

GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO INICIAL DE POBLACIONES DE *Trichloris crinita* (LAG.) PARODI ANTE CONDICIONES DE ESTRÉS HÍDRICO

GERMINATION AND SEEDLING GROWTH OF *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi UNDER WATER STRESS CONDITIONS

Kloster Débora¹, María de los Ángeles Ruiz^{1,2*},
& Ricardo Daniel Ernst¹

Recibido 10/08/2016
Aceptado 20/12/2016

RESUMEN

Los pastizales naturales de Argentina se encuentran degradados por las inadecuadas prácticas de manejo desarrolladas durante varios años. Muchas especies nativas se encuentran en vías de experimentación como cultivo de pasturas perennes. *Trichloris crinita*, es una gramínea perenne, estival y de buena calidad forrajera, adaptada a condiciones naturales de estrés ambiental. En nuestro país se distribuye desde climas áridos a subhúmedos. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento ante estrés hídrico durante la germinación y el crecimiento de plantas de poblaciones de *T. crinita* procedentes del Monte, Caldenal y ecotono Monte-Caldenal de Argentina. Las variables que se evaluaron en la etapa de germinación fueron: capacidad, tasa y tiempo medio de germinación y recuperación pasado el estrés. En la etapa de crecimiento inicial de plantas se evaluó contenido relativo de agua, peso seco de la parte aérea y radical de las plantas y la relación entre ellos. Se obtuvo un comportamiento diferencial entre las poblaciones. Las del Caldenal (Santa Rosa: SR y Naicó: N) resultaron más aptas en la instancia de germinación. SR mostró mayor crecimiento bajo condiciones de sequía en la etapa de crecimiento en invernáculo (113 días desde la siembra). Esta información es fundamental para seleccionar las poblaciones a utilizar en planes de restauración de pastizales degradados de la región semiárida y árida central.

PALABRAS CLAVE: pastizal natural, gramínea perenne, sequía, restauración

ABSTRACT

Argentine Natural grasslands of Argentina show a degraded condition due to inadequate management practices applied over several years. Many native species are in the process of experimentation as perennial cultivated pastures. One of them is *Trichloris crinita*, a warm-season perennial grass of good forage quality, which is adapted to natural conditions of environmental stress. Its distribution in Argentina ranges from very arid to sub-humid climates. The aim of this study was to evaluate, in greenhouse conditions, the response of populations of *T. crinita* from the Caldenal (*Prosopis caldenia* forest), Monte (shrubland) and ecotone Caldenal - Monte to water stress during germination and plant growth. Variables evaluated at the germination stage were germination capacity, rate and average time of germination, and recovery after water stress. At the initial plant growth stage, relative water content, dry weight of aerial and root biomass and the relationships among them were assessed. A differential behavior was observed among populations. Under the controlled conditions assayed, Caldenal populations were better suited to stress at germination. A population of Santa Rosa site of Caldenal showed better adaptation to drought at growth stage (113 days from sowing).

This information is essential to select the most suitable populations to be used in restoring plans for degraded rangelands of the

Cómo citar este trabajo:

Kloster D., M.A. Ruiz & R. D. Ernst. 2016. Germinación y crecimiento inicial de poblaciones de *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi ante condiciones de estrés hídrico. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam.* 26(2): 39-54

¹ Facultad de Cs.Ex. y Naturales, UNLPam. * ruiz.maria@inta.gov.ar
² EEA INTA Anguil



KEY WORDS: natural grassland, perennial grass, drought, restoration

INTRODUCCIÓN

En Argentina, en los últimos años, importantes áreas de las regiones fitogeográficas del Espinal (distrito del caldenal) y Monte Occidental (Cabrera, 1976) han sido incorporadas a la agricultura (Roberto *et al.*, 2005; Demaría *et al.*, 2008), lo que ha motivado el desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales de ambas regiones fitogeográficas (Ferri, 2011; Leonhardt & Butti, 2011). Esto determinó una tendencia hacia el aumento de la carga animal, lo que combinado a las condiciones climáticas adversas por lo que atravesaron estas regiones, han provocado la degradación de los pastizales, con la consecuente pérdida de servicios ecosistémicos (Celdrán, 2013; Estelrich & Castaldo, 2014).

El impacto inducido a la vegetación por sobrepastoreo y los cambios en las propiedades físicas y químicas del suelo son perjudiciales para la biodiversidad, propician el reemplazo de especies forrajeras por otras menos valiosas e incrementan la erosión del suelo (Estelrich & Castaldo, 2014).

De esta manera, encontramos en estos ambientes áreas fragmentadas o parches de vegetación natural alternados con pasturas introducidas. La siembra e implantación de especies perennes de buena calidad forrajera permite concentrar la carga animal, logrando así el descanso y producción de semillas de los pastizales naturales; y por otro lado, evitar la roturación frecuente de suelos no aptos para ello (Stritzler *et al.*, 2007). Distintas investigaciones se han enfocado mayormente en la introducción de especies exóticas adaptadas a ambientes áridos y semiáridos como es el caso del pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y del mijo perenne (*Panicum coloratum*) entre otras (Covas, 1991; Petruzzi *et al.*, 2003). Este reemplazo del pastizal por especies exóticas puede significar una solución eficaz desde el punto de vista productivo, ante la falta de forraje. Sin embargo, es necesario incrementar la investigación y conservación de forrajeras nativas a fin de no provocar un mayor deterioro

del ambiente perjudicando la biodiversidad (Stritzler *et al.*, 2007).

Actualmente se cuenta con especies nativas en vías de domesticación para la siembra de pasturas perennes. Entre ellas se encuentra *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi, conocida como pasto de hoja, plumerito (Cano, 1988) o cola de caballo (Rúgolo de Agrasar *et al.*, 2005). Es una especie nativa, perenne, de ciclo estival, de mediana a alta calidad forrajera y de buena producción de biomasa, además de presentar bajo requerimiento hídrico y resistencia a la defoliación (Morici *et al.*, 2003; Mora *et al.*, 2006; Cavagnaro & Trione, 2007; Gil Báez *et al.*, 2012). Estudios realizados en Argentina y México han mostrado rendimientos de hasta 5.000 KgMs.ha⁻¹.año⁻¹ (Cano, 1988). Además se la considera con alto potencial para la restauración de áreas con pastizales degradados por sobrepastoreo (Cavagnaro & Trione, 2007; Quiroga *et al.*, 2009; Mora *et al.*, 2013).

Esta especie pertenece a un género nativo de América, que se lo encuentra en el sur de Estados Unidos, México, Paraguay, Bolivia, Argentina, Uruguay y Chile (Cano, 1988; Nicora & Rúgolo de Agrasar, 1987; Cavagnaro *et al.*, 2006) y ha evolucionado en diferentes ambientes y por lo tanto es factible encontrar adaptaciones locales y diferencias en caracteres de importancia agronómica entre las poblaciones (Grecco & Cavagnaro, 2002). En Argentina crece en suelos de textura fina, secos o salinos de la región fitogeográfica del Espinal y en los arbustales de jarilla (*Larrea divaricata* Cav.) perteneciente al región del monte (Cano, 1988; Quiroga, 2011).

Los ecosistemas áridos y semiáridos son regulados, del punto de vista ecológico, por la disponibilidad de agua que se encuentra en el suelo. El agua es uno de los factores abióticos cuyo déficit puede causar condiciones de estrés a la planta provocando la reducción de la tasa de procesos fisiológicos y por consiguiente limitando la producción de biomasa (Golberg *et al.*, 2011).

