

## Artículo científico

Tolerancia a la salinidad en plántulas de agropiro criollo (*Elymus scabrifolius*) y agropiro alargado (*Thinopyron ponticum*)Tolerance to salinity in seedlings of *Elymus scabrifolius* and *Thinopyron ponticum*Carol Gisel Jauregui<sup>1</sup>; María de los Ángeles Ruiz<sup>1,2</sup>, Ricardo Daniel Ernst<sup>1</sup><sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam. Uruguay 151 (6300), Santa Rosa, La Pampa. Argentina<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Anguil, La Pampa. Argentina.

Correo electrónico: jaureguicarol@yahoo.com.ar

**Resumen**

El agropiro criollo (*Elymus scabrifolius*) y el agropiro alargado (*Thinopyron ponticum*) son dos forrajeras invernales, nativa y exótica, respectivamente, que soportan sitios halomórficos. Estas especies, mediante estrategias adecuadas de manejo, pueden propiciar la restauración y el incremento de forraje en zonas con estrés salino. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad de germinación y el crecimiento de las plántulas de ambas especies, en condiciones controladas de laboratorio, con concentraciones salinas crecientes. Fueron evaluadas dos variedades de agropiro criollo procedentes de La Pampa (Argentina), y tres variedades de agropiro alargado de origen comercial. Se distribuyeron 25 semillas de cada población en bandejas rectangulares de plástico, y los tratamientos consistieron en aplicar 20 mL de solución de NaCl, con potenciales osmóticos ( $\psi_0$ ) de 0; -0,5; -0,8; -1; y -1,5 MPa. Después se incubaron en cámara de germinación (20-30 °C), con ciclos de luz y oscuridad. Se determinó la capacidad de germinación, la longitud de la parte aérea y la biomasa respecto a un testigo (0 MPa); además se calculó la relación longitud de la raíz-parte aérea. El agropiro alargado fue más tolerante que el criollo a condiciones de estrés salino en la etapa de germinación y crecimiento de las plántulas, y este último no es adecuado para ambientes con salinidad elevada (más de -0,8 MPa). Hubo diferencias entre variedades dentro de cada especie en una misma condición salina. Se concluye que estas variedades pueden utilizarse como forrajeras para la restauración de zonas con diferente grado de salinidad.

**Palabras clave:** biomasa, germinación, plantas forrajeras.

**Abstract**

*Elymus scabrifolius* and *Thinopyron ponticum* are two winter native and exotic, respectively, forage plants, which stand allomorphic sites. These species, through adequate management strategies, can propitiate the restoration and forage increase in zones with salinity stress. The objective of this work was to determine the seedling germination capacity and growth, under controlled laboratory conditions with increasing saline concentrations. Two varieties of *E. scabrifolius* from La Pampa (Argentina) and three commercial varieties of *T. ponticum* were evaluated. Twenty five seeds of each population were distributed in rectangular plastic trays, and the treatments consisted in applying 20 mL of NaCl solution with osmotic potentials ( $\psi_0$ ) of 0; -0,5; -0,8; -1; -1,5 MPa. Afterwards, they were incubated in germination chamber (20-30 °C) fulfilling light and darkness cycles. During the study the germination capacity, length of the aerial part and biomass were determined with regards to a control (0 MPa); besides, the root length: aerial part ratio was calculated. The results showed that *T. ponticum* was more tolerant than *E. scabrifolius* under salinity stress conditions in the seedling germination and growth stage; the latter is not adequate for environments with high salinity (more than -0,8 MPa). Differences were found among varieties within each species under the same saline conditions. It is concluded that the varieties can be used as forage plants for the restoration of zones with different salinity degree.

**Keywords:** biomass, germination, forage plants

**Introducción**

El territorio argentino abarca muchas ecorregiones, con variadas condiciones climáticas que brindan una característica de suelos y fisiología muy particular para cada sitio. Según FAO-UNESCO, Argentina es el tercer país con mayor superficie de suelos afectados por halomorfismo en el mundo, después de Rusia y Australia (Lavado, 2008). Esta situación se presenta, tanto en regiones áridas y semiáridas como en

aquellas húmedas y subhúmedas, con problemáticas distintas en cada zona (Cisneros *et al.*, 2008; Taleisnik y López-Launestein, 2011).

Por otra parte, la expansión de la agricultura ha generado un reordenamiento territorial de la ganadería, con un incremento del stock ganadero en regiones marginales que soportan una menor carga animal (Rearte, 2007; Viglizzo *et al.*, 2010; Demaría y Aguado Suárez, 2013; Estelrich y Castaldo,

2014) y acentúan la fragilidad de estos sitios (Lavadó, 2008).

