

Evaluación de tolerancia a la salinidad de cultivos

Casas, RR ¹; Lell, T ²; Rossi, MS ³

1-Centro de Investigaciones en Recursos Naturales rcasas@cnia.inta.gov.ar. Las Cabañas y De Los Reseros s/n - Villa Udaondo - Castelar (1712) - Buenos Aires - Argentina

2-Facultad de Agronomía, Universidad de Morón. Cabildo 134, (B1708JPD) Morón, Buenos Aires, Argentina

3-Instituto de Suelos INTA Castelar mrossi@cnia.inta.gov.ar. Las Cabañas y De Los Reseros s/n - Villa Udaondo - Castelar (1712) - Buenos Aires - Argentina

Resumen

La fitorremediación intenta recuperar suelos contaminados y es una tecnología *in situ* no destructiva de bajo costo. Técnicamente consiste en el uso de plantas, sus microorganismos o enzimas asociadas, así como de la aplicación de técnicas agronómicas para degradar, retener o reducir a niveles inofensivos los contaminantes ambientales a través de procesos que logran recuperar la matriz o estabilizar al contaminante. Dentro de las técnicas de restauración de suelos afectados por la contaminación, la fitorremediación ha adquirido auge por ser un procedimiento pasivo, estéticamente agradable, útil para remediar simultáneamente una gran variedad de contaminantes. El uso de algunos cultivos forrajeros en el mejoramiento de suelos salinos sódicos, representa una alternativa económica y sustentable, ya que además de reducir la salinidad pueden ser aprovechados como cultivos de amplia cobertura en grandes extensiones de suelo, para la disminución de la erosión y la producción de forraje para ganado. La hipótesis de nuestro trabajo es que el grado de salinidad del suelo modifica el porcentaje de germinación de los cultivos. Nuestros principales objetivos son obtener cultivos adaptados a suelos con diferentes concentraciones de salinidad y obtener un producto tecnológico de innovación para incrementar la producción de forrajes o el mejoramiento de estructura de un suelo halomórfico. Se utilizaron carióspsides desnudos (sin apéndices accesorios: gluma, lema ó palea) de: agropiro (*Agropyron repens*), grama (*Gramma rhodes*), lotus (*Lotus tenuis*) y festuca (*Festuca arundinacea*). La investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio en la etapa fenológica de germinación frente a diferentes concentraciones de salinidad. El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorios, con un arreglo factorial de 11 soluciones salinas, siete niveles de sal, más un testigo y tres repeticiones por nivel, con un total de 234 unidades experimentales. Como resultados preliminares podemos mencionar que agropiro presentó mayor adaptación al estrés salino, como así también la grama ($p < 0.001$). En cuanto a los cultivos perennes evaluados, festuca presentó mayor resistencia a la salinidad que lotus ($p < 0.001$). En tanto la especie química de mayor resistencia fue el $BaCl_2$ dentro de las sales puras y el $KMnPO_4$ dentro de las sales geoquímicas ensayadas. La rehabilitación de los suelos salino-sódicos contribuirá a la diversificación productiva en regiones de elevada salinidad, aportando a la instalación de sistemas de producción estables y sustentables.

Palabras clave: Fitorremediación, suelos salinos, halotolerancia

Área temática: Uso del suelo

Introducción

Los suelos denominados halomórficos se forman en áreas donde el drenaje deficiente impide la eliminación de las sales o donde la precipitación es insuficiente para lavar las mismas. El sodio presente produce la dispersión de las arcillas y la materia orgánica, que se desplazan en profundidad durante la estación húmeda y se depositan constituyendo un horizonte densificado. Así, la estructura de estos suelos se va deteriorando progresivamente, hasta volverse asfixiante para los cultivos.

La fitorremediación intenta recuperar suelos contaminados y es una tecnología *in situ* no destructiva de bajo costo. Técnicamente consiste en el uso de plantas, sus microorganismos o enzimas asociadas, así como de la aplicación de técnicas agronómicas para degradar, retener o reducir a niveles inofensivos los contaminantes ambientales a través de procesos que logran recuperar la matriz o estabilizar al contaminante. Dentro de las técnicas de restauración de suelos afectados por la contaminación, la fitorremediación ha adquirido auge por ser un procedimiento pasivo, estéticamente agradable, útil para remediar simultáneamente una gran variedad de contaminantes (Frick *et al.*, 1999).