La germinación es un proceso crucial en el ciclo de vida de las plantas, y el estrés hídrico durante este período es crítico (Flemmer & Distel, 2002). La disponibilidad de agua es el factor principal para la germinación de las semillas; en condiciones de estrés hay una disminución debida a la caída del potencial hídrico y por consiguiente se afecta la capacidad y la tasa de germinación (Fanti & Pérez, 2004; Ruiz & Terenti, 2012).

En general las forrajeras perennes tienen un crecimiento inicial lento con semillas pequeñas con pocas reservas, haciendo que el establecimiento de la plántula sea una etapa fundamental para la implantación de la pastura. Adicionalmente condiciones adversas como la falta de agua contribuyen a la dificultad de dicha implantación (García Espil, 1990; Zabala *et al.*, 2011). El déficit hídrico también puede afectar el crecimiento y la productividad, lo cual fue documentado para tres variedades de *T. crinita* por Grecco & Cavagnaro (2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento ante estrés hídrico de distintas poblaciones de *T. crinita* procedentes de la región del Monte y del Espinal (distrito del Caldenal) de Argentina durante la etapa de germinación y crecimiento inicial de las plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron distintas poblaciones de *T. crinita* de las siguientes provincias de Argentina: Catamarca (C), La Rioja (LR), Mendoza (M) pertenecientes a la región fitogeográfica del Monte y tres poblaciones de La Pampa: Santa Rosa (SR), Naicó (N) y Chacharramendi (Ch), las dos primeras de la región fitogeográfica del Espinal (distrito del cardenal) y la última del ecotono Monte-Caldenal. La región del Monte cubre una superficie de 47 millones de ha, abarca el sur de Salta, centro de Catamarca, La Rioja y San Juan, centro-este de Mendoza, una pequeña franja del sudoeste de San Luis, oeste de La Pampa, sur de Buenos Aires, este de Neuquén, centro y norte de Río Negro y noreste de Chubut. Es una zona climáticamente árida, con partes semiáridas y de acuerdo al sector, las precipitaciones medias anuales varían entre 100 y

400 mm. aproximadamente, con una alta variación interanual. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 13 y 17,5°C, no habiendo períodos libres de helada. En toda la región hay vientos tipo “foehn”: el más conocido es el Zonda, el que sopla del oeste y puede llevar la humedad relativa cercana al cero por ciento, tiene un fuerte efecto desecante sobre la vegetación (Cabrera, 1976; Fernández & Busso, 1999).

Dentro de la región fitogeográfica del Espinal se encuentra el distrito del Caldenal con 16,9 millones de ha, formando un arco que va desde el extremo sudoeste de Córdoba, centro y sur de la provincia de San Luis, parte central de La Pampa y finaliza en sudoeste de Buenos Aires. Esta región se caracteriza por su inestabilidad climática, sus escasas lluvias primavera-estivo-otoñales y sequías invernales. Las precipitaciones están comprendidas entre 350 y 600 mm. La temperatura media del mes más frío (julio) es 7,3°C y del mes más cálido (enero) 23°C con temperaturas extremas (44 °C Máx. absoluta y -16 °C Mín. absoluta). El período medio libre de heladas es aproximadamente de 200 días y la dirección de los vientos más frecuentes es del N-NE y S-SW, pudiendo tener un efecto negativo sobre la vegetación (Casagrande & Conti, 1980).

Todas las poblaciones de *T. crinita* fueron multiplicadas y cosechadas en enero de 2013 en INTA EEA Anguil y trilladas a mano. Las espiguillas obtenidas fueron almacenadas en sobres de papel, a temperatura ambiente (23°C ± 5°C).

Ensayo de germinación

Los tratamientos fueron seis poblaciones (C, LR, M, SR, N y Ch) por cuatro niveles estrés hídrico: 0, -0,5, -0,8 y -1 Megapascales (MPa) y tres repeticiones. Las Unidades Experimentales (UE) fueron cajas de Petri de 9 cm. de diámetro con papel de filtro blanco como sustrato. En cada UE se sembraron 50 espiguillas constituidas por un antecio superior fértil y dos estériles (Rúgolo de Agrasar *et al.*, 2005). El sustrato se humedeció con 12 ml de agua destilada (testigo o 0 MPa) o de solución de Polietilenglicol 6000 (Michel & Kaufmann, 1973; González *et al.*, 2005) con potenciales de agua mencionados anteriormente. Una vez colocadas las espiguillas en UE se colocaron en estufa a 25°C constantes, con luz na-

tural. La germinación se evaluó semanalmente durante 28 días. Se consideró espiguilla germinada cuando la radícula superó los 2 mm de largo (Ruiz & Terenti, 2012).

Se calculó la capacidad de germinación (CG) en cada tratamiento y con respecto al testigo cuyo sustrato fue humedecido con agua destilada (CG/test), para descartar las diferencias de calidad de espiguillas evidenciando solo el efecto del estrés hídrico; la tasa de germinación (TG) y el tiempo medio de germinación (TMG), tiempo en que tardan en germinar el 50% de las espiguillas (Reddy *et al.*, 1985). Los cálculos se realizaron mediante las siguiente fórmula: $CG/test = CG / CG \text{ del testigo} * 100 (\%)$, donde la CG del testigo es la capacidad de germinación de las espiguillas sometidas al tratamiento control (0 MPa). $TG = [(n1 * t_{final} + n2 * t_{final-1} + n3 * t_{final-2} + \dots) * 100] / N * t_{final}$; donde n1, n2, n3, ..., n_{final} es el número de espiguillas que germinaron en el día 1, 2, 3, sucesivamente hasta el día final del tratamiento; t_{final} es el tiempo transcurrido (expresado como números de días) desde la siembra (día 1) hasta el final del experimento; t_{final-1}, t_{final-2}... corresponden al día de la observación de la germinación (expresado en función del t_{final}); y N es el número total de espiguillas puestas a germinar en cada caja de Petri. $TMG = \sum ni \text{ ti} / \sum ni$ (días), donde ni es el número de espiguillas germinadas en el tiempo i (no el número acumulado, sino la cantidad desde la observación anterior); ti es el período comprendido entre el inicio del experimento y la i-ésima observación (expresado como número de días).

Las espiguillas que no germinaron, se lavaron y se colocaron a germinar en agua destilada, incluido el testigo, para evaluar su capacidad de recuperación una vez pasado el estrés durante siete días. Aquellas que no germinaron fueron sometidas al test de viabilidad con tetrazolio para determinar si eran viables (ISTA, 2013).

Ensayo en invernáculo

Se llevó a cabo en condiciones semicontroladas, con rango de temperatura entre 11 y 28°C. Se realizó la siembra en macetas de 12 cm de profundidad y 10 cm de diámetro, las cuales se llenaron con 350 g de suelo Haplustol éntico. Se

colocaron 10 espiguillas de cada una de las poblaciones de *T. crinita* por cada maceta con cuatro repeticiones para cada tratamiento: riego y sequía, luego de germinadas se raleó a 5 plantas por maceta. Desde la siembra hasta el inicio del tratamiento de estrés hídrico todas las macetas fueron irrigadas semanalmente manteniéndose a humedades no limitantes. Se suspendió el riego a los 70 días de realizada la siembra en aquellas plantas que correspondían al tratamiento de estrés (en estado vegetativo con más de 5 hojas), continuándose el riego en las demás (testigo). A los 113 días, se extrajeron muestras para determinar contenido relativo de agua (CRA) y al día siguiente se cosecharon las plantas para determinar peso seco de la raíz (PSR) y de la parte aérea (PSA). Para la determinación del CRA, al momento de la cosecha se midió inmediatamente el peso fresco (PF) de 3 segmentos de hoja de 3 cm por repetición, y se colocaron en agua destilada 24 horas en heladera, en oscuridad. Luego se secaron con toalla de papel y se determinó el peso turgente (PT). Finalmente se colocaron en sobres y se llevaron a estufa a 60°C hasta alcanzar peso constante para determinar el peso seco (PS). El CRA se calculó de la siguiente manera, $CRA = [(PF - PS) / (PT - PS)] * 100 (\%)$. Al momento de la cosecha se determinaron los pesos secos de la parte aérea (PA) y de la raíz (PR). Se analizó la relación de peso seco respecto al testigo es decir, respecto al peso de las plantas sin suspensión del riego, de la siguiente manera: PA_s / PA_r y PR_s / PR_r . También se calculó la relación entre el peso seco de raíz y el peso seco de la parte aérea de cada planta (PR/PH).