La problemática de la salinización de los suelos, en general, está unida a oscilaciones en la profundidad del nivel freático, con agua cargada de sales, producto de la variabilidad climática (Casas, 2013). Al finalizar los periodos de lluvia, comienza la desecación de las capas superiores del suelo, que unido al aumento de la temperatura, origina el ascenso capilar del agua freática enriqueciendo de sales todo el perfil y, principalmente la porción superior del suelo, con lo que disminuye su potencial osmótico (Zamolinski, 2000; Casas, 2013).

La siembra de las pasturas en ambientes marginales es un elemento clave para incrementar la productividad de estos sistemas (Borrajo y Alonso, 2004; García *et al.*, 2011; Bolaño *et al.*, 2015). En condiciones de estrés salino, se produce una disminución de la disponibilidad de agua tanto para la semilla en su etapa de germinación como para el crecimiento posterior de la planta y, además, los iones pueden ocasionar efectos tóxicos. Unido a esto, en general, las especies perennes tienen un lento crecimiento inicial y pocas reservas en la semilla, lo que hace que el establecimiento de la plántula sea una etapa crucial (Ruiz y Terenti, 2012).

Una alternativa conveniente y sustentable es la utilización de plantas forrajeras adaptadas a la salinidad, que presenten un buen establecimiento y restauren las condiciones desfavorables de los suelos a través de un proceso más lento y gradual pero menos costoso y más eficiente (Casas, 2014). Entre las diversas especies forrajeras adaptadas a condiciones extremas, se encuentra agropiro alargado, *Thinopyron ponticum* (Podp.) Bartworth et Dewey (Ferrari y Maddaloni, 2005; Bazzigalupi *et al.*, 2008; Di Marco *et al.*, 2013; Fernández-Grecco, 2013) y agropiro criollo, *Elymus scabrifolius* (Döll) J. H. Hunz (Ferrari, 2005; Rúgolo de Agrasar *et al.*, 2005). En ambas especies existen variedades comerciales y poblaciones nativas o naturalizadas adaptadas localmente; es importante conocer las limitantes de ambas especies y sus variedades, con la finalidad de considerarlas para ambientes marginales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación en condiciones de laboratorio y el crecimiento inicial de plántulas de dos variedades de agropiro criollo y tres variedades de agropiro alargado con distintas concentraciones de salinidad.

## Materiales y Métodos

Se utilizaron semillas de agropiro criollo (*E. scabrifolius*) provenientes de dos poblaciones de la

provincia de La Pampa (Argentina). Una población de agropiro criollo fue seleccionada en la Estación Experimental Agropecuaria de Anguil, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA EEA Anguil), Don Alberto, y la otra procedió de la Facultad de Agronomía (FA) de la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Las semillas se cosecharon y conservaron en sobres de papel a temperatura ambiente (20-25°C) durante diez meses, momento en que se iniciaron los ensayos. Para el agropiro alargado (*T. ponticum*), se utilizaron semillas comerciales: Pucará INTA, Hulk Gentos y Barpiro Barenbrug. Previo a la realización de los ensayos de salinidad, se determinó la capacidad germinativa de cada variedad a temperatura de 20-30 °C durante 21 días (ISTA, 2013).

El diseño experimental fue completamente al azar, con arreglo factorial (5 x 5), cinco niveles de salinidad x cinco poblaciones o variedades de agropiro, con cuatro repeticiones.

Se distribuyeron 25 semillas de cada población en bandejas rectangulares de plástico de 5x10 cm y 5 cm de altura, sobre papel de filtro (Muntkel 1700). Los tratamientos consistieron en aplicar 20 mL de solución de NaCl, con potenciales osmóticos ( $\psi_0$ ) de 0; -0,5; -0,8; -1; -1,5 Megapascales (MPa) que se obtuvieron siguiendo la relación empírica de Van't Hoff (Salisbury y Ross, 2010). Para el testigo se utilizó agua destilada con una conductividad eléctrica de 0 dS.m<sup>-1</sup>.

Las bandejas fueron introducidas en bolsas de polietileno transparente (20 μm de espesor), para reducir la evaporación y mantener la concentración de la solución salina. Después se incubaron en cámara de germinación (Pasti Ingeniería, Pergamino, Argentina), con un ciclo diario de 8 h de luz a una temperatura de 25 ± 3 °C y 16 h de oscuridad a una temperatura de 20 ± 3 °C (ISTA, 2013). Cada unidad experimental se cambió de lugar cada dos días para evitar diferencias por sitio dentro de la cámara. Se realizó un seguimiento cada 72 h, durante un periodo de 15 días, para agregar agua destilada o solución salina a aquellas bandejas que lo requerían. De esta manera también se evaluó la capacidad y la velocidad de germinación, que se expresaron en porcentaje respecto al testigo. Las semillas se consideraron germinadas con la aparición de la radícula y las que no germinaron después de ese período, se lavaron y pusieron a germinar en sustrato con agua destilada para evaluar su capacidad de regeneración una vez pasado el estrés. Después de una semana, aquellas que aún no habían germinado se

sometieron a la prueba de tetrazolio y se observaron en el estereoscopio para determinar su viabilidad (Ruiz, 2009; ISTA, 2013).

