

**EFFECTO DEL PREACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO SOBRE LA  
GERMINACIÓN DE SEMILLAS Y EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE  
*DAUCUS CAROTA L.***

*Killian, S. y Villagra, A.*

Cátedra de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca.  
E-mail: martinezkillian@yahoo.com.ar

**OSMOTIC PRECONDITIONING EFFECT ON *DAUCUS CAROTA L.* SEED  
GERMINATION AND SEEDLINGS DEVELOPMENT**

***SUMMARY***

It has been demonstrated that saline solution treatments before germination can increase abiotic stress tolerance during germination and also improve plants growth. With non selected and in homogeneous seeds, it is useful to find a method to select the most tolerant plants or to increase tolerance in plants before transplant in saline soils. This work was carried out to evaluate *Daucus carota L.* seeds response to saline priming treatments. Treatments were as follows: 1. Unprimed seeds incubated in distilled water or in NaCl, 50 mM or 100 mM solutions. 2. Primed seeds in KCl 4,02 g/100 ml + NaCl 1,98g/100ml, 24 hours , and then in NaCl 0, 50 y 100 mM incubation solutions. Incubation was developed in Petri dishes, on filter paper, at 30°C constant temperature in the dark. A completely randomized design was conducted with 4 replicates of 50 seeds each. Final germination percentages, GMT (germination median time) and plant growth at 14 days were registered.

Results showed: Higher negative effects of NaCl (100 mM) on unprimed seeds. The NaCl + KCl solution decreased germination rates. The significant differences between combined and monosaline solution incubated seeds showed antagonic ion effect. Monosaline solution showed a higher toxicity level.

**KEY WORDS :** *Daucus* - Preincubation - KCl - NaCl - Germination

## **RESUMEN**

Se ha demostrado que los tratamientos con soluciones salinas antes de la germinación pueden incrementar la tolerancia al estrés y favorecer el crecimiento. Con semillas destinadas a suelos de alto contenido salino es conveniente disponer de una técnica que incremente la tolerancia antes de la siembra. Con el objeto de evaluar respuestas de semillas de *Daucus carota* L. preacondicionadas frente a soluciones de incubación con distintas concentraciones de NaCl, se realizó el presente trabajo. Tratamientos: no preacondicionadas e incubadas en 0, 50 y 100 mM de NaCl y preacondicionadas en solución de KCl 4,02 g/100 ml + NaCl 1,98 g/100ml, 24 horas, luego incubadas en 0, 50 y 100 mM de NaCl. La incubación fue a 30°C en oscuridad en cajas de Petri sobre papel de filtro. El diseño fue totalmente aleatorizado, con 4 repeticiones de 50 semillas. Se registró porcentajes y velocidad de germinación, crecimiento en longitud y PF de plántulas a los 14 días. Los resultados muestran un efecto negativo en la germinación de las semillas no preacondicionadas expuestas a la solución 100 mM de NaCl. La solución de preacondicionamiento reduce el porcentaje de germinación, e incrementa el crecimiento en longitud del vástago, sin modificar el de la raíz. El peso fresco total fue mayor en plántulas preacondicionadas incubadas en 100 mM de NaCl.

**PALABRAS CLAVES:** *Daucus* - Preincubación - KCl - NaCl - Germinación

## **INTRODUCCIÓN**

Tanto la salinidad original de los suelos como la provocada por el riego con agua de elevado contenido en sales (salinificación), pueden dificultar en gran medida el cultivo de especies hortícolas. La existencia de una gran diferencia en la tolerancia a la salinidad entre especies y frecuentemente entre variedades, permite la selección de plantas que puedan prosperar en suelos de elevada conductividad eléctrica. Esta selección se puede realizar durante la germinación incubando las semillas en soluciones de NaCl de distintas concentraciones (Bliss, 1986).

Es posible además, aplicar tratamientos de presiembra que incrementen el número de semillas germinadas, aún en condiciones de estrés (Heydecker et al., 1973). Estos tratamientos consisten en preincubar semillas en soluciones osmóticas de elevada concentración que permitan una imbibición restringida e insuficiente para que se produzca la protrusión radicular

(Bradford, 1986). Uno de los efectos de la desaceleración del ingreso de agua a la semilla es minimizar o evitar el daño imbibicional causado por la entrada brusca de agua a semillas secas, con membranas desorganizadas (Ellis, 1985; Woodstock & Tao, 1981). Durante el tiempo de imbibición restringida se reactiva el metabolismo y se producen cambios en la semilla (Gurusinghe et al., 2002)

Los pretratamientos osmóticos se han utilizado con éxito a fin de acelerar y uniformar emergencia (Haigh et al., 1986), de modo que sea factible optimizar tareas fitosanitarias y de trasplante (Alvarado & Bradford, 1987), así como, también incrementar crecimiento y optimizar los rendimientos. La eficacia de dichos tratamientos depende del tiempo de aplicación, de la temperatura y de la naturaleza de la sustancia utilizada en la preparación de las soluciones de preacondicionamiento (Furutani, 1986). El preacondicionamiento puede llevarse a cabo con soluciones de diversas sustancias, siendo el polietilenglicol y el manitol las utilizadas con mayor frecuencia (Haridi, 1985; Killian & Paz, 1998). También se ha evaluado el efecto de dextranos, sacarosa y arcillas (Jett et al., 1996).

