductividad eléctrica del suelo respectivamente (Richards, 1969): "Balnearia" (30°52' S y 62°43' W), "El Desafío" (31°39' S y 65°19' W) y "Salinas Grandes" (30°21' S y 65°33' W). Las semillas se sembraron en bolsas de plástico 15 x 4 cm en una mezcla de suelo:arena (1:1), en invernadero con temperatura de 24±5 ºC y fotoperíodo natural. Las plantas, hasta que tuvieron 3 pares de hojas verdaderas, se regaron con agua y luego con solución nutritiva de Hoagland al 50% (Testigo) y con solución nutritiva de Hoagland al 50% más NaCl con un potencial agua equivalente a -1MPa (Salinidad), 2 veces por semana durante 7 meses (Hoagland Y Arnon, 1950). Diez plantas de 9 meses, por cada tratamiento y procedencia fueron utilizadas para evaluar las siguientes variables: - *Longitud* (cm) de parte aérea y radical. -*Peso seco* (mg) de tallo, raíz y hoja. - *Área foliar (*$cm^2$*)*. *Concentración de sodio y potasio*: Se determinó el contenido de iones (Sodio y Potasio) en parte aérea (tallo + hojas) y radical (Taleisnik y Grumberg, 1994)

*Diseño experimental y análisis estadístico*: Se utilizaron 10 plantas para cada combinación de salinidad y procedencia siguiendo un diseño completamente aleatorizado. El análisis estadístico de los datos se realizó mediante análisis de la varianza, utilizando Test de Fisher para las comparaciones a posteriori con el software InfoStat versión 1.1 (2003).

## Resultados y Discusión

El tratamiento salino produjo una disminución significativa de la longitud de la parte aérea en las plantas de la procedencia Balnearia, no observándose este efecto en las otras procedencias (Tabla 1). Longitud radical y el número total de hojas, no mostraron respuesta significativamente diferente frente al tratamiento salino, ni diferencias entre procedencias (Tabla 1). El peso seco total (Figura 1), peso seco de hojas, tallo, raíz y el área foliar (Tabla 2 y 3) variaron según la procedencia y la presencia de sales en el medio (interacción procedencia-salinidad significativa). En las procedencias de El Desafío y Salinas Grandes el tratamiento salino indujo un aumento

significativo de la biomasa total (Figura 1) atribuible, principalmente, a un mayor peso seco de hojas (Tabla 2) y a una mayor área foliar (Tabla 3). En otras especies del género *Atriplex*, se han observado resultados similares a los encontrados para las procedencias de El Desafío y Salinas Grandes, en relación al aumento de la biomasa total y al incremento de la superficie foliar en condiciones de salinidad (Matoh *et al.,* 1986; Nerd y Pasternak, 1992; Glenn *et al.* 1996*;* Glenn y Brown, 1998). Por otro lado, en las plantas provenientes de semillas de Balnearia se observó una disminución del peso seco total (Figura 1), debido a un menor peso seco de hojas y tallo y disminución del área foliar (Tabla 2 y 3). Estos resultados concuerdan con lo observado en *A. patula,* (Ungar, 1996), *A. prostrata,* (Wang *et al.,* 1997) y *A. nummularia* (Uchiyama, 1987) donde se encontraron respuestas similares a la descripta para la procedencia Balnearia, donde la salinidad disminuyó significativamente el crecimiento y el área foliar como un mecanismo para reducir la transpiración, observado en algunas halófitas cuando las plantas crecen bajo condiciones de alto contenido salino en el suelo (Uchiyama, 1987; Nerd y Pasternak, 1992).

