

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Trabajo Final presentado para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

EFFECTO DE LA SALINIDAD DEL SUELO SOBRE LA
EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE SOJA (*Glycine max*)

Estudiante: Carlos Gustavo Castro

D.N.I.: 29.978.355

Director: Profesor Américo José Degioanni
Codirector: Profesor Eugenio Hampp

Río Cuarto- Córdoba
26 de Junio de 2012

ÍNDICE GENERAL

Resumen	3
Summary	4
1. Introducción	5
Hipótesis y Objetivos	7
2. Materiales y Métodos	9
Ubicación	9
Procedencia del suelo, el agua y las semillas	9
Diseño de un dispositivo para la salinización de la cama de siembra	9
Diseño experimental	10
3. Resultados y Discusión	12
4. Conclusión	15
5. Bibliografía Citada	16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: CE del extracto de saturación del suelo para cada tratamiento en los cinco días de ascenso capilar	12
Cuadro 2: conversión de unidades	12
Cuadro 3: CEes suelo (mmhos/cm) y Ψ_o (MPa) para cada tratamiento al 5to. día	13
Cuadro 4: cantidad de semillas germinadas para cada tratamiento	13

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la salinidad de la cama de siembra sobre la emergencia de semilla de soja. Se diseñó un dispositivo experimental para inducir la salinidad de la cama de siembra a partir del proceso de adsorción del suelo en contacto capilar con soluciones salinas de diferentes concentraciones. Los tratamientos de la experiencia fue embeber la cama de siembra con soluciones de 0, 5, 10, 16 y 28 mmhos cm^{-1} que al quinto día de contacto capilar suelo – solución alcanzaron: -0.054, -0.73, -2.43, -3.65, -5.97 Mpa de potencial osmótico respectivamente. La siembra fue realizada el día cinco y se evaluó el porcentaje de emergencia. Los resultados obtenidos mostraron un 100% de germinación con un potencial osmótico de -0.054 Mpa (testigo), un 93% de germinación para la condición de -0.73 Mpa, un 14% para los -2.43 Mpa y nula para el resto de tratamientos. Estos datos sugieren que la soja es un cultivo poco tolerante a la salinidad en la fase de germinación.

Palabras Claves: tolerancia a la salinidad, potencial osmótico.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of salinity on seed bed on germination of soybean. We designed an experimental device to induce the salinity of the seed bed from soil adsorption from solutions with different salt concentrations. Treatments were experience solutions: 0, 5, 10, 16 and 28 mmhos cm⁻¹ that five days of ground contact - settlement reached following osmotic potentials: -0.054, -0.73, -2.43, -3.65, -5.97 MPa, respectively. Planting was on the fifth day and evaluated the percentage of germination. The results showed 100% germination with an osmotic potential of -0054 MPa (control), 93% germination for the condition of -0,73 MPa, 14% to -2.43 MPa and zero for all other treatments. These data suggest that soybeans are intolerant to salinity in the germination phase.

Keywords: tolerance to salinity, osmotic potential.

1. INTRODUCCIÓN

Más de 800 millones de hectáreas de suelos en todo el mundo se encuentran afectadas por diferentes tipos de salinidad (FAO, 2008). En Argentina aproximadamente unas 13 millones de hectáreas están afectadas por sales (Casas y Plá Sentís, 2011).

La salinización es un proceso de enriquecimiento del suelo con sales más solubles que el sulfato de calcio. Por lo general se trata de cloruros y sulfatos de sodio y magnesio. Esto provoca valores muy altos de la presión osmótica en el agua del suelo, con evidentes repercusiones sobre la vegetación, pues interfiere en el crecimiento de la mayoría de los cultivos y otras plantas no especializadas (Porta *et al.*, 1999).

Una de las principales causas de la salinización de los suelos, está vinculada a una tasa evaporativa desde su superficie (desnuda) con el aporte, por ascenso capilar, de una capa freática salina (Cisneros, 1994).

