

## EFFECTO DEL ESTRÉS SALINO SOBRE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS DE *Conyza canadensis* Y *Conyza bonariensis*

Oscar Mitsuo Yamashita<sup>1</sup> y Sebastião Carneiro Guimarães<sup>2</sup>

### RESUMEN

*Conyza canadensis* y *C. bonariensis* son dos especies de malezas que tienen una importancia creciente en todo mundo. La salinidad del suelo es considerada como uno de los principales factores abióticos desfavorables, ya que causa daños en el metabolismo vegetal y efectos perjudiciales en muchos procesos fisiológicos de las plantas, incluyendo el proceso de germinación en especies de interés agronómico como las malezas. Con el objetivo de ampliar los conocimientos sobre la biología de la germinación de *C. canadensis* y *C. bonariensis* se evaluó el efecto del estrés salino con soluciones de  $MgCl_2$  y  $CaCl_2$ , sobre la germinabilidad de sus semillas. El  $MgCl_2$  provocó una reducción significativa en la germinación de *C. bonariensis*, mientras que el  $CaCl_2$  redujo la germinación en *C. canadensis*, a partir de concentraciones de 4,0 y 6,0  $cmol_c \cdot dm^{-3}$ , respectivamente. En general, para ambas especies y tipos de sal, la tasa de germinación se redujo a partir de 2,0  $cmol_c \cdot dm^{-3}$ .

**Palabras clave adicionales:** Buva, salinidad,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$

### ABSTRACT

#### Salt stress effect on germination of *Conyza canadensis* and *Conyza bonariensis* seeds

*Conyza canadensis* and *C. bonariensis* are weeds of increasing importance in world. Soil salinity is regarded as one of the major abiotic stresses, causing damage to plant metabolism and deleterious effects in many physiological processes of plants, including germination of species of agronomic interest such as weeds. In order to increase knowledge about the biology of germination of *C. canadensis* and *C. bonariensis*, we evaluated the effect of salt stress, with solutions of  $MgCl_2$  and  $CaCl_2$ , on the germination of their seeds.  $MgCl_2$  significantly reduced germination in *C. bonariensis*, while  $CaCl_2$  did it in *C. canadensis*, from concentrations of 4,0 and 6,0  $cmol_c \cdot dm^{-3}$ , respectively. In general, for both species and salts, the germination rate decreased from 2.0  $cmol_c \cdot dm^{-3}$ .

**Additional key words:** Horseweed, salinity,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$

### INTRODUCCIÓN

En condiciones naturales las plantas están frecuentemente expuestas a estrés ambiental que limita la germinación y posibilidades de supervivencia de sus semillas (Munns, 2005). La salinidad del suelo es considerado como uno de los principales factores ambientales que restringe la germinación de semillas en el campo (Souza-Filho et al., 2001).

Gran parte de los propágulos de las malezas permanecen latentes hasta que ocurren condiciones propicias para su desarrollo, pero las que germinan en condiciones inadecuadas pueden morir poco después de la germinación, perdiendo así su capacidad de propagarse (Baskin y Baskin, 1998).

La salinidad está entre los factores relacionados con las condiciones del suelo. *C. canadensis* y *C. bonariensis* son dos especies de malezas que infestan las zonas abandonadas, los pastizales, los cultivos anuales y perennes, reduciendo significativamente la productividad en las áreas de cultivo. Debido a la dificultad creciente de control químico de estas especies por la aparición de los biotipos resistentes, se requiere información sobre la biología de la germinación, con miras a la adopción de adecuadas técnicas de control (Yamashita y Guimarães, 2010).

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes concentraciones de dos sales diferentes ( $MgCl_2$  y  $CaCl_2$ ) sobre la germinación de las semillas de *C. canadensis* y *C. bonariensis*.

Recibido: Agosto 21, 2010

Aceptado: Julio 4, 2011

<sup>1</sup> Dpto. de Agronomía, Universidad do Estado de Mato Grosso. Alta Floresta, Mato Grosso. Brasil. e-mail: yama@unemat.br

<sup>2</sup> Dpto. de Fitotecnia a Fitosanidad, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso. Brasil. e-mail: sheep@ufmt.br

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se efectuaron en el Laboratorio de Semillas de la Universidad del estado de Mato Grosso, Campus de Alta Floresta, MT, Brasil, entre noviembre 2007 y mayo 2008.