El uso de algunos cultivos forrajeros en el mejoramiento de suelos salinos sódicos, representa una alternativa económica y sustentable, ya que además de reducir la salinidad pueden ser aprovechados como cultivos de amplia cobertura en grandes extensiones de suelo, para la disminución de la erosión y la producción de forraje para ganado (Gorham *et al.*, 1985). Por otro lado, existen diferentes especies de cultivos halófitos capaces de producir aceite y alimentos para consumo humano y animal.

El análisis del efecto de las sales es importante ya que la conductividad eléctrica (CE) estima el contenido de sales en la solución del suelo; este parámetro guarda relación con el rendimiento relativo de algunos cultivos agrícolas y puede utilizarse para estimar el efecto de la salinidad en el desarrollo de las plantas. Sin embargo, es necesario recordar que cada una de las sales tiene diferente solubilidad y en función de esta propiedad se presenta su efecto. El presente trabajo abordará la temática de la incorporación de nuevos cultivos capaces de adaptarse a condiciones de elevada salinidad del suelo.

Hipótesis

El grado de salinidad del suelo modifica el porcentaje de germinación de los cultivos.

Objetivos Generales

Estudio de nuevas tecnologías para la recuperación de los suelos salino-sódicos en post de aumentar la producción y calidad forrajera, mejorando la ganadería de cría y de invernada.

Estudio del impacto de la salinidad de suelos sobre la capacidad de germinación de diferentes cultivos para fitorremediación de suelos salinos.

Objetivos Específicos

Obtención de cultivos adaptados a suelos con diferentes concentraciones de salinidad.

Obtención de un producto tecnológico de innovación para incrementar la producción de forrajes o el mejoramiento de estructura de un suelo halomórfico.

Materiales y Métodos

Se utilizaron cariopsides desnudos (sin apéndices accesorios: gluma, lema ó palea) de: agropiro (*Agropyron repens*), grama (*Gramma rhodes*), lotus (*Lotus tenuis*) y festuca (*Festuca arundinacea*). La investigación se llevó a cabo en condiciones de laboratorio en la etapa fenológica de germinación frente a diferentes concentraciones de salinidad.

El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorios, con un arreglo factorial de 11 soluciones salinas, siete niveles de sal, más un testigo y tres repeticiones por nivel, con un total de 234 unidades experimentales. Por repetición, se colocaron 10 semillas sobre papel filtro (Ahlstrom No. 61, 87 mm de diámetro) en cajas Petri de plástico (84 mm de diámetro y 17 mm de altura), desinfectados con hipoclorito de sodio al 5.25 %, con cinco ml de diferente concentración y solución salina, en condiciones ambientales no controladas con temperaturas que oscilarán entre 15 y 21°C para sales puras y 19 y 24 °C para las sales geoquímicas, en laboratorio durante 15 días, en completa oscuridad, las cajas Petri se cubrieron con una franela y se colocaron dentro cajas.

A las soluciones se les determinaron las siguientes variables: conductividad eléctrica (CE), con un conductímetro marca Wheatstone; pH, con un potenciómetro marca Beckman; y potencial osmótico ($\Psi\pi$ = MPa), con un osmómetro de presión de vapor marca Wescor 5520.

Para la medición del $\Psi\pi$ se utilizó el osmómetro, la lectura se registró en mmol Kg^{-1} . Los valores así obtenidos serán transformados a MPa con la igualdad propuesta por Van't Hoff:

$$\Psi\pi = -CRT$$

Donde:

$\Psi\pi$ = Potencial osmótico

C = Concentración de la solución en moles de soluto por kg de agua.

R = Constante general de los gases ($0.00831 \text{ kg MPa mol}^{-1} \text{ k}^{-1}$)

T = temperatura absoluta en grados Kelvin.