La creciente expansión del cultivo de soja en nuestro país estimulado por la rentabilidad del producto, ha empezado a cultivarse en suelos de limitadas aptitudes agrícolas, como los suelos salinos – sódicos, donde pueden afectar negativamente el establecimiento de las plántulas, el desarrollo vegetativo y en definitiva, el rendimiento del cultivo de soja (Videla *et al.*, 2005).

Por otra parte, la siembra directa aparece como una técnica auspiciosa en cuanto a mantener la cobertura de los suelos y minimizar el proceso de salinización al disminuir la tasa evaporativa desde una napa salina (Espósito, 2002). Esta situación brindaría mejores condiciones para lograr una aceptable germinación del cultivo de soja.

La disponibilidad hídrica para las semillas al momento de la siembra es uno de los factores fundamentales para la ocurrencia de la germinación, el crecimiento inicial del sistema radical y emergencia de las plántulas. Este factor depende del potencial mátrico del suelo y del área de contacto suelo-semilla (Machado Neto *et al.*, 2004).

La etapa heterotrófica del proceso de germinación no tendrá lugar si un exceso de sales eleva la presión osmótica del medio reduciendo la diferencia entre el medio y la semilla impidiendo o reduciendo la imbibición de la semilla, esta situación también puede provocar la muerte por el efecto tóxico de ciertos iones (Bonadeo, 2004). Harris (1915) estableció la toxicidad relativa de las sales solubles, siendo los cloruros más tóxicos para la germinación que los sulfatos.

Un suelo salinizado presenta potenciales osmóticos con magnitudes que provocan una alteración en el proceso de germinación de las semillas en su fase de imbibición (sequía fisiológica), afectando desde luego, el establecimiento del stand de plantas del cultivo (Salisbury, 1994).

Bajos potenciales de agua, especialmente en etapas tempranas de la germinación, pueden influir en la absorción de agua de la semilla, provocando que el proceso de germinación no sea posible (Bansal *et al.*, 1980; Braccini *et al.*, 1996).

Algunas especies, como la soja, son muy sensibles a condiciones de estrés hídrico inducido con soluciones de cloruro de sodio, durante el proceso de germinación, habiéndose encontrados importantes disminuciones en el porcentaje de semillas germinadas a los 8 dS.m⁻¹ de conductividad eléctrica del suelo (Bourgeois-Chaillov *et al.*, 1992; Santos *et al.*, 1992).

El déficit de agua inducido con manitol, afecta la germinación y el desarrollo de las plántulas para cualquier especie: la germinación es severamente afectada a los -1,2 MPa. (Machado Neto *et al.*, 2004).

De acuerdo a Dodd y Donovan (1999), un incremento de la salinidad generalmente reduce la germinación, dos procesos regulan esta reducción: los efectos osmóticos debidos a una disminución del potencial de solutos del suelo, creando un estrés hídrico para la planta y los efectos iónicos debidos a la absorción y/o acumulación de iones por la semilla o las plántulas.

Las disminuciones de la germinación inducidas por la salinidad son usualmente debidas solamente a los efectos osmóticos (potencial de soluto del sustrato) para las halófitas, mientras que las glicófitas (como la soja) son más probables a exhibir toxicidad iónica adicional (Garsaball *et al.*, 2007). Sin embargo, Prisco y O'Leary (1970) indicaron que un alto contenido de sales en el suelo, especialmente cloruro de sodio, puede inhibir la germinación no solamente debido a la sequía fisiológica como también debido a una disminución del potencial hídrico sino también debido al aumento de la concentración de iones en el embrión, ocasionando un efecto tóxico.

Una reducción en el porcentaje de germinación de las semillas en condiciones de déficit hídrico es atribuida a una menor difusión del agua a través del tegumento, el déficit hídrico ocasiona una prolongación de la fase estacionaria del proceso de imbibición por causa de la reducción de la actividad enzimática y consecuentemente, un menor desenvolvimiento meristemático y atraso en la profusión de la radícula (Falleri, 1994).

Porta *et al.* (1999), señalan que la presencia de sales en el suelo provoca un retardo en la nascencia, que con salinidades elevadas puede no tener lugar. Mientras que Daubemire (1990), indicó que en condiciones salinas en la mayoría de las halófitas y las glicófitas la germinación es muy lenta y la supervivencia de las plántulas es muy difícil.