Diseño experimental

Tanto para el ensayo de germinación como para el crecimiento de plantas, se utilizó un diseño experimental completo al azar con tres y cuatro repeticiones respectivamente, para los tratamientos de disponibilidad hídrica en seis poblaciones de *T. crinita*. El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA doble de acuerdo a un diseño factorial estrés hídrico x población. Las medias se separaron mediante la prueba DMS ($p < 0,05$). El software utilizado para realizar el análisis estadístico fue Infostat (Di Renzo

RESULTADOS

Ensayos en laboratorio

Capacidad de Germinación (CG)

Las poblaciones respondieron en forma diferente al estrés hídrico, lo cual se reflejó en la interacción población x estrés ($p < 0,05$), por lo tanto se analizaron dentro de cada población los distintos niveles de déficit hídrico. Las diferencias por condición hídrica y entre poblaciones fueron significativas ($p < 0,05$). En la fig. 1a se

observa una CG por encima del 72% del total de las espiguillas puestas a germinar a 0 y -0,5MPa. Hubo una disminución significativa de dicha capacidad a partir de la concentración de -0,8MPa para todas las poblaciones, exceptuando N que presentó ese comportamiento recién a partir de la concentración de -1MPa. En la fig. 1b observamos que N presentó la mayor CG en todos los niveles de estrés. Pero en el tratamiento de mayor estrés hídrico (-1MPa), la otra población del Caldenal, SR, se asemejó a aquella, presentando ambas la mayor CG (entre 20 y 30%).

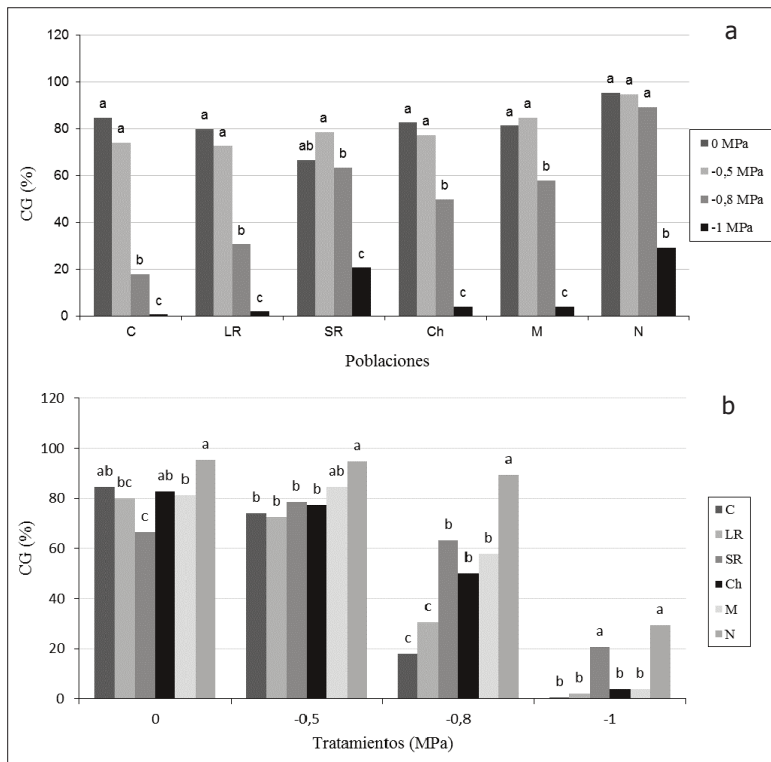


Figura 1: Capacidad de Germinación (CG) de espiguillas de *Trichloris crinita* de 6 poblaciones de Argentina con diferentes concentraciones de Polietilenglicol 6000. a). Letras distintas indican diferencias significativas entre niveles de estrés dentro de cada población. b). Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada nivel de estrés hídrico. (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó. MPA: Megapasal

Figure 1: Germination capacity of *Trichloris crinita* spikelets from 6 populations of Argentina, using different concentrations of Polyethylene glycol 6000. a) Different letters show significant differences between levels of stress within each population. b) Different letters show significant differences between populations within each water stress level (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó. MPA: Megapasal

Capacidad de Germinación respecto del Testigo (CG/t)

Las poblaciones respondieron de modo diferente al estrés hídrico, lo cual se reflejó en la interacción población x tratamiento ($p < 0,05$). Las diferencias entre tratamientos y entre poblaciones fueron significativas ($p < 0,05$). En todas las poblaciones la mayor CG/t se registró a $-0,5$ MPa, por encima del 80%, superando el 100% SR, N (Caldenal) y M (Monte) (Fig. 2a). Con un estrés hídrico de $-0,8$ MPa se mantuvieron por encima del 80% de CG/t ambas poblaciones del Caldrenal, sin diferencias significativas entre ellas; seguidas por las poblaciones del ecotono (Ch) y M (Monte) entre 60% y 71% respectivamente y por último las poblaciones C y LR con CG/t entre 21% y 39% ($p < 0,05$) (Fig. 2b). La menor CG/t se dio a -1 MPa, con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las poblaciones SR y PL respecto de C, LR, Ch y M, siendo superiores las primeras (Fig. 2c).

En la fig. 3 se observa que la germinación respecto del testigo no muestra diferencias entre ausencia de estrés hídrico con respecto a un estrés hídrico moderado, 0 y $-0,5$ MPa respectivamente. Recién CG/Test. se redujo a partir de $-0,8$ MPa, y disminuyó considerablemente a -1 MPa.

Tasa de Germinación (TG)

Las poblaciones respondieron de modo diferente al estrés hídrico, lo cual se reflejó en la interacción población - tratamiento ($p < 0,05$). Las diferencias entre tratamientos y entre poblaciones fueron significativas ($p < 0,05$). En la fig. 4a se observa que en el tratamiento testigo, las poblaciones C, Ch y N no difirieron entre sí, por encima de 80%.

A $-0,5$ MPa, M y N mostraron una superior TG, por encima de 75%. A $-0,8$ MPa N mantuvo la mayor TG (70%). En el tratamiento de mayor estrés hídrico (-1 MPa), la población SR tuvo si-