Se colectaron semillas de *C. canadensis* y *C. bonariensis* en áreas cultivadas, cuando estaban listas para la dispersión por el viento y se realizó una selección visual, desechando las semillas con evidencia de daño o deformes, para luego almacenarlas a  $12,0 \pm 0,5$  °C hasta su uso.

Las semillas fueron sembradas en dos hojas de papel Germibox esterilizado, como sustrato, humedecido hasta saturación en soluciones de  $MgCl_2$  o  $CaCl_2$ , colocadas en cajas de acrílico de 11 x 11 x 3,5 cm, previamente desinfectadas con lejía comercial. Cada caja, con 50 semillas, representó una unidad experimental, y las mismas fueron colocadas en una cámara de germinación a 25 °C y 12 horas de fotoperíodo. Los papeles fueron rehumedecidos con las soluciones cada cuatro días. Se emplearon cuatro concentraciones diferentes más un testigo por sal, en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2 x 5 (dos soluciones salinas y cinco concentraciones) con cuatro repeticiones. Las distintas concentraciones salinas y los potenciales hídricos correspondientes (calculados mediante la ecuación de Vant'Hoff) se presentan en el Cuadro 1.

Diariamente y durante 20 días se midió la longitud de la raíz primaria ( $\geq 2,0$  mm) de las semillas germinadas. Después de este período, se evaluó la viabilidad de las semillas no germinadas mediante la prueba de "presión al tacto" al presionarlas con pinzas y considerar como inactivas aquellas que se mostraron firmes (Isaac y Guimarães, 2008).

Se calculó el porcentaje de germinación e índice de velocidad de germinación (IVG) para muestras de 50 semillas utilizando la fórmula  $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$ , donde: IVG = índice de velocidad de germinación, G1, G2, Gn = número de nuevas semillas germinadas en el primer, segundo, y último conteo, N1, N2, Nn = número de días desde la siembra en el primero, segundo y último día (Maguire, 1962). Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey mediante el programa Sisvar 5.1 (Ferreira, 2008).

**Cuadro 1.** Concentración y potencial hídrico de las soluciones salinas utilizadas

Sal	Concentración (cmol <sub>c</sub> ·dm <sup>-3</sup> )	Potencial hídrico (MPa)
$MgCl_2$	0,00	0,00
	2,00	-0,12
	4,00	-0,24
	6,00	-0,36
	8,00	-0,48
$CaCl_2$	0,00	0,00
	2,00	-0,13
	4,00	-0,26
	6,00	-0,39
	8,00	-0,52

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuando se promediaron las respuestas a las diferentes dosis de cloruro de magnesio se detectaron diferencias significativas entre las dos especies de malezas ( $P \leq 0,05$ ) para la germinación total pero no para la velocidad de germinación (Cuadro 2). Por otra parte, al promediar las respuestas de las dos especies no hubo diferencias significativas entre las distintas dosis para la germinación total pero sí las hubo ( $P \leq 0,05$ ) para la velocidad de germinación.

**Cuadro 2.** Germinación y velocidad de germinación promedio (IVG, 50 semillas) *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* germinadas en sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de magnesio

	Germinación (%)	IVG
Especie		
<i>C. canadensis</i>	92,8 a	12,36
<i>C. bonariensis</i>	76,6 b	11,74
Valor de F	125,77 *	2,974 ns
Dosis (cmol <sub>c</sub> ·dm <sup>-3</sup> )		
0,0	85,3	15,54 a
2,0	86,3	13,35 b
4,0	83,5	11,06 c
6,0	86,8	10,37 c
8,0	81,8	9,93 c
Valor de F	1,634 ns	34,188 *
CV (%)	5,39	9,45

ns: no significativo; \*: significativo según prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Asimismo, la mayor concentración de  $MgCl_2$  (8,0 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>) no tuvo efectos tóxicos en *C.*

*canadensis* (Cuadro 3), a diferencia de *C. bonariensis* que mostró cerca de 20 % de reducción en la germinación en la mayor concentración de la sal.