La salinidad influencia significativamente la respuesta germinativa de la semilla, un exceso de sales solubles provoca una reducción del potencial hídrico del suelo, induciendo una menor capacidad de absorción de agua por las semillas. Esta reducción del potencial hídrico y de los efectos tóxicos de las sales interfiere inicialmente en el proceso de absorción de agua por las

semillas influenciando la germinación (Cavalcante y Perez, 1995). Una reducción en el porcentaje de germinación y un atraso en el inicio del proceso germinativo con el aumento del estrés salino puede estar relacionado con una sequía fisiológica producida, pues cuando existe un aumento de la concentración de sales en el medio germinativo, hay una disminución del potencial osmótico y consecuentemente, una reducción del potencial hídrico (Fanti y Perez, 2004). Esta reducción puede afectar la cinética de absorción de agua por las semillas (efecto osmótico), como también elevar a niveles tóxicos las concentraciones de iones (efecto tóxico) (Cramer *et al.*, 1986; Tobe *et al.*, 2000). Van der Moezel y Bell (1987) relataron que el cloruro de sodio puede afectar la germinación cuando la célula alcanza niveles tóxicos del catión sodio.

Da Silva *et al.* (2007) encontraron que la germinación y la tasa de germinación de semillas de cebada disminuyeron a medida que se incrementó el nivel de salinidad, reduciendo la viabilidad y vigor de las semillas debido a que la salinidad afectó la integridad de la membrana principalmente en el cultivar AF 98067 el cual mostró ser más susceptible al estrés salino.

Méndez *et al.* (2002) evaluaron tres cultivares de maíz (Cargill 633, Himeca 2003 y Pioneer 3031), el efecto de potenciales osmóticos (0, -3, -6, -9 y -12 Bares) generados en soluciones de sulfato de sodio y observaron que el porcentaje de germinación no fue mayormente modificado hasta los -3 bares, pero luego disminuyó al 83,7 y 73,3 % a -9 y -12 bares, respectivamente. Por otra parte, Martínez (1999), comparó el porcentaje de germinación entre los cultivares Cargill 717 y Cargill 633 y obtuvo un mayor porcentaje de germinación con Cargill 717 a potencial osmótico de -0,03 MPa.

Según FAO (2004) valores mayores a 2 mmhos/cm de conductividad en el extracto de saturación del suelo afectan severamente la emergencia de determinadas especies como maíz, maní y arveja. Sin embargo, el cultivo de soja es poco tolerante a la salinidad del suelo (FAO 2004): CEes igual o mayor al 10 mmhos/cm el cultivo no prospera (se muere) y tolera valores de hasta 3,3 mmhos/cm sin afectar el rendimiento potencial. Machado Neto *et al.*, (2004) induciendo stress salino con ClNa hasta valores igual o superior -0,6 MPa de potencial osmótico la germinación de diferentes variedades de soja fue nula. En cambio utilizando Manitol para inducir el stress salino la germinación fue nula a -1,2MPa de potencial osmótico. Ésta diferencia fue atribuida a la facilidad que tiene el ión sodio para atravesar la membrana celular y alterar el proceso de germinación. En consecuencia, es de esperar que estos rangos de potencial osmótico, inducidos en soluciones, se repitan en la cama de siembra hipótesis que se dispone contrastar en este trabajo.

Hipótesis

El umbral de salinidad de la cama de siembra que inhibe la emergencia de la plántula de soja se encuentra entre los -0,6 y -1,2 MPa de potencial osmótico o su equivalente en CEes 1,66 y 3,3 mmhos/cm respectivamente.

OBJETIVOS

Objetivos general:

- Determinar un rango umbral de tolerancia a la salinidad para el proceso de emergencia de la semilla de soja.