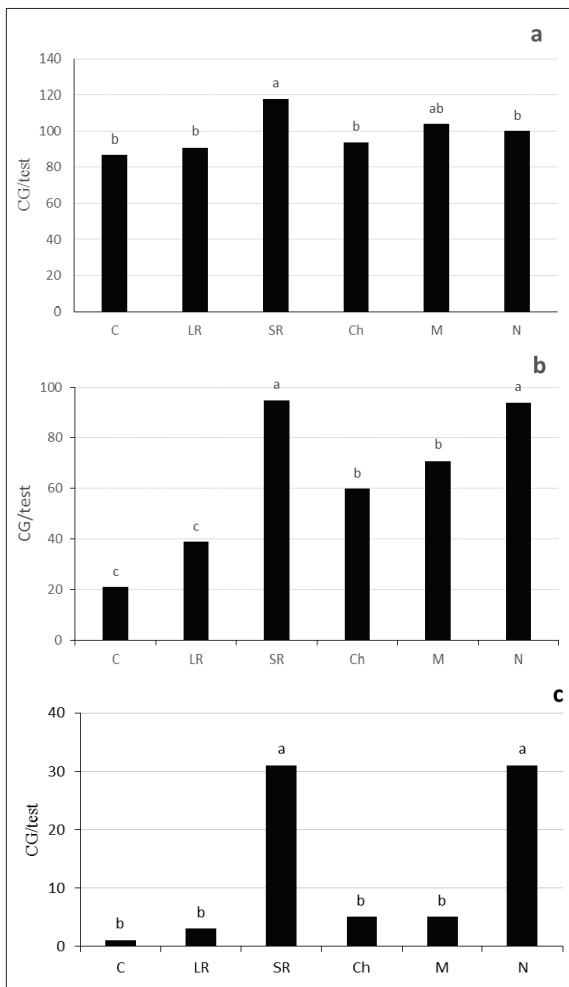


Figura 2: Capacidad de Germinación respecto del Testigo (CG/t, %) de espiquillas de *Trichloris crinita* de 6 poblaciones de Argentina, a diferentes concentraciones de Polietilenglicol 6000, a) $-0,5$; b) $-0,8$ y c) -1 MPa. Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada tratamiento de estrés hídrico (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó. MPa: Megapascal

Figure 2: Germination capacity in comparison to the control treatment (CG/t, %) for spikelets of 6 populations of *Trichloris crinita* from Argentina, by applying different concentrations of Polyethylene glycol 6000. a) -0.5 ; b) 0.8 and c) -1 MPa. Different letters show significant differences between populations within each water stress level (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó. MPa: Megapascal

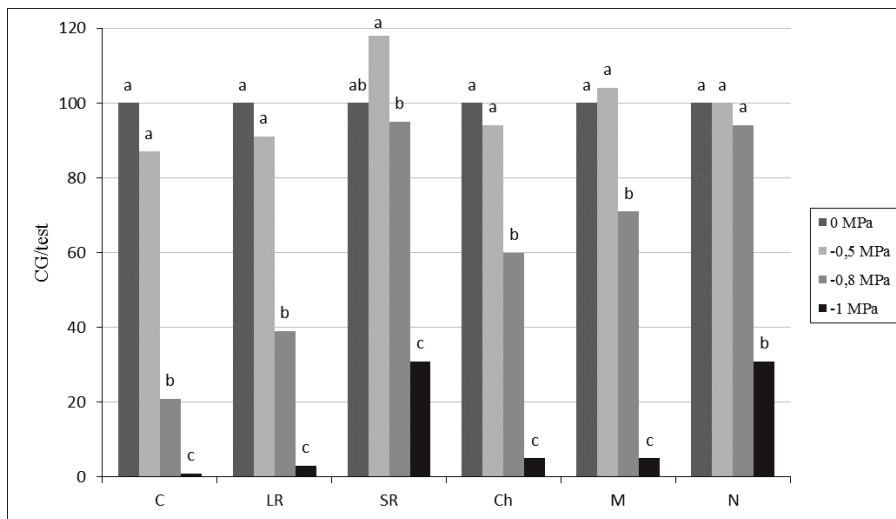


Figura 3: Capacidad de Germinación respecto del Testigo (CG/t) de espiguillas de *Trichloris crinita* de 6 poblaciones de Argentina, a diferentes concentraciones de Polietilenglicol 6000. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada población. (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó. MPa: Megapascal

Figure 3: Germination capacity in comparison to the control treatment (CG/t, %) for spikelets of 6 populations of *Trichloris crinita* from Argentina, by applying different concentrations of Polyethylene glycol 6000. Different letters show significant differences between treatments within each population (LSD, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó. MPa: Megapascal

milar comportamiento que N, superando el 10%. En la fig. 4b se observa que las poblaciones del Caldenal (SR y N) y M no mostraron disminución de TG a -0,5MPa, y a -0,8MPa hubo reducción de TG en todas las poblaciones analizadas.

Tiempo Medio de Germinación (TMG)

Las poblaciones respondieron de modo diferente al estrés hídrico, lo cual se reflejó en la interacción población - tratamiento ($p < 0,05$). Las diferencias entre tratamientos y poblaciones fueron significativas. En la fig. 5a observamos que el TMG ha sido de 8 días (± 1 día) para todas las poblaciones en el tratamiento control, sin diferencias significativas entre sí. A -0,5 MPa, la población C presentó un TMG de más de 20 días (± 2 días), mostrando diferencia significativa con las demás poblaciones, quienes presentaron un menor TMG. En el tratamiento de -0,8MPa no hubo diferencias significativas entre SR y M, cuyo TMG fue menor a 16 días. A -1MPa, SR, M y N presentaron un rango de TMG de 15 a 27 días. El TMG para C, LR y M

no se pudo calcular a -1MPa dado que no hubo germinación a esa concentración. No se encontraron diferencias significativas entre -0,5 y -0,8MPa en el TMG para ninguna de las poblaciones (Fig. 5b).

En la fig. 6 se observa que la gran mayoría de las espiguillas durante el período de recuperación lograron germinar. A su vez, en dicha figura también se muestran las semillas muertas.

Ensayo en Invernáculo

El contenido relativo de agua de las láminas foliares (CRA), el cual se determinó antes de la cosecha de las plantas, mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el tratamiento de Riego a diferencia de Sequía que presetó un 30% menos. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre poblaciones, las cuales respondieron en forma similar ante condiciones de sequía.

Respecto al Peso Seco de la parte aérea (PA) hubo interacción población - sequía ($p < 0,05$). También se observaron diferencias ($p < 0,05$) entre el control y sequía. Las diferencias entre

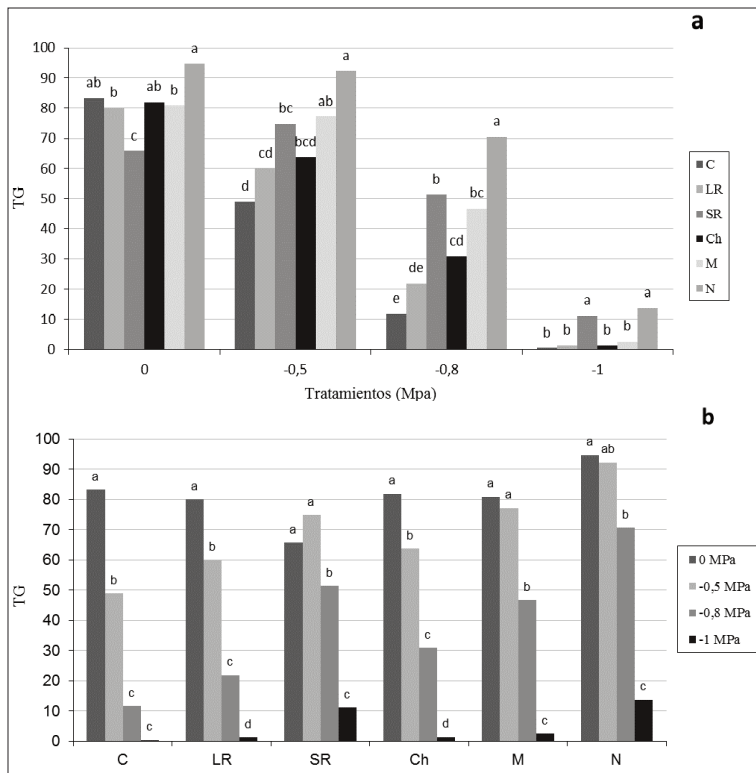


Figura 4: Tasa de Germinación (TG) de espiguillas de *Trichloris crinita* de 6 poblaciones de Argentina, a distintas concentraciones de Polietilenglicol 6000. a) Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada tratamiento de estrés hídrico. (DMS, $p < 0,05$). b) Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos de estrés dentro de cada población. (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó. MPa: Megapascal

Figure 4: Germination rate of *Trichloris crinita* spikelets from 6 populations of Argentina, using different concentrations of Polyethylene glycol 6000. a) Different letters show significant differences between populations within each water stress treatment (LSD, $p < 0.05$). b) Different letters show significant differences between water stress treatments within each population (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó. MPa: Megapascal

poblaciones fueron significativas en las plantas sin suspensión del riego, donde las de menor Pas/PAr fueron N y LR. Sin embargo, en sequía no se manifestaron diferencias significativas entre poblaciones (Fig. 7). La relación Pas/PAr presentó diferencias ($p < 0,05$) entre poblaciones siendo las de mayor proporción C, M y SR (Fig. 7).