Los tratamientos de preacondicionamiento se pueden realizar con soluciones monosalinas de NaCl (Killian & Tapia, 2002) o con soluciones combinadas de Na<sup>+</sup> y K<sup>+</sup> con aniones NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Mauromicale & Cavallaro, 1995) o Cl<sup>-</sup> (Killian & Tapia, 2001). Se ha demostrado que la presencia de K<sup>+</sup> en la solución de incubación reduce el efecto tóxico ejercido por el Na<sup>+</sup> (Killian & Tapia, 2000). Es posible postular que si se provee de K<sup>+</sup> a las semillas durante la preincubación, como ión de la solución de preacondicionamiento osmótico, se incrementará la tolerancia a Na<sup>+</sup> en semillas y plántulas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del preacondicionamiento osmótico con soluciones de sodio y potasio en semillas de zanahoria (*Daucus carota* L.), sobre la tolerancia a la salinidad durante la germinación y el crecimiento.

## **MATERIALES Y METODOS**

Los tratamientos fueron:

- Control, sin preacondicionamiento, incubadas en 0, 50 y 100 mM de NaCl.
- Semillas preacondicionadas en solución de KCl 4,02 g/100 ml + NaCl 1,98 g/100ml (Killian & Leiva, 2003), durante 24 horas, luego incubadas en 0, 50 y 100 mM de NaCl.

Tanto la preincubación como la incubación se llevó a cabo en Cajas de Petri sobre papel de filtro a 30°C (temperatura constante), en oscuridad. Se registró peso inicial, a las 24 y 48

horas de tratamiento. La germinación se controló diariamente para determinar el porcentaje de semillas germinadas y el tiempo medio de germinación (TMG) según Ellis & Roberts (1981). Se determinó longitud de vástago y raíz y peso fresco de las plántulas a los 14 días después de la germinación.

El diseño fue totalmente aleatorizado, con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una (Aiazzi et al., 2000). Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico: análisis de varianza y Prueba de Tuckey,  $p < 0,05$ .

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **GERMINACIÓN**

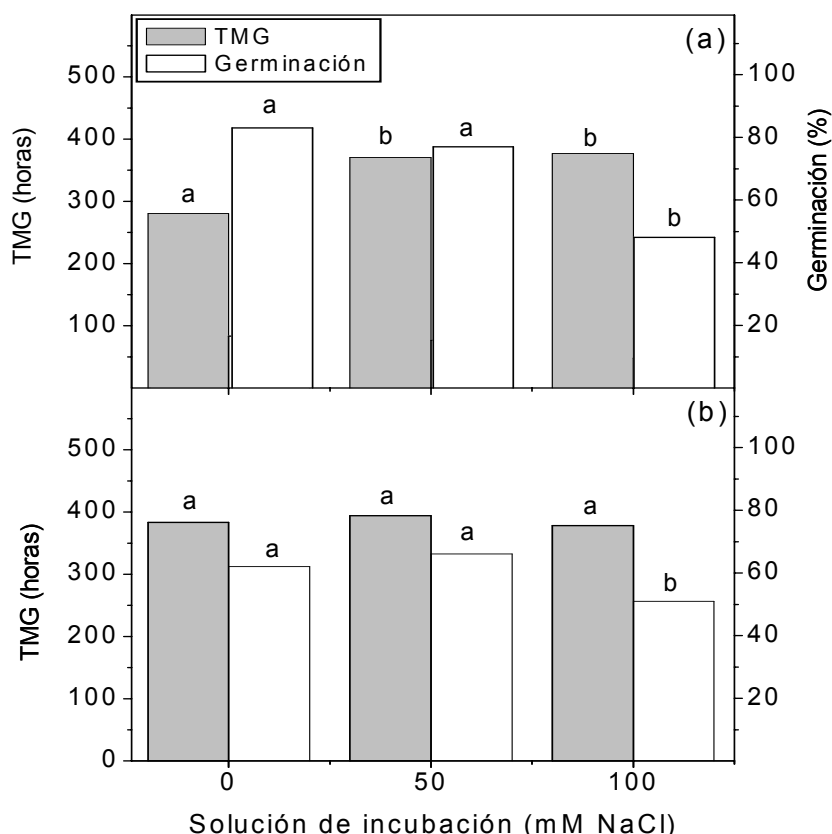
La Figura 1 (a) muestra el efecto de las soluciones de incubación de 0, 50 y 100 mM de NaCl sobre el porcentaje de germinación a los 17 días y el TMG.