Objetivos específicos:

- Generar diferentes condiciones de salinidad en 5 cm superficiales de una muestra de horizonte A de un Molisol.
- Evaluar la emergencia de soja en diferentes condiciones de salinidad de la cama de siembra.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación

La presente experiencia se realizó en el invernáculo de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, ubicado en el campus de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

2.2 Procedencia del suelo, el agua y las semillas

Como cama de siembra se utilizó una muestra de suelo del horizonte A de un Haplustol, ubicado en el campo experimental de la FAV - UNRC. Dicho horizonte es de textura franca arenosa, con un 2,6% de materia orgánica, pH en agua de 6,8 y un 94,6% de saturación de bases. (Hampp, Com. Pers.).

Las muestras de agua de la capa freática fueron extraídas en mediaciones de la laguna “La Chanchera” próxima a la ciudad de Laboulaye. La conductividad eléctrica de la freática es de 28 mmhos/cm.

Las semillas de soja utilizadas para el ensayo son de la variedad Don Mario 5009 con un Poder Germinativo de 92% y Energía Germinativa de 89% según información provista por el semillero.

2.3. Diseño de un dispositivo para la salinización de la cama de siembra.

Se diseñó un dispositivo “ad hoc” para salinizar la cama de siembra. La estructura del dispositivo consta de (Figura 1):

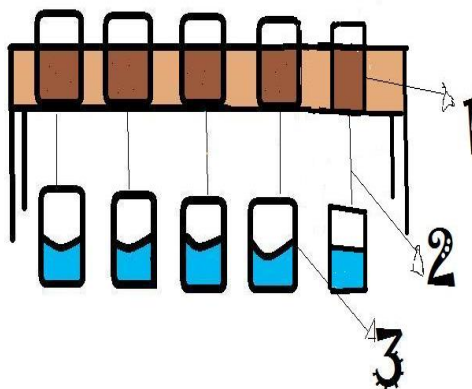


Figura 1: Esquema dispositivo “ad hoc” para salinizar la cama de siembra

1. Recipientes conteniendo el suelo: envases de plástico de 2 l de volumen con un diámetro de 10 cm y una altura de 25 cm.
2. Soga de nylon de 7 milímetros de diámetro y 50 cm de longitud utilizada para conectar capilarmente el suelo y las soluciones.
3. Recipiente conteniendo agua con determinada concentración salina (iguales que 1).

En los recipientes de agua se añadieron soluciones obtenidas desde diluciones del agua del freático con agua destilada hasta lograr cuatro valores de conductividades eléctricas: 5, 10, 16 y 28 mmhos/cm. En un frasco se utilizó agua destilada como testigo. Luego se conectaron estos recipientes mediante la soga de nylon. La función de éste cuerpo poroso es trasladar la solución mediante ascenso capilar. Este mecanismo de ascenso capilar se mantuvo constante durante cinco días, con el objetivo que se depositara la mayor cantidad de sales posibles en los primeros centímetros del suelo.

Diariamente se procedió a medir la salinidad de la suspensión 1:1 y se transformó a salinidad del extracto de saturación dividiendo este valor por **0,59** coeficiente propuesto por Doran y Jones (1996) para texturas francas arenosas finas a francas.

Al quinto día se reemplazó las soluciones salinas por agua destilada para mantener la concentración salina de la cama de siembra y el abastecimiento hídrico con un contenido hídrico similar al de capacidad de campo.

Al día quinto de la experiencia se procedió a realizar la siembra a una profundidad de 1.5 cm aproximadamente de cinco semillas de soja. El período de evaluación y conteo de plántulas emergidas se realizó desde la siembra hasta el desplegamiento de los cotiledones sobre la superficie del suelo. El porcentaje de emergencia se determinó utilizando la fórmula:

$$\% \text{ Emergidas} = (\text{Semillas Emergidas} / \text{Semillas Totales Sembradas}) \times 100.$$

Los valores de CE de la cama de siembra fueron convertidos a potencial osmótico del suelo. Dicha conversión se realizó para que los resultados de la experiencia sean comparables con otros estudios. La ecuación utilizada fue:

$$\Psi_o = -a \text{ CE} \quad [1]$$

Donde Ψ_o potencial osmótico en Mpa; a constante para la sal cloruro de sodio = 0,36 y CE conductividad eléctrica del extracto de saturación (mmhos/cm) (Porta *et al.*, 1999).

