



Tolerancia a la salinidad de festuca alta libre e infectada con endófito

En el presente trabajo se propuso evaluar la tolerancia a la salinidad de plantas jóvenes de festuca alta como uno de los posibles mecanismos que explicarían el aumento de la propagación de festuca infectada con endófito silvestre en pasturas y pastizales de la Pampa Deprimida

La salinidad es uno de los principales factores que limitan el crecimiento de las plantas y su productividad. En el mundo existen aproximadamente 1.000 Mha afectadas, con una tasa anual de expansión de 2-5 Mha año⁻¹, lo que adquiere relevancia en un contexto de cambio climático. Argentina es el tercer país en el mundo con mayor superficie de suelos salinos. El cloruro de sodio es la sal más importante que causa salinidad en los suelos, pero también sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, magnesio, calcio y potasio son otras posibles fuentes que ocasionan este problema. Los suelos salinos provocan toxicidad por iones, estrés osmótico, deficiencia de nutrientes, estrés oxidativo en la planta y también limitan el crecimiento de microorganismos benéficos y simbióticos. La salinidad afecta a casi todos los aspectos de desarrollo de la planta, desde la germinación, pasando por el crecimiento vegetativo, hasta llegar al desarrollo reproductivo, pero existe variabilidad para la tolerancia debida a diferentes mecanismos.

La festuca alta (*Festuca arundinacea*) es una gramínea forrajera, de crecimiento otoño-invierno-primaveral, cultivada en Argentina, particularmente en la Región Pampeana. Es una especie perenne que tolera niveles moderados de salinidad y alcalinidad y es capaz de adaptarse a un amplio rango

de condiciones climáticas y edáficas. Crece espontáneamente en las comunidades vegetales de loma y media loma de los pastizales de la Pampa Deprimida argentina, y se la utiliza en intersiembras de pasturas degradadas.

Al igual que otras gramíneas, festuca alta puede establecer una relación simbiótica con el hongo endófito *Epichloë coenophiala*. El hongo se transmite a través de semillas infectadas de su hospedante, no se dispersa por esporas ni por el polen de plantas infectadas, y no produce síntomas de enfermedad visibles desde el exterior, como tampoco forma estructuras reproductivas externas. El hongo se beneficia por el suministro de nutrientes y la vía de diseminación a través de las semillas que aporta la planta, mientras que ésta se beneficia por una mayor resistencia a herbívoros y patógenos, y una mayor tolerancia a diversos factores de estreses abióticos por la síntesis de alcaloides. Algunos de los alcaloides que produce el endófito (ergoalcaloides) son tóxicos para el ganado en pastoreo causando diversos síndromes, a los que en general se los conoce como "festucosis", que provocan importantes pérdidas económicas en la producción ganadera.

En los últimos años se ha observado un creciente nivel de casos de intoxicación por alcaloides en los animales que consumen festuca alta infectada en la Cuenca del Salado. Entre las

Manuel Ciganda,
Lucas R. Petigrosso, Gustavo Eyherabide, Silvina San Martino, Julia Lúquez
Facultad de Ciencias Agrarias,
Universidad Nacional de Mar del Plata.
lpetigrosso@mdp.edu.ar



Figura 1 | Plantas jóvenes de festuca alta sometidas a distintas concentraciones salinas de NaCl. Se puede observar, de izquierda a derecha, el efecto del estrés salino.

estrategias para disminuir los riesgos de festucosis, se encuentra la siembra de cultivares de festuca alta libres de endófito o, alternativamente, infectados con endófitos seguros o amigables.

Tabla 1 | Promedios (\pm error estándar) de altura, peso fresco (PF) y seco (PS) total (T) y su partición en parte aérea (A) y raíz (R) y número de macollos en plantas de festuca alta sometidas a distintas condiciones salinas (0, 120 y 200 mM NaCl).

Condición salina (mM NaCl)	Altura (cm)	PFR (g/pl)	PFA (g/pl)	PFT (g/pl)	PSR (g/pl)	PSA (g/pl)	PST (g/pl)	Macollos (n/pl)
0	57,8 \pm 1,73 a	7,94 \pm 0,78 a	15,25 \pm 0,86 a	23,19 \pm 1,34 a	0,92 \pm 0,06 a	2,69 \pm 0,16 a	3,61 \pm 0,20 a	8,7 \pm 0,69 a
120	31,8 \pm 1,73 b	0,42 \pm 0,08 b	1,66 \pm 0,22 b	2,08 \pm 0,28 b	0,10 \pm 0,01 b	0,43 \pm 0,05 b	0,53 \pm 0,08 b	3,5 \pm 0,30 b
200	27,8 \pm 1,73 b	0,26 \pm 0,05 b	0,83 \pm 0,17 c	1,09 \pm 0,22 c	0,10 \pm 0,03 b	0,25 \pm 0,04 c	0,35 \pm 0,06 b	2,3 \pm 0,27 c

Promedios seguidos de igual letra en cada columna indican diferencias no significativas según la prueba de mínima diferencia significativa (MDS), con un nivel de significación del 5%.