**Cuadro 3.** Germinación total (%) de semillas de *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* en un sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de magnesio

Dosis ( $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Especie	
	<i>C. canadensis</i>	<i>C. bonariensis</i>
0,0	91,5 a A	79,0 b AB
2,0	92,5 a A	80,0 b AB
4,0	95,5 a A	71,5 b B
6,0	92,5 a A	81,0 b A
8,0	92,0 a A	71,5 b B
CV (%)	5,39	

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la fila y mayúscula en la columna no son diferentes según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

Los cationes como el  $\text{Mg}^{+2}$  afectan la germinación de las semillas de las plantas en una mayor o menor medida (Rumbaugh et al., 1993), lo cual varía según la especie. Como se señaló, *C. bonariensis* se comportó como una especie más sensible al  $\text{MgCl}_2$  que *C. canadensis*. En un estudio con *Kochia scoparia*, Everitt et al. (1983) observaron una reducción en la germinación ante concentraciones de  $3,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  de  $\text{MgCl}_2$ , mientras que Souza Filho et al. (2001) no encontraron reducción en el porcentaje de germinación de las semillas de *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia* al usar concentraciones de  $12 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Las semillas más vigorosas son más propensas a germinar en condiciones de estrés que las más débiles. Basados en el tratamiento de control, aparentemente los lotes de semillas de *C. bonariensis* eran menos vigorosas, lo cual tal vez pudo influir en su sensibilidad ante la sal de magnesio.

La velocidad de germinación fue influenciada por la concentración de  $2,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  de  $\text{MgCl}_2$  para *C. canadensis* y  $4,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  para *C. bonariensis* (Cuadro 4). Este comportamiento se podría explicar por la restricción de la disponibilidad de agua en el sustrato debido al efecto osmótico, es decir, la semilla habría iniciado la germinación, pero luego pudo ocurrir muerte de la raíz o el embrión por la escasez del líquido (Braga et al., 2009). La influencia negativa

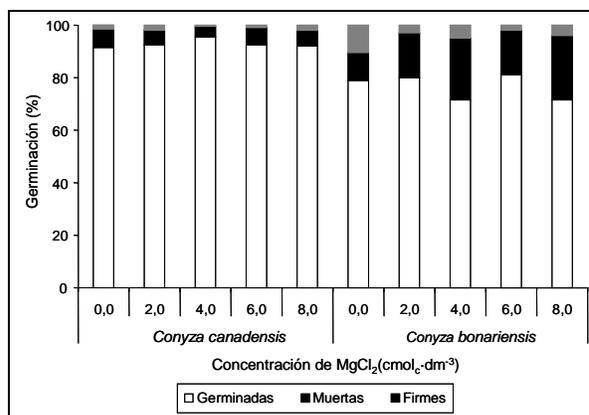
de los diferentes tipos de sales en la velocidad de germinación de las semillas ha sido reportada para otras especies botánicas (Pérez y Tambelini, 1995; Nassif y Pérez, 1997; Moud y Maghsoudi, 2008).

**Cuadro 4.** Velocidad de germinación (IVG, 50 semillas) en *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* en un sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de magnesio

Dosis ( $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Especie	
	<i>C. canadensis</i>	<i>C. bonariensis</i>
0,0	16,36 aA	14,73 aA
2,0	12,95 aB	13,76 aA
4,0	12,21 aBC	9,92 bB
6,0	9,78 aCD	9,67 aB
8,0	10,52 aD	9,34 aB
CV (%)	9,45	

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la fila y mayúscula en la columna no son diferentes según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

La Figura 1 muestra la viabilidad de las semillas de ambas especies al final de las evaluaciones. Se consideraron viables (entre 0,5 y 2 % para *C. canadensis* y entre 2 y 10 % para *C. bonariensis*) o muertas (entre 4 y 7 % para *C. canadensis* y entre 10 y 24 % para *C. bonariensis*). Se destaca la mayor sensibilidad de *C. bonariensis* ante la presencia de  $\text{MgCl}_2$  en el sustrato debido al alto número de semillas muertas en las mayores concentraciones salinas.



**Figura 1.** Porcentaje de semillas de *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* germinadas, muertas o firmes en un sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de magnesio

Es conocido que para cada especie existe un valor crítico por debajo del cual no se produce la

germinación de la semilla (Baskin y Baskin, 1998).

Con relación a la solución salina a base de  $\text{CaCl}_2$ , hubo respuesta significativa entre las especies ( $P \leq 0,05$ ) tanto para el porcentaje como para la velocidad de germinación (Cuadro 5). También hubo diferencias entre las dosis para estas dos variables cuando se promediaron las respuestas de *C. canadensis* y *C. bonariensis*.