En relación al peso seco de las raíces (PR) no hubo interacción población - tratamiento. Tampoco se observaron diferencias significativas entre los PR de las plantas regadas y las sometidas

al tratamiento de sequía, cuyos PR fueron $0,14g (\pm 0,03)$ y $0,17g (\pm 0,03)$ respectivamente. Las diferencias entre poblaciones fueron significativas ($p < 0,05$) en el caso de las plantas bajo riego. Las de mayor PR fueron las poblaciones N ($0,24g \pm 0,02$) y LR ($0,16g \pm 0,03$). En el tratamiento de sequía no hubo diferencias significativas entre poblaciones, cuyo valor máximo de peso seco de las raíces fue $0,22g (\pm 0,03)$ para SR (Fig. 8). La relación peso seco de las raíces en sequía respecto al peso seco de las raíces con riego (PRs/PRr) presentó diferencias ($p < 0,05$)

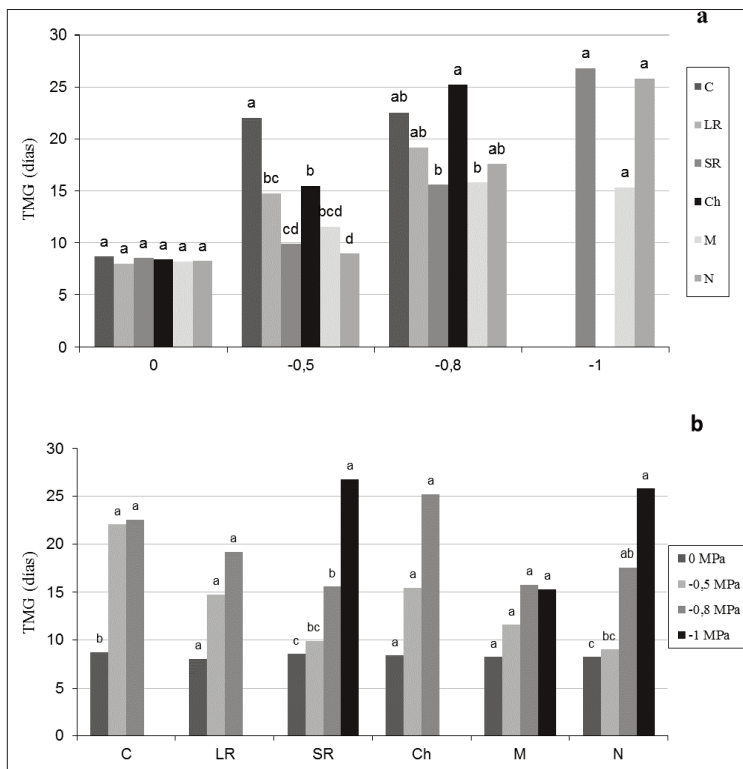


Figura 5: Tiempo Medio de Germinación (TMG) de espiguillas de *Trichloris crinita* de 6 poblaciones de Argentina, a distintas concentraciones de Polietilenglicol 6000. a) Letras distintas indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada tratamiento de estrés hídrico. (DMS, $p < 0.05$). b) Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos de estrés dentro de cada población. (DMS, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó. MPa: Megapascal

Figure 5: Average time of germination (ATG) of *Trichloris crinita* spikelets from 6 populations of Argentina, using different concentrations of Polyethylene glycol 6000. a) Different letters show significant differences between populations within each water stress treatment (LSD, $p < 0.05$). b) Different letters show significant differences between water stress treatments within each population (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó. MPa: Megapascal

entre poblaciones, siendo la de mayor valor de SR.

En la relación peso seco de las raíces - peso seco de la parte aérea (PR/PA) se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos riego y sequía, cuyos valores fueron $0.29g (\pm 0.05)$ y $0.46g (\pm 0.04)$ respectivamente. No hubo diferencias significativas entre poblaciones ni interacción tratamiento - población.

DISCUSIÓN

La información derivada del presente estudio

respecto a sus características germinativas, permite sostener que las poblaciones de *T. crinita* SR y N correspondientes al distrito del Caldenal en la región del Espinal, resultaron más tolerantes al estrés hídrico. Sin embargo, hubiéramos esperado lo contrario al tener presente que las poblaciones del monte debieran estar más adaptadas a la falta de agua. No obstante esto, hemos señalado también, que una de estas poblaciones del distrito del Caldenal (SR) había manifestado tolerancia al estrés salino en un trabajo previo (Ordinola Agüero, 2013), que es otra caracterís-

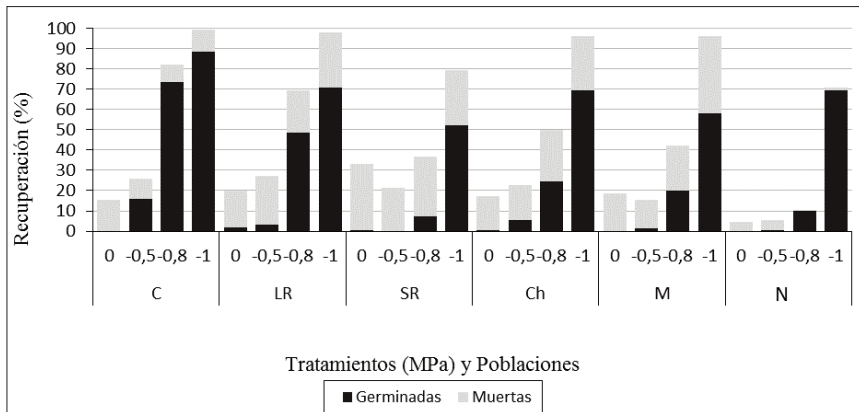


Figura 6: Recuperación de las espiguillas no germinadas: expresada como porcentaje (%) de germinación de las espiguillas de cada tratamiento, puestas en un sustrato con agua destilada una vez pasado el estrés hídrico (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó

Figure 6: Resumption of non-germinated spikelets: expressed as percentage of spikelets germinated after stress from each treatment, when placed on a substrate containing distilled water (LSD, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó

tica que se manifiesta en algunas de ellas, lo que indica que es posible que realicen ajuste osmótico que les confiera tolerancia a ambos estreses. Existen diferencias entre poblaciones y entre tratamientos para las variables CG, CG/t y TG; y diferencias entre tratamientos de estrés para la variable TMG. También se obtuvieron distintas respuestas de cada población a los diferentes niveles de estrés hídrico.