De esta manera, se realizó un conteo y se clasificaron en: germinadas normales aquellas que germinaron con un buen desarrollo morfológico de sus partes; germinadas anormales las que presentaban alguna deformación (ISTA, 2013) y las recuperadas normales y anormales las que crecieron después de ser acondicionadas con agua destilada.

De cada tratamiento y de cada unidad experimental, se extrajeron al azar 5 plántulas normales, a las que se les midió la longitud de la radícula y de la parte aérea; los resultados se expresaron en longitud relativa al testigo (porcentaje) y se calculó la relación de la raíz sobre la parte aérea (R/PA,%).

Posteriormente se mantuvieron en estufa a 60 °C hasta peso constante para obtener la biomasa absoluta por planta (mg) que se expresó en porcentaje con respecto al testigo, para poder evaluar el efecto generado por la salinidad.

Se realizó análisis de varianza de acuerdo a un factorial salinidad x variedad (5 x 5), y cuando la interacción fue significativa, las medias de las variedades dentro de cada nivel de salinidad se compararon mediante la prueba de diferencia mínima significativa protegida (FLSD) ( $p < 0,05$ ) empleando

el paquete estadístico InfoStat versión 1.1 (Di Rienzo *et al.*, 2016). Previamente se comprobó la normalidad de las variables con el test de Shapiro-Wilks y la homocedasticidad de las varianzas con el test de Levéne. En los casos necesarios los datos se transformaron según lo recomendado por la bibliografía (Zar, 1996).

## Resultados

**Capacidad de germinación con relación al testigo.** Se encontraron diferencias significativas entre variedades ( $p < 0,01$ ) y entre tratamientos ( $p < 0,01$ ), y la interacción entre factores fue significativa ( $p < 0,01$ ). Por ello se analizaron las variedades de manera independiente para cada uno de los niveles de salinidad.

El efecto de la salinidad fue notable en ambas variedades de agropiro criollo, que comenzaron a disminuir bruscamente su porcentaje de germinación a partir del potencial -1 MPa; en cambio las variedades de agropiro alargado no se afectaron sustancialmente por la salinidad en ninguno de los tratamientos (fig. 1).

La variedad Barpiro fue más sensible a la salinidad alta (-1,5 MPa), diferenciándose significativamente de las otras dos variedades dentro de esta especie (fig.1).

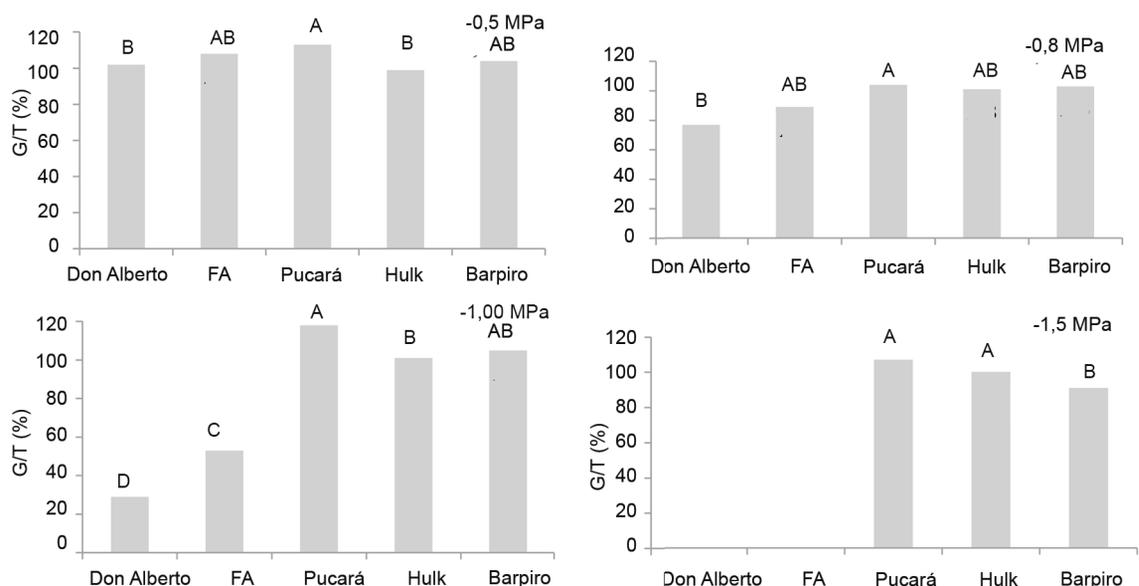


Figura 1. Capacidad de germinación respecto al testigo según las diferentes concentraciones salinas. Letras distintas indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada potencial osmótico (FLSD,  $p < 0,05$ ).