La incorporación de sodio en la parte aérea de las plantas es parte de un mecanismo de ajuste osmótico que permite a las halófitas adaptarse a la presencia de altas concentraciones de sales en el medio. Este mecanismo mejora el estado hídrico de la planta y por lo tanto permite el crecimiento (Nerd y Pasternak, 1992; Matoh *et al.,* 1986; Glenn y Brown, 1998; Khan *et al.,* 2000). Bajo tratamiento salino, la concentración de sodio en hoja se incrementó significativamente en plantas de El Desafío y Salinas Grandes (Matoh *et al.,* 1986; Nerd y Pasternak, 1992). No hubo en cambio, modificaciones en la concentración de sodio en raíces en ninguna de la procedencia. La concentración de potasio no mostró modificaciones significativas como consecuencia del tratamiento salino o la procedencia de las semillas.

Los resultados obtenidos indican que el crecimiento de las plantas responden a la salinidad en forma diferente según la procedencia de las semillas. El peso seco total se incrementó significativamente con la salinidad en las plantas originadas de semillas procedentes de El Desafío y Salinas Grandes, con alto contenido de sales en el suelo y disminuyó en la procedencia Balnearia. La incorporación de iones tuvo distintos efectos en las diferentes procedencias, ya que la acumulación de Sodio en la parte aérea de plantas de EL Desafío y Salinas Grandes, podría activar un mecanismo de ajuste osmótico para mantener el ingreso de agua y estimular el crecimiento con aumento de la biomasa total o tener un efecto contrario como sucede en la procedencia Balnearia. La variabilidad dentro de la especie respecto de su respuesta a la salinidad es comparable a la variabilidad entre especies; e indican que no es suficiente evaluar la respuesta a la salinidad de una especie utilizando solamente una población. *Atriplex cordobensis* es una halófita cuya tolerancia a la salinidad depende de la población. En consecuencia cualquier proyecto que prevea la utilización de esta especie para su implantación como forrajera o programa de mejoramiento para producir forrajeras altamente tolerantes a la salinidad deberá tener en cuenta el origen de las semillas.

Tabla 1. Número de hojas y longitud (cm) de parte aérea y radical de plantas de *A. cordobensis* obtenidas de semillas de diferentes procedencias sometidas a salinidad (Media ± EE)

*Table 1. Number of leaves and length in the aerial and radical part (cm) of A. cordobensis plant from different provenances under salinity (Mean ± SE)*

| Procedencia | Tratamiento | Long. Aérea (cm) | Long. Radical (cm) | N° hojas |
|---|---|---|---|---|
| El Desafío | Testigo | 23.5±3.3 a | 14.7±0.4 a | 17.25±1.1 a |
| | Salinidad | 20.3±1.3 a | 15.4±1.4a | 16.00±0.9 a |
| Balnearia | Testigo | 28.6±4.0 b | 14.7±0.4 a | 18.00±2.6a |
| | Salinidad | 16.6±1.5a | 14.0±1.3a | 15.75±1.0 a |
| Salinas Grandes | Testigo | 29.1±2.6b | 15.1±1.1a | 16.50±0.9 a |
| | Salinidad | 27.5±5.4 b | 14.9±0.6a | 15.50±1.1 a |

Letras distintas indican diferencias significativas a nivel del 5% según test de Fisher.

Tabla 2. Peso seco (mg) de hoja, tallo y raíz de plantas de *A. cordobensis* obtenidas de semillas de diferentes procedencias sometidas a salinidad (Media ± EE)

*Table 2. Dry weight (mg) of leaf, shoots and root of A. cordobensis plants from different provenances under salinity (Mean ± SE)*

| Procedencia | Tratamiento | Hoja (mg) | Tallo (mg) | Raíz (mg) |
|---|---|---|---|---|
| El Desafío | Testigo | 162.4 ±20.7 a | 106.9 ±16.0a | 68.1 ±34.7a |
| | Salinidad | 248.8 ±21.6b | 130.0 ±21.9b | 74.7 ±18.1a |
| Balnearia | Testigo | 250.1 ±72.6b | 168.9 ±39.0b | 83.1 ±38.7a |
| | Salinidad | 180.8 ±27.9a | 72.5 ±9.3a | 38.3 ±6.2 a |
| Salinas Grandes | Testigo | 158.4 ±11.4a | 138.7 ±20.2b | 87.5 ±24.4a |
| | Salinidad | 261.3 ±30.3b | 146.5 ±24.0b | 44.9 ±9.9a |

Letras distintas indican diferencias significativas a nivel del 5% según test de Fisher.