Estos últimos se caracterizan por producir alcaloides de la familia de las lolineas y peraminas, pero no alcaloides tóxicos para el ganado. Por ejemplo, los cultivares infectados con las cepas seguras AR542 y AR584 han mostrado un buen desempeño agronómico sin generar problemas de toxicidad. En Argentina todavía no se comercializan estos materiales, sin embargo, es posible disponer de semillas del cv. Taita infectado con el endófito seguro AR584 a través de la empresa Gentos S.A. El cv. Taita es uno de los cultivares comerciales más utilizados en la región debido a que presenta un amplio rango de adaptabilidad y alto vigor de implantación.

Dado que son escasos los trabajos que evalúan los efectos de la presencia de hongos endófitos sobre la tolerancia a la salinidad en gramíneas templadas, nos preguntamos si la tolerancia a la salinidad durante el crecimiento de plantas de festuca alta es uno de los posibles mecanismos que podrían explicar el aumento de la propagación de festuca infectada con endófito silvestre en pasturas y pastizales de la Pampa Deprimida. Para ampliar el alcance del estudio, además de utilizar una población naturalizada en pastizales pampeanos, también se utilizó un cultivar comercial. La población naturalizada está asociada a hongos endófitos silvestres y las plantas del cultivar a un endófito seguro.

El objetivo de este trabajo fue comparar la tolerancia a la salinidad de distintos materiales de festuca alta libres e infectados con el endófito silvestre y el seguro durante la implantación, para: 1) evaluar si la presencia del endófito otorga ventajas competitivas en el crecimiento inicial de las plántulas en condiciones de salinidad, y 2) identificar materiales genéticos que toleren estos ambientes y eventualmente puedan ser

intersebrados para competir o contrarrestar el avance del porcentaje de festuca alta naturalizada infectada.

Materiales y Métodos

Se pusieron a germinar semillas de festuca alta de cuatro materiales genéticos: población naturalizada libre (SE-) o infectada (SE+) con endófito silvestre y el cv. Taita (Gentos S.A.) libre (TE-) o infectado (TE+) con endófito seguro AR584 (Grasslanz Technology Limited, Palmerston North, Nueva Zelanda) en macetas de 8 cm de diámetro con sustrato compuesto por turba y perlita en un invernáculo de la Unidad Integrada Balcarce; y se los regó con solución nutritiva Hoagland ($\frac{1}{2}$ X). En cada maceta se sembraron cuatro semillas y a los 15 días se raleó dejando una plántula por maceta. Cuando las plántulas tuvieron tres hojas completamente expandidas, se inició el ensayo, que duró 11 semanas en las condiciones presentes en el invernáculo. En este momento se agregó solución salina a la solución Hoagland. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo en parcelas divididas y cinco repeticiones.

Los dos factores experimentales fueron: i) condición salina, con tres niveles: 0 (testigo), 120 mM y 200 mM NaCl, que fueron asignados a las parcelas principales (bandejas) y ii) material genético de festuca alta, con cuatro niveles: SE-, SE+, TE- y TE+, que fueron asignados a las subparcelas (macetas).

Se realizaron las siguientes determinaciones: altura de las plantas, número de macollos/planta, peso seco total y su partición en parte aérea y raíces. Las raíces se lavaron y secaron con papel absorbente. Se colocó la parte aérea y raíces de cada planta por separado en bolsas de papel rotuladas

para secarse en estufa a 60°C hasta peso constante. Los datos se analizaron mediante modelos lineales mixtos y pruebas de comparaciones múltiples, utilizando el programa R. Para algunas variables se incorporó distinta variabilidad según el nivel de salinidad al modelo.

Resultados y Discusión

Bajo estas condiciones experimentales, todas las variables registradas disminuyeron en condiciones de salinidad con respecto al control, independientemente del material de festuca alta (Tabla 1). Como se puede observar en la Figura 1, la raíz fue el primer órgano afectado por la salinidad, al verse impedida de la entrada de agua, lo cual repercutió en una menor altura y pesos secos (Tabla 1). El número de macollos fue la variable menos afectada (Tabla 1). La planta siguió produciendo macollos en 120 mM y se diferenció de 200 mM. Esto se explicaría por un efecto de compensación típico de las gramíneas, aunque el peso seco total sea el mismo en 120 y 200 mM. La presencia del endófito, tanto silvestre como seguro, no otorgó ventajas competitivas en el crecimiento inicial de las plantas.

Dado que los resultados obtenidos indican que los materiales de festuca alta utilizados no diferirían en la tolerancia a la salinidad, futuros trabajos deberían: a) extenderse a un mayor número de cultivares de festuca alta, b) llevarse a cabo en el campo con suelos salinos donde se pueda analizar la respuesta de plantas en estados más avanzados de desarrollo, y además, c) evaluar concentraciones salinas más elevadas a las estudiadas en este trabajo debido a las predicciones del cambio climático.