Las semillas de agropiro criollo que quedaron sin germinar en el tratamiento de -1,5 MPa, una vez pasado el estrés, se recuperaron en un alto porcentaje. Las que no se recuperaron en su mayoría conservaban su viabilidad.

**Longitud de la parte aérea de las plántulas respecto al testigo.** En general, tanto a salinidades moderadas como altas, agropiro alargado presentó mayor longitud de la parte aérea que el criollo ( $p < 0,05$ ).

El crecimiento de la parte aérea de agropiro criollo fue muy bajo (10 % respecto al testigo) a -1 MPa y no hubo germinación a -1,5 MPa. En cambio agropiro alargado a salinidades moderadas (-0,5 y -0,8 MPa) presentó una reducción del 20 % y a salinidades elevadas (-1 y -1,5 MPa) del 27 y 74 % respectivamente, como promedio para las distintas variedades (fig. 2). A -1,5 MPa Pucará fue la variedad de agropiro alargado que presentó mayor crecimiento de la parte aérea, aunque sin diferencias significativas de Hulk.

**Longitud de la raíz respecto al testigo.** A salinidades moderadas (-0,5 y -0,8 MPa) la variedad Hulk se diferenció del resto ( $p < 0,05$ ) y presentó una mayor longitud de la raíz (fig. 2), que prácticamente no fue afectada por la salinidad.

A salinidades elevadas (-1 y -1,5 MPa) se diferenciaron las dos especies. El agropiro criollo presentó un menor crecimiento de la raíz que el alargado ( $p < 0,05$ ) y, a su vez, dentro del alargado Hulk tuvo una mayor longitud de la raíz, aunque no se diferenció de Barpiro a -1 MPa ni de Pucará a -1,5 MPa (fig. 2).

**Relación longitud de la raíz respecto a la parte aérea (R/PA).** La interacción salinidad x variedad fue significativa ( $p < 0,05$ ), y se encontraron diferencias entre niveles de salinidad y variedades. A -0,5 MPa la relación R/PA fue mayor en agropiro alargado, especialmente en Hulk y Pucará, en tanto que Barpiro se comportó como la variedad de agropiro criollo Don Alberto, con una R/PA inferior, y la selección FA fue la de menor relación R/PA. En las plántulas germinadas con agua destilada, la relación R/PA fue mayor en las variedades de agropiro alargado (fig. 3).

En presencia de una mayor salinidad, en general, hubo una tendencia a aumentar la R/PA en las variedades de agropiro criollo, debido fundamentalmente a la disminución del crecimiento aéreo. A -1,5 MPa esta variable no se pudo calcular por la ausencia de crecimiento aéreo en agropiro criollo; en las variedades de agropiro alargado R/PA fue mayor en Barpiro que en

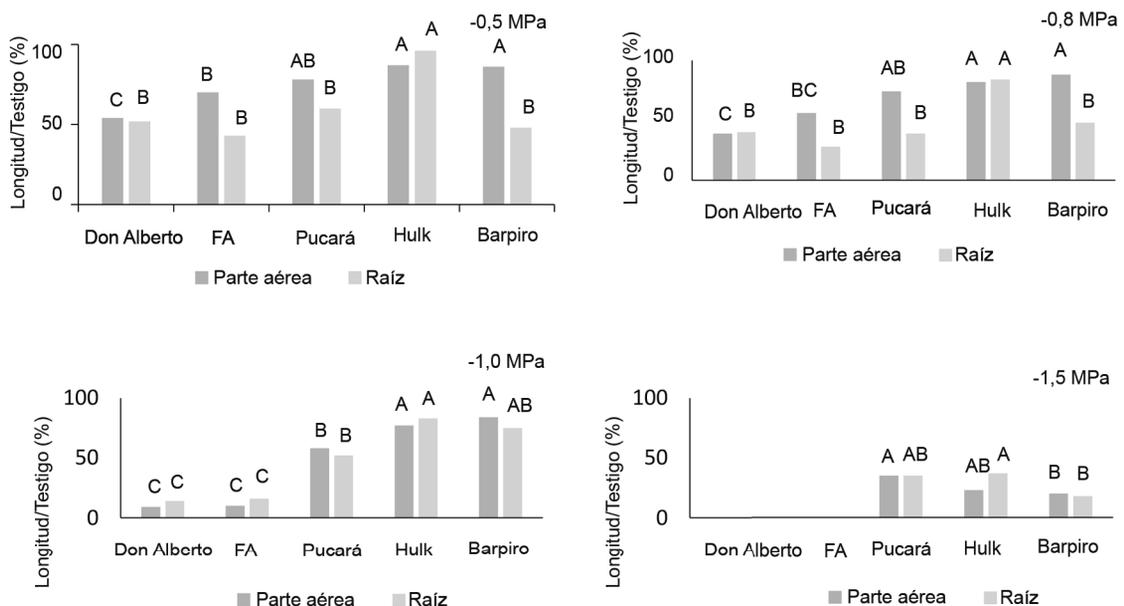


Figura 2. Longitud de la parte aérea y de la raíz respecto al testigo (%) según las diferentes concentraciones salinas.