2.4. Diseño Experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo espacial. El tratamiento fue la conductividad eléctrica del suelo (*CEes*) correspondientes a cada solución salina de 5, 10, 16 y 28 mmhos/cm y testigo. Se realizaron con 3 repeticiones por tratamiento haciendo un total de 15 (quince) observaciones. El análisis estadístico de la experiencia se realizó a través del software InfoStat (2002) utilizando el test de diferencia de medias entre tratamientos de Fisher (0.05%).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la conductividad eléctrica adquirida por el extracto de saturación del suelo a lo largo de los cinco días de ascenso capilar con las diferentes concentraciones salinas, momento en el cuál, la conductividad eléctrica del suelo ya tiende a mantenerse constante.

Cuadro 1: CE del extracto de saturación del suelo para cada tratamiento en los cinco días de ascenso capilar

Día	5 mhos/cm	10 mhos/cm	16 mhos/cm	28 mhos/cm
1	0,84	3,22	6,77	10,16
2	1,18	4,74	6,77	12,54
3	1,27	6,44	9,49	13,89
4	1,86	6,77	9,49	16,61
5	2,03	6,77	10,16	16,61

Los valores de CEes fueron transformados a valores de potencial osmótico con la ecuación [1]. En el cuadro 2, se muestran los resultados en MPa:

Cuadro 2: Potencial osmótico Mpa

Día	5 mhos/cm	10 mhos/cm	16 mhos/cm	28 mhos/cm
1	-0,30	-1,15	-2,43	-3,65
2	-0,42	-1,7	-2,43	-4,51
3	-0,45	-2,31	-3,41	-5,00
4	-0,66	-2,43	-3,41	-5,97
5	-0,73	-2,43	-3,65	-5,97

Estos resultados muestran que el dispositivo diseñado logró su cometido, esto es generar condiciones contrastantes y de salinidad creciente de la cama de siembra.

Si bien la ecuación se aplicó a todos los días de la experiencia, para relacionar con la germinación se utilizan los valores del día 5 momentos en el cuál se consideró estable la concentración salina de la cama de siembra. En el cuadro 3, se indica este valor junto con los valores del agua destilada utilizada como testigo en la experiencia.

Cuadro 3: CEes suelo (mmhos/cm) y Ψ_o (MPa) para cada tratamiento al 5to. día

	5 mhos/cm	10 mhos/cm	16 mhos/cm	28 mhos/cm	Testigo con agua destilada
CEes mmhos/cm	2,03	6,77	10,16	16,61	0,15
Ψ_o MPa	-0,73	-2,43	-3,65	-5,97	-0,054

Los resultados de la emergencia contabilizados al octavo día de realizada la siembra se muestran en el cuadro 4.

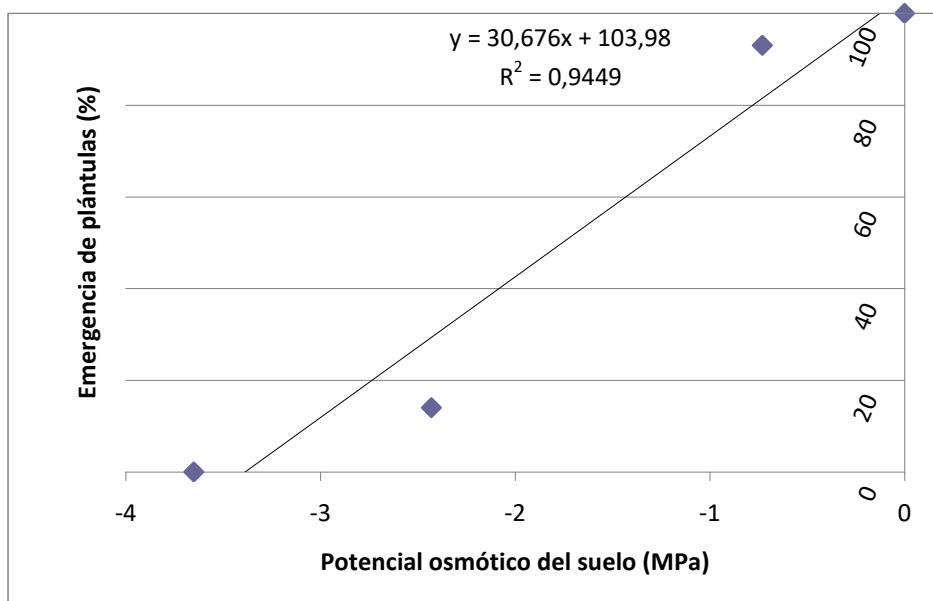
Cuadro 4: Semillas emergidas en cada tratamiento