**Cuadro 5.** Germinación y velocidad de germinación promedio (IVG, 50 semillas) en *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* en sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de calcio

	Germinación (%)	IVG
Especie		
<i>C. canadensis</i>	82,5 a	8,92 b
<i>C. bonariensis</i>	76,6 a	9,71 a
Valor de F	13,10*	5,94*
Dosis ( $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )		
0,0	87,5 a	15,97 a
2,0	84,3 a	10,19 b
4,0	82,0 ab	9,05 b
6,0	76,3 b	6,67 c
8,0	67,8 c	4,68 d
Valor de F	18,17*	141,52*
CV (%)	6,48	10,93

ns: no significativo; \*: significativo ( $P \leq 0,05$ )

La germinación de las semillas de *C. canadensis* fue afectada progresivamente por la presencia de  $\text{CaCl}_2$  sobre el sustrato (Cuadro 6). Al añadir  $6,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$  la reducción en la germinación alcanzó 17,3 % comparado al control, y en una concentración más alta ( $8,0 \text{ cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ ), esta reducción fue de 34,7 %. Por su parte, la especie *C. bonariensis* no se vio afectada significativamente por la presencia de esta sal, aunque su porcentaje de germinación mostró una ligera tendencia al descenso con el incremento de las dosis.

La velocidad de germinación de ambas especies también fue influenciada negativamente por la presencia de  $\text{CaCl}_2$  sobre el sustrato, observándose en ellas un descenso progresivo del IVG con el incremento de las dosis (Cuadro 7).

La Figura 2 muestra la viabilidad de las semillas de ambas especies con  $\text{CaCl}_2$  al final de las evaluaciones. Se observó gran cantidad de semillas de *C. canadensis* muertas (entre 5,5 y 33 %) en la medida que incrementó la concentración de  $\text{CaCl}_2$ . En *C. bonariensis*, el

máximo valor de semillas muertas fue de 11 %.

**Cuadro 6.** Germinación total (%) de las semillas de *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* en un sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de calcio

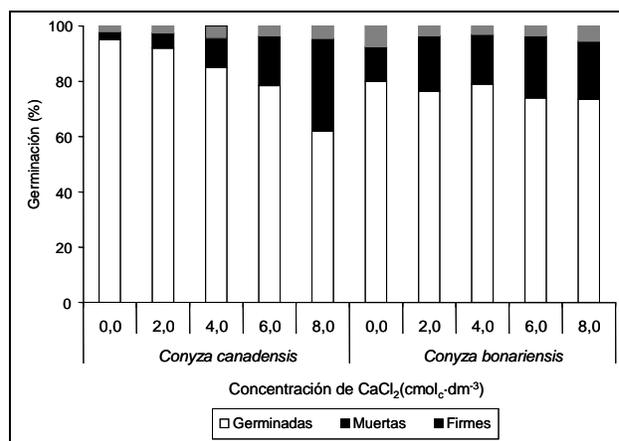
Dosis ( $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Especie	
	<i>C. canadensis</i>	<i>C. bonariensis</i>
0,0	95,0 aA	80,0 bA
2,0	92,0 aA	76,5 bA
4,0	85,0 aAB	79,0 aA
6,0	78,5 aB	74,0 aA
8,0	62,0 bC	73,5 aA
CV (%)	6,48	

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la fila y mayúscula en la columna no son diferentes según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )

**Cuadro 7.** Velocidad de germinación (IVG, 50 semillas) en *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* germinadas en sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de calcio

Dosis ( $\text{cmol}_c \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Especie	
	<i>C. canadensis</i>	<i>C. bonariensis</i>
0,0	16,432 aA	15,499 aA
2,0	10,957 aB	9,416 bB
4,0	8,690 aC	9,483 aB
6,0	5,732 bD	7,667 aBC
8,0	2,885 bE	6,477 bC
CV (%)	10,93	

Medias seguidas por la misma letra minúscula en la fila y mayúscula en la columna no son diferentes según la prueba de Tukey ( $P \leq 0,05$ )



**Figura 2.** Porcentaje de semillas de *Conyza canadensis* y *C. bonariensis* germinadas, muertas y firmes en un sustrato con concentraciones crecientes de cloruro de calcio

En general, se observó una tendencia opuesta en el efecto sobre la germinación que produjeron ambas sales, es decir, *C. bonariensis* resultó más afectada por el magnesio mientras que en *C. canadensis* hubo un mayor efecto de la sal de calcio. Al respecto, es conocido que las concentraciones de sales que restringen el crecimiento de las plantas varían mucho entre las especies y dependen del tipo de sal en el sustrato (Ferreira y Rebouças, 1992). Otros estudios también muestran una respuesta diferencial de las especies cuando sus semillas germinan con diferentes soluciones salinas (Jeller y Pérez, 1997; Fanti y Pérez, 1998).