Tabla 3. Área foliar por planta ($cm^2$) y Área Foliar /hoja (cm2 /hoja) de plantas de *A. cordobensis* obtenidas de semillas de diferentes procedencias sometidas a salinidad (Media ± EE)

*Table 3. Foliar area and foliar area/leaf ($cm^2$/leaf) of A. cordobensis plant from different provenances under salinity (Mean ± SE)*

| Procedencia | Tratamiento | Área foliar ($cm^2$) | AF/hoja |
|---|---|---|---|
| El Desafío | Testigo | 9.14±0.42a | 0.54±0.05a |
| | Salinidad | 20.64±1.52b | 1.29±0.07b |
| Balnearia | Testigo | 25.93±4.47b | 1.17±0.14b |
| | Salinidad | 7.74±2.19a | 0.48±0.13a |
| Salinas Grandes | Testigo | 19.59±1.29a | 1.02±0.13a |
| | Salinidad | 23.10±1.07b | 1.53±24,3b |

Letras distintas indican diferencias significativas a nivel del 5% según test de Fisher.

Tabla 4. Concentración de sodio y potasio (mmol/g PS) en parte aérea y radical en plantas de *A. cordobensis* obtenidas de semillas de diferentes procedencias sometidas a salinidad (Media ± EE)

*Table 4. Sodium and potassium concentration in the aerial and radical part (mmol/gDW) of A. cordobensis plants from different provenances under salinity (Mean ± SE)*

| Procedencia | Tratamiento | $Na^+$ (mmol/g PS) | | $K^+$ (mmol/g PS) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Aérea | Radical | Aérea | Radical |
| El Desafío | Testigo | 2.19±0.02a | 0.61 ± 0.12a | 3.26± 0.19a | 1.49 ± 0.32a |
| | Salinidad | 2.78± 0.25b | 0.49 ± 0.09a | 2.29 ± 0.22a | 1.57 ± 0.08a |
| Balnearia | Testigo | 1.75± 0.09a | 0.74 ± 0.14a | 3.22 ± 0.25a | 1.45 ± 0.24a |
| | Salinidad | 1.83± 0.10a | 0.64 ± 0.14a | 3.26 ± 0.23a | 1.57 ± 0.12a |
| Salinas Grandes | Testigo | 1.74 ± 0.21a | 0.33 ± 0.07a | 2.32 ± 0.17a | 1.14 ± 0.22a |
| | Salinidad | 2.63 ± 0.07b | 0.37 ± 0.07a | 2.24 ± 0.18a | 1.40 ± 0.11a |

Letras distintas indican diferencias significativas a nivel del 5% según test de Fisher.