Letras distintas indican diferencias significativas entre variedades (FLSD,  $p < 0,05$ ).

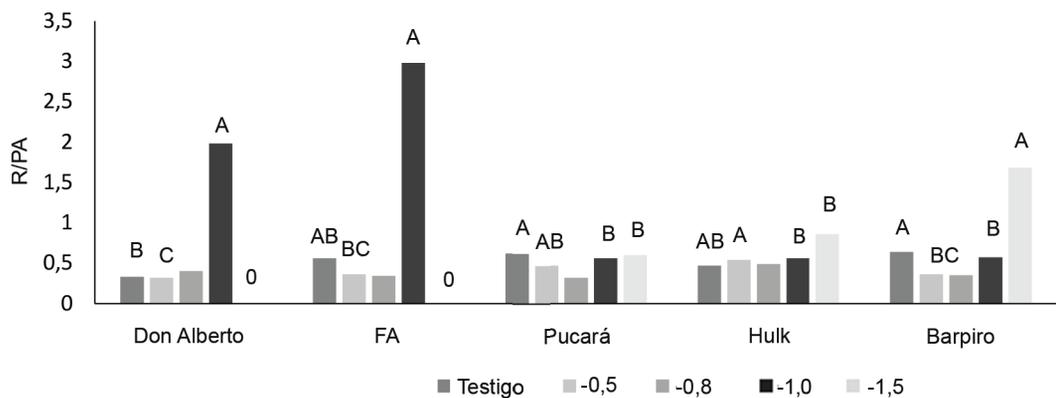


Figura 3. Relación raíz/parte aérea (R/PA) según las diferentes concentraciones salinas.

Letras distintas indican diferencias significativas (FLSD,  $p < 0,05$ ).

Hulk y Pucará ya que también hubo una mayor reducción del crecimiento aéreo en el primero.

**Biomasa de las plántulas.** La interacción salinidad x variedad fue significativa ( $p < 0,01$ ), al igual que el efecto de la salinidad ( $p < 0,01$ ). También se observaron diferencias significativas entre variedades. Bajo la condición de salinidad de  $-0,5$  y  $-0,8$  MPa, la variedad agropiro criollo Don Alberto se afectó más que el resto ( $p < 0,05$ ), mientras que el agropiro criollo FA no se diferenció significativamente de las variedades de agropiro alargado. En tanto agropiro alargado con estas concentraciones prácticamente no presentó reducción de su biomasa, especialmente la variedad Hulk. Sin embargo, con una salinidad elevada ( $-1$  MPa) la biomasa de las plántulas de agropiro criollo fue muy reducida, sin diferencia significativa entre las variedades.

En la concentración de  $-1,5$  MPa no hubo crecimiento de la parte aérea en Don Alberto ni en FA. Dentro de las variedades de agropiro alargado Hulk y Pucará redujeron su biomasa en un 30 % respecto al testigo y Barpiro mostró la mayor sensibilidad dentro de las especies y se diferenció significativamente ( $p < 0,05$ ) de las otras dos variedades (fig. 4).

## Discusión

En general, las gramíneas perennes de uso forrajero presentan un lento crecimiento inicial y pocas reservas en la semilla, lo que hace que el establecimiento de la plántula sea una etapa crucial para el desarrollo del cultivo. Si a esto se suman condiciones adversas en el medio, como son la falta de agua o la presencia de sales en el perfil del suelo, el establecimiento de la pastura es aún más

difícil (Ruiz y Terenti, 2012). En ensayos realizados por García *et al.* (2011) se halló una reducción de la germinación con el aumento del estrés salino; causado por la sequía fisiológica inducida por la disminución del potencial osmótico. Ello ocasiona una menor disponibilidad de agua, lo que genera estrés hídrico en la semilla y retrasa su crecimiento como consecuencia del costo energético para la planta; además el NaCl puede generar, a su vez, un efecto tóxico adicional.