Tratamiento CEes mmhos/cm	Tratamiento Ψ_o (MPa)	Promedio de Semillas germinadas	% Emergencia
0,15	-0,054	5 a	100
2,03	-0,73	4,67 a	93
6,77	-2,43	0,67 b	14
10,16	-3,65	0 c	0
16,61	-5,97	0 c	0

Letras distintas indican diferencias significativas al 5% de probabilidad según el test de Fisher

De acuerdo al resultado obtenido, se observa que el valor umbral de salinidad donde la germinación cae abruptamente es a los 2,03 mmhos/cm de CEes o su equivalente en potencial osmótico de -0,73 MPa.

Se evaluó la relación entre el potencial osmótico del suelo y el porcentaje de emergencia de plántulas de soja del experimento. El resultado es una regresión lineal donde más del 90% de la variabilidad la germinación la explica la CEes de la cama de siembra.



Esta relación muestra una clara dependencia entre el potencial osmótico y la reducción de la emergencia de plántulas, pero la misma debe ser utilizada con precaución para predicciones dado la poca cantidad de datos muestrales procesados (5 semillas por tratamiento).

En ésta experiencia, las semillas de soja se sembraron en suelos con salinidad inducida entre los -0.054 MPa hasta los -5.97 Mpa de potencial osmótico. Según Murillo-Amador y Troyo-Diéguez (2000) en muchas especies estos valores son demasiados altos para la absorción de agua, la imbibición y germinación de las semillas. Sin embargo en esta experiencia, el límite en el cual la emergencia cae abruptamente, estaría en el orden de los -0.73 MPa, lo que estaría indicando una tolerancia a la salinidad de la cama de siembra similar que la indicada por Machado Neto *et al.* (2004) y confirma la hipótesis planteada en este trabajo

CONCLUSIONES

- Se pudo diseñar y construir un dispositivo *ad hoc* para salinizar cama de siembra pudiendo hacer la experiencia sobre el suelo y no sobre soluciones como son la mayoría de los ensayos publicados.
- El rango umbral de tolerancia a la salinidad del suelo para que ocurra la emergencia de las plántulas de soja se ubica entre los -0.73 y -2.43 MPa de potencial osmótico, arrojando valores del 93% y 14% de germinación respectivamente.
- Conductividades del agua de napa mayores a los 10 mmhos/cm, generan potenciales osmóticos mayores a -2.43 MPa, afectando prácticamente de manera total la emergencia de las plántulas de soja.

5. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Bansal, R. P.; Bhati, P. R. and Sem. D. N. 1980. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. *Biología Plantarum*, 22: 327-331.
- Braccini, A. L.; Ruiz, H. A.; Braccini, M. C. L. and Reis, M. S. 1996. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. *Revista Brasileira de Sementes*, 18 : 10-16.
- Bourgeais-Cahillov, P.; Perez-Alfocea, F. and Guerrier, G. 1992. Evolution ontogénique de la tolérance au NaCl chez le soja: comparaison des responses au sel à deux stades de développement et chez les calcs correspondents. *Canadian Journal of Botany*, 70: 1346-1354.
- Casas R y Plá Sentís I. 2011. Suelos Salinos. INTA Informa N° 652:4
- Cavalcante, A. y Perez, S. 1995. Efeitos dos estresses hídrico e salino sobre a germinação de sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(2):281-289.
- Cisneros, J. 1994. Caracterización del hidrohalmorfismo en ambientes representativos del centro - sur de Córdoba. Tesis M.Sc. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires.
- Cramer, G.; Läuchli, A. y Epstein, E. 1986. Effects of NaCl and CaCl₂ on ion activities in complex nutrient solutions and root growth of cotton. *Plant Physiology*, 81:792-797.
- Daubemire, R. 1990. *Ecología Vegetal*. Limusa, México, D.F. pág. 66.
- Di-Renzo, J. A.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Guzmán, W.; Robledo, C.; Casanoves, F. 2002. Infostat.
- Dodd, G. y Donovan, L. 1999. Water potential and ionic effects on germination and seedling growth of two cold desert shrubs. *American Journal of Botany*, 86(8):1146-1153.
- Doran, J.W. y A.J. Jones Eds. 1996. *Methods for Assessing soil quality* SSSA Special Publication Number 49 Soil Science Society of America.
- Esposito, G. 2002. Propiedades hidrofísicas de los suelos asociados a diferentes sistemas de labranzas en cultivo de maíz. Trabajo de tesis para la obtención del título de Magíster en Producción Vegetal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Falleri, E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed Science and Technology*, 22(3):591-599.

- Fanti, S. y Perez, S. 2004. Processo germinativo de sementes de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39(9): 903-909.
- FAO 2008. FAO Land and Plant Nutrition Management Service En: [/www.fao.org/ag/agl/agll/spush/](http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/). Consultado: 06 – 28 – 2009.
- Machado Neto, N. B.; Saturnino, S. M.; Bomfim, D. C. and Custodio, C. C. 2004. Water stress induced by manitol and sodium chloride in soybean cultivars. *Brasilian Archives of Biology and Technology*, 47: 521-529.
- Martínez A. 1999. Efecto de la temperatura y del contenido de agua del suelo en la germinación y crecimiento inicial en dos cultivares de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes contenidos de humedad inicial en las semillas. Tesis M.Sc., Universidad de Oriente, Monagas.
- Méndez N.; Ibarra P. y Merazo P. 2002. Germinación de semillas y desarrollo de plántulas de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) bajo soluciones osmóticas II. Sulfato de sodio. VI Festival del Maíz y VI Jornada Científica Nacional del Maíz. En: www.ceniap.gov.ve. Consultado: 04 -27 – 2007.
- Murillo-Amador, B. y Troyo-Diéguez, E. 2000. Effects of salinity on the germination and seedlings characteristics of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40(3):433-438.
- Porta C.; López-Acevedo R. y Roquero De L.1999. *Edafología*. Mundi-Prensa, Madrid, 45(4): 657-705.
- Prisco, J. y O'leary, J. 1970. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*, 20:177-184.
- Salisbury, F. y C. Ross. 1994. *Fisiología Vegetal*. Ed. Grupo Editorial Iberoamericana.
- Santos, V. L. M.; Calil, A. C.; Ruiz, H. A.; Alvarenga, E. M. and Santos, C. M. 1992. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor das sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 14: 189-194.
- Tobe K, Li X, Omasa K. 2000. Effects of NaCl on seed germination and growth of two Chinese desert shrubs, *Haloxylon ammodendron* and *H. persicum* (Chenopodiaceae). *Australian Journal of Botany* (in press).
- Torres, S. B.; Vieira, E. L. and Marcos Filho, J. 2000. Efeitos da salinidade na germinação e no desenvolvimento de plântulas de pepino. *Revista Brasileira de Sementes*, 22: 39-44.
- Van der Moezel, P. G. y Bell, D. T. 1987. The effect of salinity on the germination of some Western Australian Eucalyptus and Melaleuca species. *Seed Science and Technology*, 1: 239-246.

Videla, H. Degioanni, A. y Cisneros J. 2005. Producción de soja en suelos con capa freática superficial y diferente contenido salino en el sur de Córdoba. Congreso Argentino de Ingeniería Rural.