La solución de NaCl 100 mM deprimió significativamente el número de semillas germinadas como lo demuestra también Bliss (1986); mientras que la disminución en el porcentaje de germinación que se registró en las semillas incubadas en NaCl 50 mM no llegó a la significación. Tanto la solución de 50 mM como la de 100 mM de NaCl incrementaron el TMG.

El retraso en la germinación corresponde a un periodo de espera o periodo lag, durante el cual pueden ocurrir cambios metabólicos que se manifiesten posteriormente como cambios fisiológicos que resulten en respuestas adaptativas favorables, como lo expresa Gurusinghe et al. (2002).

Las semillas preacondicionadas e incubadas en 0 y 50 mM de NaCl germinaron menos que las semillas no preacondicionadas (Fig. 1a,b). En este caso, el pretratamiento no produjo los efectos positivos reportados por Heydecker et al. (1973). Sin embargo, a 100mM de NaCl se produce un incremento no significativo del porcentaje de germinación, 48 % y 51 % en semillas no preacondicionadas y acondicionadas respectivamente (Fig. 1a,b). Si bien esta diferencia no es significativa desde el punto de vista estadístico, la respuesta biológica que representa podría ser la base de la selección de plantas con mayor grado de tolerancia a estrés salino.

Asimismo resulta interesante el hecho de que el TMG de las semillas que recibieron preacondicionamiento no se incrementara al realizarse la incubación en condiciones de salinidad (Fig. 1b).



**FIGURA N°1:** Efecto de las soluciones de incubación de NaCl sobre el TMG y el porcentaje de germinación a los 17 días, en semillas no preincubadas (a) y preincubadas con KCl 4,02 g/100 ml + NaCl 1.98 g/100ml (b)

## CRECIMIENTO

En la Tabla 1 se muestran los datos de crecimiento en longitud, peso fresco de vástago y raíz y peso fresco total de plántulas, registrados a los 14 días desde germinación.

El crecimiento en longitud de la parte aérea de las plántulas de semillas no preacondicionadas se vio afectado negativamente por la presencia de NaCl 100 mM durante la incubación. Mientras que los vástagos de plántulas de semillas preacondicionadas crecieron más en longitud, con diferencias significativas, resultados que coinciden con los de Killian & Tapia (2002).

En lo referente al crecimiento en longitud de la raíz no se registró diferencias significativas en ningún caso.

El peso fresco del vástago de plántulas que no fueron pretratadas fue menor en las semillas incubadas en NaCl 50 o 100 mM, respecto a las semillas incubadas en solución no

salina. Mientras que el PF de la parte aérea de plántulas de semillas preacondicionadas fue significativamente mayor cuando la incubación se hizo en 100 mM de NaCl.

En lo referente al PF de la raíz los menores valores se dieron con el tratamiento de incubación de 50 mM y el preacondicionamiento y posterior incubación de las semillas en ausencia de NaCl.

Por último, al comparar los PF totales de las plántulas se vio que las que más PF acumularon, fueron las provenientes de semillas preacondicionadas y posteriormente incubadas en 100mM de NaCl.

**TABLA N° 1:** Longitud, peso fresco de vástago y raíz y peso fresco total de 10 plántulas a los 15 días desde germinación.

TRATAMIENTOS	LV (cm)	LR (cm)	PF V (g)	PF R (g)	PF T (g)
NO PREACOND.	4,13a	5,83a	0,422a	0,197a	0,619a
50 mM	3,85a	6,58a	0,319b	0,156b	0,475b
100 mM	3,55b	5,8a	0,328b	0,198a	0,526bc
PREACOND.					
0 mM	4,7c	5,78a	0,444a	0,173b	0,617a
50 mM	4,26ac	5,55a	0,356b	0,215a	0,571ac
100 mM	4,5ac	5,9a	0,516c	0,222a	0,738d

Es necesario tener en cuenta el efecto de la salinidad y el preacondicionamiento sobre la relación V/R, en este caso de la longitud, y la partición de asimilados, expresada en porcentaje de peso fresco (Tabla 1). En esta especie fundamentalmente, debido a la naturaleza del órgano de cosecha es importante que la relación V/R no se incremente significativamente, si es a expensas de la disminución del crecimiento radical. En la Tabla 2 se observa que las semillas preacondicionadas presentan incrementos de la relación V/R respecto a las no preacondicionadas, los cuales no son atribuibles a la disminución en el alargamiento de la raíz, sino al incremento en la longitud de los vástagos de las plántulas de semillas tratadas.

**TABLA N° 2:** Relación V/R y partición de asimilados de plántulas de semillas preacondicionadas o no e incubadas en 0, 50 y 100 mM de NaCl a los 14 días desde germinación.