Las poblaciones del distrito del Caldenal (SR y N) son las que presentaron la mayor germinación y mayor tasa de germinación. A $-0,5$ MPa la mayor CG ($>80\%$) se produjo en N, coincidiendo este valor con el obtenido por Di Giambattista *et al.* (2010) para *T. crinita* a 25°C en condiciones de laboratorio. Esta variable en general disminuye a $-0,8$ MPa hasta alcanzar niveles por debajo del 20% y a -1 MPa llega a ser casi nula. Sin embargo, ambas poblaciones del Caldenal presentaron mejor performance bajo estrés hídrico disminuyendo su germinación significativamente recién a -1 MPa, hasta 20 y 29% respectivamente, valores ligeramente inferiores a los encontrados por Di Giambattista *et al.* (2010). Sin embargo, estos autores no trabajaron con potenciales intermedios entre $-0,5$ y -1 MPa. Estos resultados de menor germinación a mayor estrés

conducen también con los obtenidos por Grecco *et al.* (2006), quienes trabajando con especies nativas en el centro de la región del Monte Occidental, comprobaron que *T. crinita*, *Pappophorum caespitosum*, *Setaria leucopila* y *Jarava ichu*, tuvieron menor germinación cuando el estrés hídrico era alto ($-1,5$ MPa). En un ensayo sobre germinación bajo estrés hídrico y salino, Ruiz & Terenti (2012) observaron que *Panicum coloratum* disminuyó su CG aproximadamente 25% a -1 MPa. Brevedan *et al.* (2013) también encontraron menor porcentaje de germinación de *Digitaria eriantha* con la disminución de los potenciales agua, a partir de $-0,8$ hasta $-1,2$ MPa (de $20,3$ a $10,3\%$) en el primer año de estudio y a partir de $-0,6$ hasta $-1,2$ MPa (de $60,7$ a 12%) en el segundo año.

La germinación respecto del testigo siguió la misma dinámica en todas las poblaciones que la descrita anteriormente para la germinación y su tasa. Por lo tanto, SR y N fueron superiores a las demás poblaciones también en esta variable.

El tiempo medio de germinación, previo a la emergencia de la radícula, se prolongó a medida que los potenciales osmóticos disminuían, lo cual se tradujo en menor o nula capacidad de

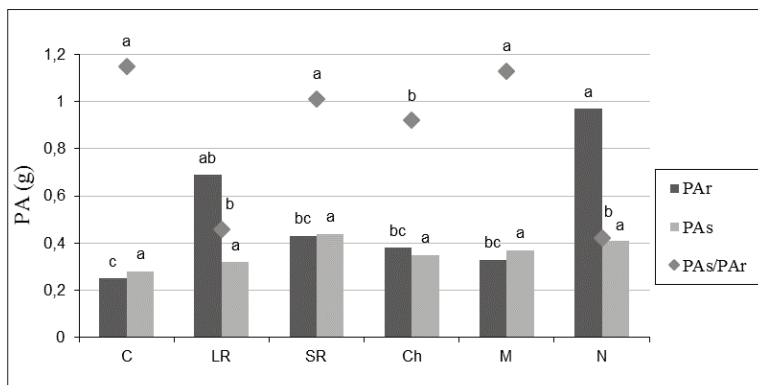


Figura 7: Peso seco de la parte aérea (PA= lámina + vaina) de plantas de *Trichloris crinita* con riego (PAr) y sequía (PAs) y peso seco de la parte aérea en tratamiento de sequía respecto al testigo (PAs/PAr). Letras distintas en las barras indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada tratamiento. Letras distintas en los puntos indican diferencias significativas entre las relaciones PAs/PAr (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó

Figure 7: Leaf fraction (blade + sheath) dry weight of *Trichloris crinita* plants assayed under irrigation and drought conditions, and dry weight of leaves under drought in comparison to the control treatment. Different letters on columns show significant differences between populations within each treatment. Different letters on dots show significant differences between comparisons PHs/PHr (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó

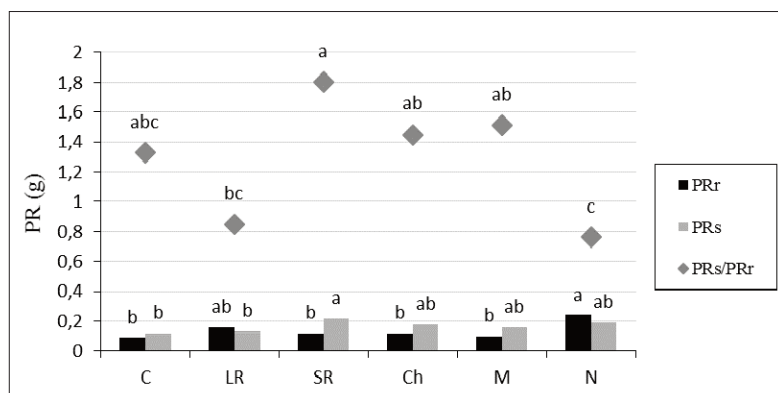


Figura 8: Peso seco de las raíces (PR) de plantas de *Trichloris crinita* sometidas a riego y sequía y peso seco de las raíces en tratamiento de sequía respecto del testigo (PRs/PRr). Letras distintas en las barras indican diferencias significativas entre poblaciones dentro de cada tratamiento. Letras distintas en los puntos indican diferencias significativas entre las relaciones PRs/PRr. (DMS, $p < 0,05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza y N: Naicó

Figure 8: Root fraction dry weight of *Trichloris crinita* plants assayed under irrigation and drought conditions, and dry weight of roots under drought in comparison to the control treatment. Different letters on columns show significant differences between populations within each treatment. Different letters on dots show significant differences between comparisons (LSD, $p < 0.05$). C: Catamarca, LR: La Rioja, SR: Santa Rosa, Ch: Chacharramendi, M: Mendoza and N: Naicó

germinación a mayor nivel de estrés. Este comportamiento también fue documentado por Ruiz & Terenti (2012) para la velocidad de germinación y porcentaje final de germinación de semillas de gramíneas forrajeras.

Con un nivel medio de estrés de $-0,5\text{MPa}$ la población C resultó ser la más sensible al estrés, demorando más de 20 días en germinar, a diferencia de las demás poblaciones que tardaron no más de 15 días en hacerlo. A $-0,8\text{MPa}$, SR y M fueron superiores ya que mantuvieron el TMG ocurrido a $-0,5\text{MPa}$.

Finalmente, a -1MPa fueron estas mismas poblaciones junto a N las únicas que presentaron germinación. Esto nos indica la importante variabilidad que muestran las poblaciones de *T. crinita* entre sí, pudiéndose seleccionar por germinación y crecimiento bajo estrés hídrico, y como señalamos anteriormente esto tendría también una relación con su tolerancia a la salinidad que se ha detectado en algunos casos (Ordinola Agüero *et al.*, 2012).

El tratamiento de recuperación demostró que el mayor porcentaje de espiguillas logró germinar una vez pasado el estrés hídrico, por lo que se infiere que no fueron afectadas por la imbibición con polietilenglicol 6000, ya que el mismo es un compuesto inerte y no tóxico según González *et al.* (2005). Sin embargo, podrían haber muerto durante el periodo de estrés, o haber entrado en un estado de dormición a causa de dicha situación, lo cual no ocurrió. A $-0,8\text{MPa}$ la germinación en general fue baja concordando con la mayor cantidad de espiguillas llevadas a recuperación con agua destilada, las cuales germinaron pasado el estrés. La mayor germinación (29%) y recuperación (69%) de espiguillas se observó en N con el potencial osmótico más bajo (-1MPa). La respuesta de SR fue similar, cuya germinación fue del 20% y su recuperación, 52%. Resultados similares con buena recuperación de espiguillas de la especie de interés pasado el estrés salino, se obtuvieron en el estudio de Ordinola Agüero *et al.* (2012) mencionado anteriormente.