Los resultados del presente trabajo demostraron que en las dos variedades de agropiro criollo, la germinación se redujo a medida que aumentó la concentración salina hasta llegar a inhibirse completamente en el potencial de  $-1,5$  MPa (350 mM). Agropiro alargado mostró, en general, una mayor tolerancia a la salinidad y solo se manifestó un descenso significativo del porcentaje de germinación para la variedad Barpiro con la mayor salinidad ( $-1,5$  MPa). Ello explica lo enunciado por Borrajo y Alonso (2004) acerca de que el crecimiento de las plantas es proporcional a la concentración salina y varía entre y dentro de las especies.

Esta variabilidad en respuesta a las condiciones salinas, incluso dentro de una misma especie, puede incluir componentes genéticos y ambientales (vinculadas al sitio donde fueron recolectadas las semillas). En varios ensayos con especies forrajeras se ha demostrado la existencia de variabilidad genética heredable respecto a la tolerancia a la salinidad en poblaciones de sitios con condiciones contrastantes (Bazzigalupi *et al.*, 2008). Las poblaciones provenientes de lugares salinos fueron las más tolerantes a la salinidad; sin embargo, las de lugares no salinos presentaron variabilidad para dicho carácter.

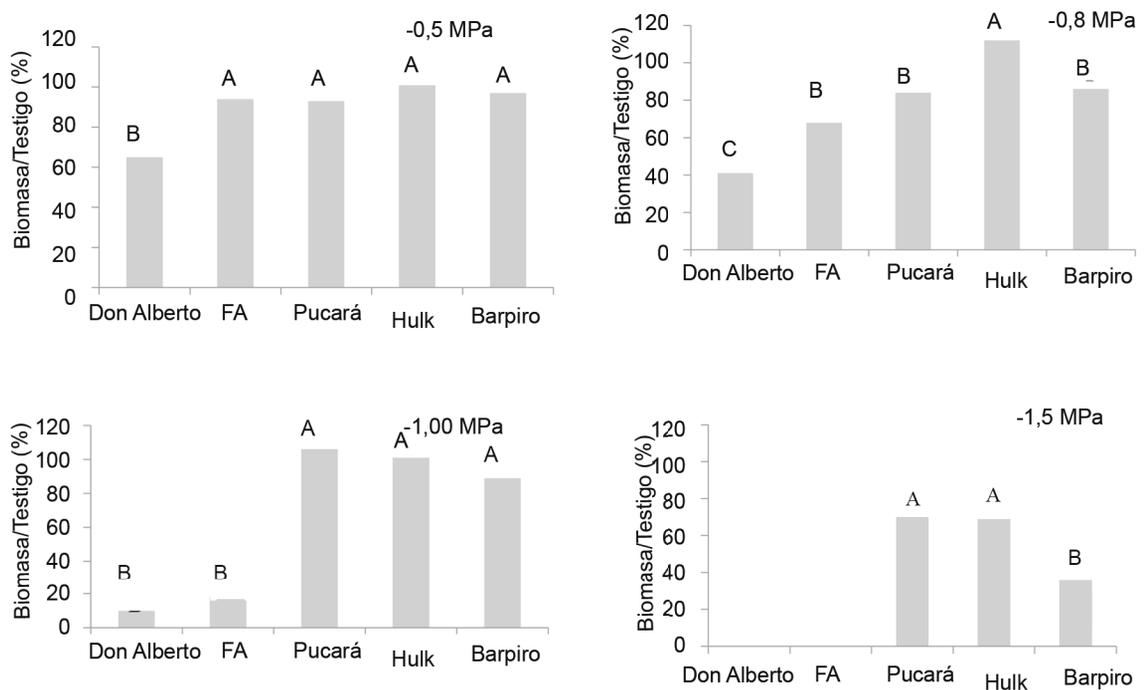


Figura 4: Biomasa respecto al testigo según las diferentes concentraciones salinas. Letras distintas indican diferencias significativas entre variedades dentro de cada potencial osmótico (FLSD,  $p < 0,05$ ).

ter; lo que significa que es posible que esta condición esté oculta en dichas poblaciones debido a una falta de selección natural que favorezca la adaptación y persistencia a esas condiciones ambientales (Bazzigalupi *et al.*, 2008; Abbott *et al.*, 2009). Este comportamiento se pudo comprobar en el presente estudio, ya que los resultados de la biomasa y la longitud de la plántula, ante los tratamientos de salinidad mostraron diferencias significativas entre variedades pertenecientes a la misma especie.

Para el caso de las variedades de agropiro alargado, en el tratamiento salino más alto (-1,5 MPa) se detectó un brusco descenso en la longitud total de la plántula y en su biomasa. En cambio, en agropiro criollo, el descenso fue marcado para un nivel menor de salinidad [-1,0 MPa (230 mM)].