La variable de respuesta vegetal incluyó: porcentaje de germinación absoluta $G_a = (a/b) \cdot 100$ donde a = total de semillas germinadas en concentración salina y b = total de semillas para germinación, evaluado

mediante el conteo directo del número de radículas emergidas a los 3, 6, 9, 12 y 15 días después de la primera semilla germinada la germinación se consideró cuando la radícula alcanzó dos mm de longitud. El porcentaje de germinación se obtuvo al relacionar el número de semillas germinadas y el número de semillas colocadas inicialmente. La longitud de la raíz y parte aérea se midió cada tercer día con un vernier. Se realizó un análisis de regresión para cada tipo de salinidad calibrándose un modelo lineal ajustado por el origen, empleando la técnica del análisis de regresión; el cual relacionó la conductividad eléctrica de cada solución con su concentración y con su presión osmótica.

El ajuste de este modelo se realizó relacionando primero CE en dS m^{-1} con la concentración de las soluciones de los tratamientos, en ppm o mg L^{-1} ; enseguida, con la concentración en meq L^{-1} y, finalmente, con la presión osmótica (π) en atm, empleándose el método de mínimos cuadrados.

Los datos de germinación se transformaron al arco seno antes del análisis estadístico, para asegurar distribución normal de los datos (Steel y Torrie, 1980). Se determinaron las diferencias significativas con la prueba de Tukey, con un nivel de confianza de 0.05, en todas las sales y a las mismas concentraciones, utilizando el paquete estadístico R para determinar el efecto de la salinidad y la concentración sobre la germinación.

Resultados y Discusión

Como resultados preliminares podemos mencionar que agropiro presentó mayor adaptación al estrés salino, como así también la grama ($p < 0.001$). En cuanto a los cultivos perennes evaluados, festuca presentó mayor resistencia a la salinidad que lotus ($p < 0.001$). En tanto la especie química de mayor resistencia fue el BaCl_2 dentro de las sales puras y el KMnPO_4 dentro de las sales geoquímicas ensayadas, tal como se muestra en la Tabla 1. La Tabla 1 muestra los valores de germinación de los cultivos frente a concentraciones variables de las sales.

	Germinación de semillas (%)	CE(dS.m^{-1}) BaCl_2	CE(dS.m^{-1}) KMnPO_4
<i>Agropiro repens</i>	85	9.2	9.2
<i>Grama rhodes</i>	62	9.0	9.0
<i>Festuca arundinacea</i>	75	9.2	9.2
<i>Lotus tenuis</i>	65	9.0	9.0

Tabla 1: Tolerancia a la salinidad *in vitro* a nivel de germinación de los cultivos.

El trabajo plantea estudiar la posibilidad de aumentar el conocimiento en la incorporación de cultivos halotolerantes como herramienta de manejo de suelos halomórficos. Como resultado preliminar obtenido en esta fase de la investigación, se procederá a realizar la siembra a campo de *Agropiro repens* y *Festuca arundinacea*. La rehabilitación de los suelos salino-sódicos contribuirá sin duda alguna a la diversificación productiva en regiones de elevada salinidad, aportando a la instalación de sistemas de producción estables y sustentables.

El aumento sostenido de la demanda y de los precios agrícolas y las nuevas tecnologías de cultivo acentúan el desplazamiento de la ganadería hacia áreas cada vez más marginales. Este proceso incrementa los riesgos productivos y ambientales. Existen en el país alrededor de 30 millones de hectáreas con suelos afectados por sales y sodio. En áreas húmedas y subhúmedas se podría incrementar significativamente la producción forrajera en cantidad y calidad.

Bibliografía

Alef, K. and Nannipieri, P. 1995. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. San Diego, CA, Academic Press. 576p.

Casas, RR; Rossi, MS. 2011. Manejo de campos salinos. *Supercampo*, 1: 14-17.

Frick, C. M., R. E. Farrell y J. J. Germida. 1999. *Assessment of Phytoremediation as an in situ Technique for Cleaning Oil-Contaminated Sites*. Petroleum Technology Alliance of Canada. Vancouver, British Columbia.

González Romero, S.L. 2009. *Germinación de diferentes cultivos en condiciones de salinidad cuantitativa y cualitativa*. Tesis Posgrado en Hidrociencias. Campus Montecillo, México

Gorham, J.W.; Wynjones, R.G.; Mc. Donnel, E. 1985. Some mechanisms of salt tolerance in crop plants. *Plant and Soil* 89:15-40.

R Development Core Team. 2010. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.