Respecto al CRA, si bien no se detectaron diferencias significativas entre poblaciones, los valores hallados bajo estrés son muy bajos, y si-

milares a los encontrados en otras especies nativas del Espinal y del Monte Occidental (inferiores al 50%).

En un estudio realizado con otra especie del pastizal natural del Caldenal, *Poa ligularis*, se registraron valores de CRA menores a 40% para plantas sometidas a estrés hídrico (Sáenz, 2003). Al igual que en la región del Monte, *Pappophorum caespitosum*, *P. philippianum*, *Digitaria californica*, *Setaria leucopila*, *S. mendocina* y *Aristida mendocina* mostraron el mismo comportamiento que *T. crinita* cuando son sometidas a estrés hídrico (Villagra *et al.*, 2011). Esta característica nos muestra que son plantas capaces de tolerar contenidos hídricos muy bajos sin morir, recuperándose una vez pasado el estrés.

La variable peso seco de la parte aérea, mostró un comportamiento diferente entre las poblaciones. Dos de ellas, LR y N presentaron elevado crecimiento al ser regadas continuamente, sin embargo, al estar bajo estrés, éste disminuyó significativamente. Las restantes poblaciones no presentaron prácticamente diferencias en su crecimiento entre riego versus sequía. De esta manera se puede pensar que las poblaciones mencionadas (LR y N) resultarían más adecuadas para ambientes donde al menos eventualmente haya más precipitaciones, como el espinal, donde predominan las condiciones de semiaridez (400 a 600 mm anuales), en un régimen de humedad variable de tipo ústico (humedad restringida en una parte del año); al contrario de lo que ocurre en el monte, donde las precipitaciones siempre son escasas.

Esta plasticidad les permitiría aportar mayor cantidad de forraje, y competir con especies introducidas de mayor rendimiento como el pasto llorón y el mijo perenne (Cano, 1988; Petruzzi *et al.*, 2003). En tanto que las otras poblaciones incapaces de incrementar su rendimiento a niveles competentes con las especies introducidas, serían aptas para lugares con déficit hídrico continuo, donde las precipitaciones no superan los 300 mm anuales.

Para el peso seco de las raíces bajo riego, nuevamente las poblaciones LR y N presentaron los mayores pesos. Para la misma variable en condiciones de sequía, la población SR pertene-

ciente al Caldenal, tuvo un valor mayor que sin estrés hídrico, y presentaron la misma tendencia todas las poblaciones excepto N y LR. Este mayor crecimiento de la raíz bajo estrés podría ser una adaptación al ambiente árido, que les permita alcanzar fuentes de agua gracias a un mayor sistema radical, pero esta no sería la estrategia de N y LR. Ordinola Agüero *et al.* (2012) señalaron que SR presentó bajo condiciones de estrés salino (-1,2MPa NaCl) un mayor crecimiento de las raíces que Ch. A su vez Golberg *et al.*, (2011) sostienen que esta producción de mayor volumen de biomasa subterránea en condiciones de sequía se debe a la necesidad de explorar el suelo en busca del recurso escaso; lo que otorga a la planta la posibilidad de sobrevivir en un ambiente bajo condiciones de estrés.

Si bien la relación entre parte aérea y raíces se mantuvo similar, hubo diferencias entre las poblaciones, ya que algunas presentaron mayor crecimiento aéreo y de raíces en situaciones sin restricciones hídricas (LR y N). Por otra parte, el resto de las poblaciones presentaron un crecimiento similar de la parte aérea tanto bajo riego como en situaciones de sequía y un crecimiento mayor en las raíces en condiciones de sequía.

Esto muestra que *T. crinita* es una especie adaptada a condiciones de estrés hídrico, a veces permanente y a veces con mejor disponibilidad de agua en una parte del año, condiciones a las que sobrevive mediante cambios fisiológicos y morfológicos (Golberg *et al.*, 2011). Al igual que los resultados hallados para algunas de las poblaciones de *T. crinita*, Torres *et al.* (2013) observaron que bajo condiciones de menor contenido hídrico del suelo, las gramíneas mantuvieron un crecimiento continuo de las raíces sin afectar el desarrollo de la parte aérea.

CONCLUSIONES

El estrés hídrico afecta de manera diferente las poblaciones de *T. crinita*, procedentes de la región fitogeográfica del Espinal (distrito del Caldenal), del Monte Occidental y ecotono Caldenal-Monte de Argentina. Las poblaciones SR y N, podrían ser seleccionadas para experimentar prácticas de manejo tendientes a mejorar los pastizales naturales degradados, puesto que fueron superiores a las demás evaluadas en lo que

respecta a la germinación de sus semillas en un ambiente con deficiencia hídrica. Además, la población SR presentó mayor crecimiento tanto de parte aérea como de raíz bajo estrés hídrico en relación al testigo, siendo por lo tanto una de las menos afectadas por el estrés, y factible de ser utilizada en programas de restauración de ambientes naturales degradados de la región del Espinal y del Monte sometidos a déficit hídrico en forma continua. Se destacaron otras poblaciones por su mayor capacidad de responder a la buena disponibilidad hídrica, generando bajo esas condiciones mayor biomasa (N y LR), las cuales pueden ser consideradas por su posibilidad de competir en rendimiento con otras especies introducidas en el ámbito de la ganadería en el sector del espinal.

BIBLIOGRAFÍA

- Brevedan R.E.; C.A. Busso, M.N. Floretti, M.B. Toribio, S.S. Baioni, Y.A. Torres, O.A. Fernández, H.D. Giorgetti, D. Bentivegna, J. Entio, L. Ithurrart, O. Montenegro, M.M. Mujica, G. Rodríguez & G. Tucut. 2013. Water Stress and temperature effects on germination and early seedling growth of *Digitaria eriantha*. *African J. Agric. Res.* 8 (32): 4345-4353.
- Cabrera A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: (Eds.E. F. Ferreira Sobral). *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Ganadería*. 2° Edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. 90 p.
- Cano E. 1988. Pastizales naturales de La Pampa. Tomo I. Convenio AACREA. La Pampa. 425 p.
- Casagrande G. & H. Conti. 1980. Clima de la Provincia de La Pampa. En: *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. INTA- Provincia de La Pampa- Facultad de Agronomía, UNLPam. 493 p.
- Cavagnaro P.F., J.B. Cavagnaro, J.L. Lemes, R. Masuelli & C.B. Pasera. 2006. Genetic diversity among varieties of the native forage grass *Trichloris crinita* based on AFLP markers, morphological characters, and quantitative agronomic traits. *Genome* 49: 906-918.