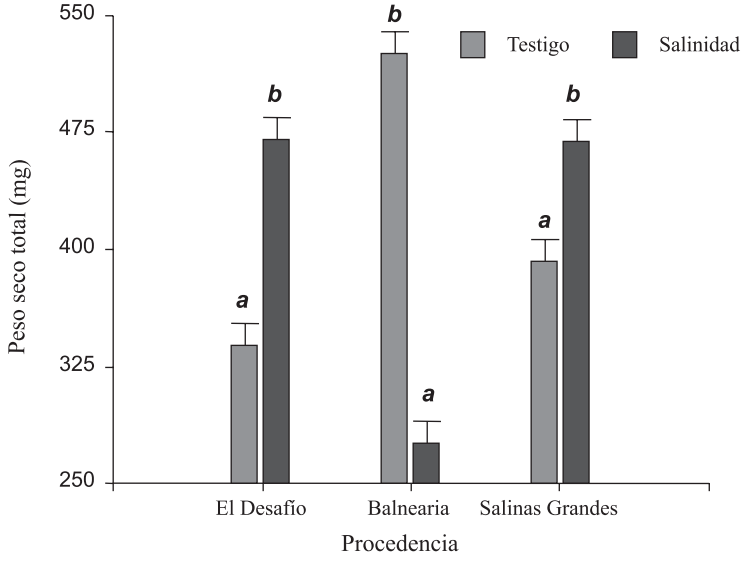


Figura 1. Peso Seco total (mg) de plantas de *A. cordobensis* obtenidas de semillas de diferentes procedencias sometidas a salinidad (Media ± EE)

*Figure 1. Total Dry Weight (mg) of A. cordobensis plants from different provenances under salinity (Mean ± SE)*

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (SECyT) por el subsidio otorgado a este Proyecto

## BIBLIOGRAFIA

ABRIL, A., M.T. AIAZZI, P. TORRES & J. ARGÜELLO, 2000. Nutritional value of *Atriplex cordobensis* grown in dry Chaco of Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*, 20: 179-185.

AIAZZI, M.T., A. ABRIL, P.TORRES, J. DI RIENZO & J. ARGÜELLO, 1999. Seasonal variations in chemical composition of leaves and stems of *Atriplex cordobensis* (Gandoger et Stuckert), female and male plants. *Phyton*, 65: 173-178.

AIAZZI, M.T., P.D.CARPANE, J. A.ARGÜELLO & B. PIOTTO, 2004. Salt tolerance at the germination stage of seeds of *Atriplex cordobensis* from different provenances. *Seed Science and Technology*, 32: 43-52.

GLENN, E. & J. BROWN, 1998. Effects of soil salt levels on the growth and water use efficiency of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) varietes in drying soil. *American Journal of Botany*, 85: 10–16.

GLENN, E.P., R. PFISTER, J.J.BROWN, T.L. THOMPSON & J.W. O'LEARY, 1996. Na+ and K+ accumulation and salt tolerance of *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae) genotypes. *American Journal of Botany*, 83: 997-1005.

HOAGLAND, D. & D. ARNON, 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Circular*, 1-32.

*Atriplex halimus* L. II. $Na^+$and $K^+$ uptake characteristics. *Agronomy Journal*, 62: 481-484.

NERD, A. & D. PASTERNAK, 1992. Growth, ion accumulation, and nitrogen fractioning in *Atriplex barclayana* grown at various salinities. *Journal of Range Management*, 45: 164–166.

RICHARDS, L.A. (Ed), 1969. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Agriculture *Handbook Nº 60* USDA. 2: 17-33.

SHARMA, M., 1976. Simulation of drought and its effect on germination of five pasture species. *Agronomy Journal*, 65: 982-987.

SOTO, G., 1997. *Atriplex nummularia* Una especie pionera contra la desertificación. *Corporación Nacional Forestal. Cordovez* 281. La Serena. Chile.

TALEISNIK, E. & K.GRUNBERG, 1994. Ion balance in tomato cultivars differing in salt tolerance. I. Sodium and potassium accumulation and fluxes under moderate salinity. *Physiologia Plantarum*, 92: 528–534.

UCHIYAMA, Y., 1987. Salt tolerance of *Atriplex nummularia*. *Technical Bulletin of the Tropical Agricultural Research Cente*r, 22: 1-69.

UNGAR, I, 1996. Effect of salinity on seed germination, growth, and ion accumulation of *Atriplex patula* (Chenopodiaceae). *American Journal of Botany*, 83: 604-607.

WANG, L, A. SHOWALTER & I. UNGAR, 1997. Effect of salinity on growth, ion content, and cell wall chemistry in *Atriplex prostrata* (Chenopodiaceae). *American Journal of Botany*, 84: 1247–1255.

Recibido: 08/2005
Aceptado: 11/2005