TRATAMIENTOS	V/R cm.	V %	R %
NO PREACOND.			
0 mM NaCl	0,71a	68.17 a	31,83a
50 mM NaCl	0.59b	67.18 a	32.82a
100 mM NaCl	0.61b	62.36 a	37.64a
PREACOND.			
0 mM NaCl	0.81c	71.96b	28.04b
50 mM NaCl	0.74ac	62.35a	37,35a
100 mM NaCl	0.76ac	69.92a	30.08ab

## CONCLUSIONES

La incubación en solución de NaCl 100 mM produjo disminución significativa en el número de semillas germinadas e incremento, también significativo, del TMG. La concentración 50 mM de NaCl sólo redujo la velocidad de germinación.

El preacondicionamiento osmótico disminuyó el porcentaje de semillas germinadas durante la incubación en 0 y 50 mM de NaCl pero no modificó este porcentaje cuando las semillas son incubadas en NaCl 100 mM. La velocidad de germinación presentó este mismo modelo de respuesta.

El preacondicionamiento incrementó el crecimiento en longitud del vástago en todas las condiciones de incubación.

El tratamiento de preincubación no modificó la longitud de la raíz.

## BIBLIOGRAFÍA

- AIAZZI, M.T., CARPANE, P., CID, M.V., SEISDEDOS, L. AND ARGÜELLO, J.A. (2000). Fisiología del estrés salino en *Atriplex cordobensis* durante la germinación y crecimiento temprano de plántulas. Actas XXIII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal: 396-397.
- ALVARADO, A.D. AND BRADFORD, K. (1987). Osmotic Priming of Tomato Seeds: Effects on Germination, Field Emergence, Seedling Growth, and Fruit Yield. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 427-432.
- BLISS, R.D. (1986). The inhibitory effect of NaCl on barley germination. Plant Cell Environ. 9: 727-733.
- BRADFORD, K. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic to improve germination under stress conditions. Hort Sci. 21: 95
- ELLIS, R.H. AND ROBERTS, E.H. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 12: 403-413.
- ELLIS, R.H. (1985). Handbook of seed technology for gene banks. I. IBPGR, Rome. 85.

- *FURUTANI, B.* (1986). The effects of osmotic solute composition and duration and temperature of priming on onion seed germination. *Seed Sci. Technol.* 14: 545-551.
- *GURUSINGHE, S., POWELL, A.L.T. AND BRADFORD, K.J.* (2002). Enhanced expression of BiP is associated with treatments that extended storage longevity of primed tomato seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 127: 528-534.
- *HAIGH, A.M., BARLOW, E.W.R., MILTHORPE, F.L. AND SINCLAIR, P.J.* (1986). Field emergence of tomato, carrot and onion seeds primed in an aerated salt solution. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 660-665.
- *HARIDI, M.* (1985). Effect of osmotic priming with polyethyleneglycol on germination of *Pinus elliotti* seeds. *Seed Sci. Technol.* 13: 669-674.
- *HEYDECKER, W., HIGGINS, J. AND GULLIVER, R.L.* (1973). Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246: 42-44.
- *JETT, L., WELBAUM, G.E. AND MORSE, R.* (1996). Effects of matrix and osmotic priming treatments on Broccoli seed germination. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 423-429.
- *KILLIAN, S. AND PAZ, I.* (1998). Preincubación de *Prosopis chilensis* en soluciones de Polietilenglicol 6000. *Actas XXII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal* 166-167.
- *KILLIAN, S. AND TAPIA, A.M.* (2000) Preincubación de semillas de *Prosopis chilensis* en soluciones de KCl y NaCl. *Actas XXIII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal* 436-437.
- *KILLIAN, S. AND TAPIA, A.M.* (2001). Pretratamiento de semillas de *Prosopis chilensis* en soluciones de sales de Na y K. *Revista de CIZAS. UNCa.* 2: 99-108.
- *KILLIAN, S. AND TAPIA, A.M.* (2002). Efecto de tratamientos de pregerminación sobre la germinación y el crecimiento de *Prosopis chilensis* (Moll.) Stuntz. *Primeras Jornadas Universitarias de Ingeniería:* 55-56.
- *KILLIAN, S. AND LEIVA, M.* (2003). Uso biotecnológico de sales comestibles en *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz. *Congreso Regional de Ciencia y Tecnología - NOA:* 50.
- *MAUROMICALE, G. AND CAVALLARO, V.* (1995). Effects of seed osmopriming on germination of tomato at different water potential. *Seed Sci. Technol.* 23: 393-403.



- *WOODSTOCK, L.W. AND TAO, K.L. J. (1981). Prevention of imbibitional injury in low vigor soybean embryonic axes by osmotic control of water uptake. Physiol. Plant. 51:133-139.*