Estos resultados se asemejan a los de Bazzigalupi *et al.* (2008), quien halló que la única solución que permitió discriminar entre poblaciones de agropiro alargado fue la de -1.0 MPa (18 dS.m<sup>-1</sup>) y se consideró como adecuada para trabajar con alta presión de selección en esta especie. En el presente trabajo, las variedades de agropiro alargado con concentración de -1,0 MPa presentaron una disminución baja del crecimiento, que no superó el 10 % en longitud total y estuvo entre el 10 y 20 % en biomasa. Sin embargo, mostró ser más sensible el agropiro

criollo. No obstante, Zabala (2007) ha señalado que esta última especie presenta adaptaciones genéticas para crecer y desarrollarse en diversos ambientes salinos, por medio de mecanismos de tolerancia relacionados con la acumulación diferencial de sodio en sus tejidos foliares. A su vez, las tres variedades de agropiro alargado han sufrido previamente modificaciones y adaptaciones genéticas a condiciones ambientales marginales; en el caso de Hulk, se aumentó el vigor del establecimiento (Gentos, 2011) y Pucará ha sido seleccionado por su adaptación a sitios salino - sódicos (Andres, 2014), demostrando buena respuesta a tratamientos de estrés.

Ambas especies pueden brindar, con el tiempo, la posibilidad de mejorar las condiciones estructurales del suelo y generar más alimento con buena calidad nutritiva para lograr el desarrollo de actividades ganaderas sustentables en esos sitios (Harkes, 2011; Vecchio, 2014).

## Conclusiones

En términos generales, las dos especies mostraron diferencias en la tolerancia a condiciones salinas, tanto en la germinación como en el crecimiento inicial de la plántula. De manera notoria, agropiro alargado resultó ser más resistente al estrés salino que el agropiro criollo. A su vez, se demostró que

las variedades evaluadas en cada especie también respondieron de manera diferente cuando se les sometió a iguales tratamientos salinos. Con respecto a las variedades hubo una mejor respuesta en FA de agropiro criollo y en agropiro alargado fueron superiores Hulk y Pucará.

Si bien esta investigación fue bajo condiciones controladas, permitió deducir que las variedades de agropiro alargado y agropiro criollo pueden utilizarse como forrajeras para llevar a cabo actividades de manejo y restauración en áreas con condiciones de estrés salino. En particular, las dos variedades de agropiro criollo deben ser utilizadas en ambientes menos restrictivos (menores a -0,8 MPa, 180 mM), que las de agropiro alargado.