Las sales pueden afectar la germinación por toxicidad de los iones, reducción en el potencial de agua y cambios en pH. Si las especies responden de manera distinta a estos factores, y las sales modifican el medio ambiente de manera diferente, se pueden esperar respuestas diferenciales a las sales entre las distintas especies vegetales.

### CONCLUSIONES

Se encontró un efecto diferencial de las sales sobre la germinación de *C. bonariensis* y *C. canadensis*.

*C. bonariensis* fue afectada por altas dosis de  $MgCl_2$  mientras que *C. canadensis* no fue sensible a la concentración de hasta  $8,0 \text{ cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$ . El efecto contrario se observó al utilizar la sal  $CaCl_2$ .

La velocidad de germinación de ambas especies se redujo significativamente a partir de concentraciones de  $2,0 \text{ cmolc}\cdot\text{dm}^{-3}$  de la sal.

### LITERATURA CITADA

- Baskin, C. y J. Baskin. 1998. Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. San Diego: Academic Press. 666 p.
- Braga, L., M. Souza y T. Almeida. 2009. Germinação de sementes de *Enterolobium schomburgkii* (Benth.) submetidas a estresse salino e aplicação de poliamina. Rev. Bras. de Pl. Med. 11(1): 63-70.
- Everitt, J. 1983. Seed germination characteristics of two woody legumes (retania and twested acacia) from South Texas. J. Range Manag. 36(2): 411-414.
- Fanti, S. y S.C. Perez. 1998. Efeitos do estresse hídrico, salino e térmico no processo germinativo de sementes de *Adenanthera pavonina* L. Rev. Bras. Sementes 20(1): 167-177.
- Ferreira, D. 2008. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. Rev. Symposium 6(1): 36-41.
- Ferreira, L. y M. Rebouças. 1992. Influência da hidratação/desidratação de sementes de algodão na superação de efeitos da salinidade na germinação. Pesq. Agropec. Bras. 27(4): 609-615.
- Isaac, R. y S. Guimarães. 2008. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. Planta Daninha 26(3): 521-530.
- Jeller, H. y S.C. Perez. 1997. Efeito da salinidade e da sementeira em diferentes profundidades na viabilidade e no vigor de *Copaifera langsdorfii* Desf. – Caesalpiniaceae. Rev. Bras. Sementes 19(2): 219-225.
- Maguire, J. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. Crop Sci. 2(2): 176-177.
- Moud, A. y K. Maghsoudi. 2008. Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. World J. Agric. Sci. 4(3): 351-358.
- Munns, R. 2005. Genes and salt tolerance: bringing them together. New Phytologist 167(3): 645-663.
- Nassif, S.M. y S.C. Perez. 1997. Germinação de sementes de amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul. – Fabaceae-Caesalpinoideae) submetidas a diferentes condições de estresse hídrico e salino. Rev. Bras. Sementes 19(2): 142-149.
- Perez, S.C. y M. Tambelini. 1995. Efeito dos estresses salino e hídrico e do

- envelhecimento precoce na germinação de algarobeira. *Pesq. Agropec. Bras.* 30(11): 1289-1295.
14. Rumbaugh, M., D. Johnson y B. Pendery. 1993. Germination inhibition of alfafa by two component salt mixture. *Crop Sci.* 33(5): 1046-1050.
15. Souza-Filho, A., S. Alves, F. Figueiredo y S. Dutra. 2001. Germinação de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas: *Mimosa pudica* e *Ipomoea asarifolia*. *Planta Daninha* 19(1): 23-31.
16. Yamashita, O. y S. Guimarães. 2010. Germinação das sementes de *Conyza canadensis* e *Conyza bonariensis* em função da disponibilidade hídrica no substrato. *Planta Daninha* 28(2): 309-317.