- Cavagnaro J.B. & S.O. Trione. 2007. Physiological, morphological, and biochemical responses to shade of *Trichloris crinita*, a forage grass from the arid zone of Argentina. *J. Arid Environ.* 68: 337-347.
- Celdrán D.J. 2013. El pastizal...¿sólo produce raciones? Horizonte agropecuario pampeano puntano. INTA EEA Anguil, La Pampa y San Luis y Agencias de extensión 98:07.
- Covas G. 1991. Introducción del pasto llorón en la República Argentina. *En: El pasto llorón. Su biología y manejo.* (O.A. Fernández, R.E. Brévedan & A.C. Gargano Eds.) UNS, Bahía Blanca, Bs. As. pp. 1-6.
- Di Giambatista G., M. Garbero, M. Ruiz, A. Giulietti & H. Pedranzani. 2010. Germinación de *Trichloris crinita* y *Digitaria eriantha* en condiciones de estrés abiótico. *Pastos y forrajeras* 33: 1-7.
- Demaría M.R., I. Aguado Suarez & D.F. Steinaeker. 2008. Reemplazo y fragmentación de pastizales pampeanos semiáridos en la región del Monte Occidental. Argentina. *Ecol. Austral.* 18: 55-70.
- Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. Grupo Infostat. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>. [12/03/2015], 2014.
- Estelrich H.D. & A. Castaldo. 2014. Receptividad y carga ganadera en distintas micro regiones de la provincia de La Pampa (Argentina) y su relación con las precipitaciones. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNL-Pam.* 16: 7-19.
- Fanti S.C. & S.C. Pérez. 2004. Proceso germinativo de semillas de paineira sob estresses hídrico e salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39(9): 903.
- Fernández O.A. & C.A. Busso. 1999. Arid and semi-arid rangelands: two thirds of Argentina. *En: Case Studies of Rangeland Desertification, Agricultural Research Institute Report N° 200.* Arnalds, O., Archer, S. (eds.). Reykjavik, Islandia. pp. 41-60.
- Ferri C. 2011. Alternativas forrajeras para ambientes restrictivos: templado semiárido. *En: Producción de forraje en ambientes agrícolas.* Informe de Actualización técnica N° 22 INTA EEA Marcos Juárez. pp. 39-50.
- Flemmer A.C. & R.A. Distel. 2002. Influencia del estrés hídrico sobre la tasa de crecimiento relativo en gramíneas perennes del Caldenal. *Actas del 25° Congreso Argentino de Producción Animal.* p. 53.
- García Espil A. 1990. Pasturas, implantación y cuidados culturales. Cuaderno de Actualización técnica N° 49. Departamento de estudios y de prensa y difusión de AACREA, capítulos 1 y 3. 74 p.
- Gil Baéz C.A., R.N. Ordinola Agüero, M.A. Ruiz y R.D. Ernst. 2012. Biomasa y componentes del rendimiento de *Trichloris crinita* en la región semiárida pampeana (Argentina). *En: Actas de VI Congreso Pastizales Naturales.* Santa Rosa La Pampa. p. 260.
- Golberg A.D., M.A. Ruiz, A. Quiroga & O.A. Fernández. 2011. Conceptos generales sobre el estrés en las plantas. Cap2 y 3. *En: ¿Qué le sucede a un cultivo cuando no llueve?.* (Eds INTA EEA Anguil La Pampa). pp. 45-76.
- González L.M., L. Argentel, N. Zaldívar & R. Ramírez. 2005. Efecto de la sequía simulada con PEG 6000 sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas de dos variedades de trigo. *Cultivos Tropicales* 26(4): 49-52.
- Grecco S.A. & J.B. Cavagnaro. 2002. Effects of drought in biomass production and allocation in three varieties of *Trichloris crinita* P. (Poaceae) a forage grass from the arid Monte region of Argentina. *Plant Ecol.* 164: 125-135.
- Grecco S.A., C. Sartor & P.E. Villagra. 2006. Mínima precipitación efectiva para la emergencia de gramíneas perennes nativas del Monte. XX Jornadas Investigación de la Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. p. 71.
- ISTA. 2013. International Rules for Seed Testing. Switzerland. Cap. 5: Germination Part. 1. *Agric. Veg. Seed.* pp. 32-46.
- Leonhardt D.A. & L.R. Butti. 2011. La sequía castiga duramente a los pastizales naturales. Horizonte agropecuario pampeano puntano. INTA EEA Anguil La Pampa - San Luis 92: 05.

- Michel B.E. & M.R. Kaufmann. 1973. The Osmotic Potencial of Polyethylene Glycol 6000. *Plant Physiol.* 51: 914-916.
- Mora S., O. Terenti, M.A. Ochoa & G. Ordoñez. 2006. Producción y calidad de semilla estival y otoñal de *Trichloris crinita* bajo riego en sureste de Mendoza. *En: Actas Congreso Asociación Argentina de Producción Animal.* pp. 21.
- Mora S., D. Cabral & I. Rosales. 2013. Establecimiento de Pasto Plumerito (*Trichloris crinita* Parodi) en el año de siembra. *Rev. Fac. Agron. UNLPam.* 22: 119-122.
- Morici E., R.D. Ernst, A. Kin, H.D. Esterlich, M. Mazzola & S. Poey. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Arch. Zootec.* 52: 59-66.
- Nicora L. & Z.E. Rúgolo de Agrasar. 1987. Los géneros de Gramíneas de América Austral. (Eds Hemisferio Sur. Buenos Aires). 611p.
- Ordinola Agüero R.N. 2013. Tolerancia a la salinidad en la germinación y crecimiento inicial de dos poblaciones de *Trichloris crinita* (Poaceae). Tesis para obtener el grado académico de Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Pampa. 48 p.
- Ordinola Agüero R.N., C.A. Gil Báez, M.A. Ruiz & R.D. Ernst. 2012. Capacidad germinativa de poblaciones de *Trichloris crinita* de La Pampa bajo condiciones de salinidad. *Análisis de Semillas* 6(4): 68-73.
- Petruzzi, H.J., N.P. Stritzler, E.O. Adema, C.M. Ferri, & J.H. Pagella, 2003. Mijo perenne. Ediciones INTA. Publicación Técnica N° 51. 28 p.
- Quiroga E., L. Blanco & E. Oriente. 2009. Evaluación de estrategias de rehabilitación de pastizales áridos. *Ecol. Austral* 19: 107-117.
- Quiroga, R.E. 2011. Variación morfológica en once poblaciones del pasto nativo *Trichloris crinita*. INTA EEA, Catamarca. Argentina. *Rev. Arg. Prod Anim.* 31: 539.
- Reddy L.V., R.J. Metzger & T.M. Ching. 1985. Effect of temperature on seed dormancy of wheat. *Crop Sci.* 25: 455-458.
- Roberto Z., E. Frasier, P. Goyeneche, F. González, F. & E. Adema. 2008. Evolución de la carga animal en la provincia de la Pampa. Publicación Técnica N° 74. INTA EEA Anguil. La Pampa. 55 p.
- Rúgolo de Agrasar Z. E., P.E. Steibel & H.O. Troiani. 2005. Manual ilustrado de las gramíneas de la provincia de La Pampa. (Eds. UNLPam y UNRC). 191 p.
- Ruiz M. & O. Terenti. 2012. Evaluación comparativa de cuatro especies forrajeras bajo condiciones de estrés hídrico y salino durante la germinación. *Agriscientia.* 29(2): 91-97.
- Sáenz A.M. 2003. Efecto del estrés hídrico y la defoliación sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de *Poa ligularis* ex Nees Steudel de un bosque de caldén. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Recursos Naturales. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. 110 p.
- Stritzler N.P., H.J. Petruzzi, C.A. Frasinelli, J.H. Veneciano, C.M. Ferri & E.F. Viglizzo. 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27(2): 111-123.
- Torres Y.A., C.A. Busso, O.A. Montenegro, D.S. Cardillo, M.L. Ambrosino, L.S. Ithurrart, M.L. Stadelmann, C. Ghilardi, H. Giorgetti, G. Rodríguez, D. Ponce & G. Tucut. 2013. Arquitectura radical en gramíneas nativas perennes bajo diferentes contenidos hídricos del suelo. *En: Actas de VI Congreso Pastizales Naturales.* Santa Rosa La Pampa. p. 216.
- Villagra P.E., C. Giordano, J.A. Alvarez, J.B. Cavnagnaro, A. Guevara, C. Sartor, C.B. Passera & S. Grecco. 2011. Ser planta en el desierto: estrategias de uso de agua y resistencia al estrés hídrico en el Monte Central de Argentina. *Ecol. Austral* 21: 29-42.
- Zabala J.M., P. Widenhorn & J.F. Pensiero. 2011. Germination patterns of species of the genus *Trichloris* in arid and semiarid environments. *Seed Sci. Technol.* 39: 338-353.