### Referencias bibliográficas

- Abbott, L.; Pistorale, S. & Andrés, A. Evaluación de los componentes del rendimiento en semilla mediante coeficientes de sendero en poblaciones de agropiro alargado. *Agriscientia*. 26 (2):55-62, 2009.
- Andrés, A. N. *Pucará PV-INTA*. Argentina: INTA. <http://inta.gob.ar/variedades/pucara-pv-inta/>. [02/06/2015], 2014.
- Bazzigalupi, O.; Pistorale, S. M. & Andrés, A. N. Tolerancia a la salinidad durante la germinación de semillas provenientes de poblaciones naturalizadas de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). *Cienc. Inv. Agr.* 35 (3):277-285, 2008.
- Bolaño, V. A.; Vecchio, María C. & Golluscio, R. A. Dormición y tipo de suelo como determinantes en la germinación y establecimiento de *Chloris berroi* en la Pampa Deprimida. *Ecol. austral*. 25 (1):75-80, 2015.
- Borrajo, C. I. & Alonso, Sara I. Germinación, emergencia e implantación de variedades experimentales de agropiro alargado. *Rev. arg. prod. anim.* 24 (1-2):29-40, 2004.
- Casas, R. R. Recuperación de suelos salino-sódicos en áreas de secano. *ACAECER*. 38 (447):10-19, 2013.
- Casas, R. R. Tratamiento de suelos salino-sódicos en el noroeste de la provincia de Buenos Aires. *III Congreso de la Red Argentina de Salinidad*. Chascomus, Buenos Aires. p. 20-21, 2014.
- Cisneros, J. L.; Degioanni, A.; Cantero, J. J. & Cantero, A. Caracterización y manejo de suelos salinos en el área Pampeana Central. En: E. Taleisnik, K. Grungberg y María G. Santa, eds. *La salinización de suelos en Argentina: Su impacto en la producción agropecuaria*. Argentina: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba. p. 17-46, 2008.
- Demaría, M. R. & Aguado-Suárez, I. Dinámica espacio-temporal del porcentaje de suelo desnudo en pastizales semiáridos de Argentina. *Geofocus*. 13 (2):133-157, 2013.
- Di Marco, O. M.; Harkes, H. & Agnusdei, M. G. Calidad de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) en estado vegetativo en relación con la edad y longitud de las hojas. *RIA*. 39 (1):105-110, 2013.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M. & Robledo, C. W. *Manual del usuario*. Argentina: Grupo Infostat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>. [02/09/2016], 2016.
- Estelrich, H. D. & Castaldo, A. Receptividad y carga ganadera en distintas micro regiones de la provincia de La Pampa (Argentina) y su relación con las precipitaciones. *Semiárida*. 24 (2):7-19, 2014.
- Fernández-Grecco, R. Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo a la época de fertilización nitrogenada. *RIA*. 39 (2):162-168, 2013.
- Ferrari, Liliana. Agropiro criollo. En: J. Maddaloni y Liliana Ferrari, eds. *Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina*. 2 ed. Buenos Aires: INTA, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. p. 135-142, 2005.
- Ferrari, Liliana & Maddaloni, J. Agropiro alargado. En: J. Maddaloni y Liliana Ferrari, eds. *Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina*. 2 ed. Buenos Aires: INTA, Universidad Nacional de Lomas de Zamora. p. 125-134, 2005.
- García, J. P. S.; Valdés, A.; Facio, F.; Arce, L. & Burciaga, Hilda C. Calidad fisiológica de semillas de coquia (*Kochia scoparia* (L.) Roth) a diferentes niveles de salinidad con NaCl. *Agraria. Nueva Época*. 8 (3):12-17, 2011.
- Gentos. Agropiro Hulk. En: *Nuestros cultivares Canelones*, Uruguay: Gentos. [http://www.gentos.com.ar/cultivares\\_2011.pdf](http://www.gentos.com.ar/cultivares_2011.pdf). [23/06/2015], 2011.
- Harkes, H. *Calidad nutritiva de agropiro alargado (T. ponticum). Su relación con la altura de la pastura, la edad y morfogénesis foliar*. Tesis Ms. Sc. Balcarce, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Mar del Plata, 2011.
- ISTA. *International Rules for Seed Testing*. Switzerland: ISTA, 2013.
- Lavado, R. S. Visión sintética de la distribución y magnitud de los suelos afectados por salinidad en la Argentina. En: E. Taleisnik, Karina Grungberg y G. Santa, eds. *La salinización de suelos en Argentina: Su impacto en la producción agropecuaria*. Córdoba, Argentina: Editorial de la Universidad Católica de Córdoba. p. 11-15, 2008.
- Rearte, D. *Distribución territorial de la ganadería vacuna. Programa nacional de carnes del INTA*. Argentina: INTA, 2007.

- Rúgolo de Agrasar, Zulma E.; Steibel, P. E. & Troiani, H. O. *Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa*. Santa Rosa, Argentina: Universidad Nacional de la Pampa, 2005.
- Ruiz, M. & Terenti, O. Evaluación comparativa de cuatro especies forrajeras bajo condiciones de estrés. *Agriscientia*. 29 (2):91-97, 2012.
- Ruiz, María de los A. *El análisis de tetrazolio en el control de calidad de semillas. Caso de estudio: cebadilla chaqueña*. La Pampa, Argentina: INTA. Publicación técnica No. 77, 2009.
- Salisbury, F. B. & Ross, C. W. *Fisiología de las plantas 3: Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental*. Madrid: Paraninfo S.A., 2010.
- Taleisnik, E. & López-Launestein, D. Leñosas perennes para ambientes afectados por salinidad. Una sinopsis de la contribución argentina a este tema. *Ecología Austral*. 21 (1):3-14, 2011.
- Vecchio, María C. *Modificaciones en la vegetación y el suelo inducidos por el manejo del pastoreo en la estepa de halófitas de la pampa deprimida*. Tesis para obtener el grado de Magister. Área Recursos Naturales. Buenos Aires: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires, 2014.
- Viglizzo, E. F.; Carreño, Lorena V.; Pereyra, H.; Ricard, Florencia; Clatt, J. & Pincén, D. Dinámica de la frontera agropecuaria y cambio tecnológico. En: E. F. Viglizzo y E. Jobágy, eds. *Expansión de la frontera agropecuaria en Argentina y su impacto ecológico-ambiental*. Argentina: INTA. p. 9-16, 2010.
- Zabala, J. M. *Variabilidad de la respuesta al estrés salino en agropiro criollo (Elymus scabrifolius (Döll) J. H. Hunz.) en estado de plántula*. Tesis de Maestría. Rosario, Argentina: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario, 2007.
- Zamolinski, A. *Experiencia en recuperación de suelos salinizados*. Argentina: INTA EEA General Villegas. Publicación técnica No. 31, 2000.
- Zar, J. H. *Biostatistical analysis*. 3 ed. USA: Prentice-Hall, 1996.

Recibido el 4 de octubre del 2016

Aceptado el 10 de febrero del 2017