

## TOLERANCIA A LA SALINIDAD DE FORRAJERAS CULTIVADAS

Lázaro J. Priano y Miguel A. Pilatti

Cátedra de Edafología. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional del Litoral.  
Rdo. P. Luis Kreder 2805. 3080 Esperanza. Santa Fe.

### INTRODUCCION

La provincia de Santa Fe presenta el 44 % de su superficie afectada por exceso de sales solubles y/o sodio intercambiable (Orellana y Priano, 1978). Esos suelos se caracterizan por presentar en los horizontes superficiales las siguientes propiedades: - textura franco-limosa; - conductividad eléctrica del extracto de saturación (CE) entre 1,3 y 15,5 dSm<sup>-1</sup> a 25°C; - sales predominantemente cloruro-sulfatadas sódicas; - valores de 21 a 81 % de sodio intercambiable y - pH de 7,9 a 9,8 (Mosconi et al., 1981; Espino et al., 1983).

Los suelos son heterogéneos (Priano y Orellana, 1964), presentando distintas aptitudes de uso dentro de áreas separadas por cortas distancias.

Habitualmente la recuperación de los suelos salinos y/o sódicos por la adición de productos químicos se descarta, en razón de su costo. Por esto es de interés práctico conocer dentro de qué límites de salinidad pueden desarrollarse especies forrajeras (Sauberan et al., 1961; Priano y Orellana, 1965; Lavado y Di Nella, 1972; Lavado, 1977).

Mass y Hoffman (1977) han generalizado una relación lineal entre el contenido salino -evaluado a través de la CE- y el rendimiento de los cultivos. Estos autores presentan los parámetros correspondientes para una amplia gama de vegetales, entre los que se encuentran forrajeras cuya introducción se auspicia para los suelos salinos-sódicos santafesinos. Sin embargo, en estos, además de sales y sodio, confluyen características texturales y de calidad de sales, no usuales en los estudios específicos. Por ello, para esas condiciones edáficas, se desea: a) confirmar la linealidad de la relación y b) obte-

ner los parámetros correspondientes entre tenor salino y rendimiento de la biomasa de forrajeras.

La mayor parte de los vegetales resultan más sensibles a la salinidad durante la germinación que en otras etapas de su desarrollo (Ayers y Haywar, 1948; Ayers, 1950; Lucero, 1970) planteándose problemas prácticos para la introducción de forrajeras. Por esto es de interés en este trabajo evaluar la relación entre C.E. e índice de germinación.

### MATERIALES Y METODOS

Suelo: como el tipo de sales y la textura constituyen factores que inciden en la tolerancia de los cultivos a la salinidad y/o sodicidad, se usó un suelo testigo (T) con una granulometría similar a la de los suelos problemas (Priano y Caminos, 1969). Para ello se tomó material del A1 de un Argiudol ácuico cuyas características son: franco-limoso, CE de 0,1 dSm<sup>-1</sup>; Na (% CIC) 0,6; pH 5,7; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 14 ppm; P soluble (B.K. no.1) 8 ppm; C 1,38 %; Nt 0,135 %.

Considerando que en los suelos salinos de Santa Fe predominan las sales solubles del tipo cloruro-sulfatadas sódicas se trató al suelo muestreado con soluciones salinas de concentración variada, lográndose CE de 0,1; 4; 10,5; 18; 24,2 y 28 dSm<sup>-1</sup>, dando origen a seis variantes experimentales.

El suelo seco al aire y tamizado por 4 mm fue esparcido sobre una mesa con polietileno, regado con las soluciones salinas, homogeneizando, para repetir la operación hasta lograr los datos expuestos.

Repeticiones: se efectuaron cinco por tratamiento, distribuyéndolas al azar en el invernadero.

Forrajeras: se evaluó el comportamiento de: *Melilotus albus* (cv. El Domador INTA), *Elytrigia scabrifolia*, (cv. El Palmar INTA; antes *Agropyron scabrifolium*), *Elytrigia elongata* o *pontica* (cv. Vizcachero INTA, antes *Agropyron elongatum*) y *Chloris gayana*.

Macetas: se usaron recipientes metálicos de 14 cm de alto y 15 cm de diámetro, revestidos interiormente con polietileno y llenados con 2 kg de suelo.

Siembra: se usaron 30 semillas de *Melilotus*, 20 para cada *Elytrigia* y 500 mg de una muestra comercial para el *Chloris gayana*. Una vez germinadas, se ralearon dejando dos plantas-maceta.

Fertilización: dado el bajo nivel de nutrientes, especialmente de  $\text{NO}_3^-$  y P, se fertilizó con 0,8 g  $\text{NO}_3\text{NH}_4$  y 0,4 g  $\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$ /maceta.

Riegos: partiendo a la siembra con un contenido hídrico equivalente a "capacidad de campo", se controló por pesadas cada dos días el consumo de agua y la restitución se hizo con agua destilada.

Cortes: en las *Elytrigias* y *Chloris*, cuando alcanzaban 20 cm se cortó a 5 cm sobre el nivel del suelo. Para el *Melilotus*, llegando a los 35 cm, el corte se practicó a 15 cm sobre el nivel referido. Se efectuaron cuatro cortes.

Determinaciones: I) Índice de germinación. Se tuvo en cuenta el número de semillas germinadas, tomando como "100" el valor de germinación promedio del T. En función de este valor se determinó el % de germinación para cada repetición.

II) Rendimiento en materia seca (MS). El material fresco se secó a 65°C, evaluando su peso seco y refiriéndolo en términos relativos, tomando como "100" a la suma promedio de producción de MS del T.

La información así obtenida se ajustó por regresión lineal con "mínimos cuadrados" a rectas de la forma (Mass y Hoffman, op. cit.):

$$Y = 100 - B (\text{C.E.} - A) \quad (1)$$

$$G = 100 - D (\text{C.E.} - C) \quad (2)$$

Donde Y y G son rendimiento relativo de biomasa y germinación, respectivamente, expresadas en porcentaje; C.E. es la conductividad eléctrica del extracto de saturación, expresada en  $\text{dSm}^{-1}$ ; A y C indican la CE a partir de la cual comienza a declinar la producción o la germinación en  $\text{dSm}^{-1}$ ; B y D son parámetros que expresan la disminución en rendimiento o germinación por cada unidad de incremento en C.E., en % / ( $\text{dSm}^{-1}$ ).

Tanto A y C como B y D se obtienen a partir de los coeficientes de regresión, a y b, según las ecuaciones (3) y (4):

$$100 - Y = -A B + B \text{ C.E.}$$

$$y = a + bx$$

$$a = -AB$$

$$B = b \quad (3)$$

$$A = -a / b \quad (4)$$

## RESULTADOS Y DISCUSION

En las Fig. 1a y 1b se muestran las rectas obtenidas por ajuste de los valores experimentales. En el cómputo de la regresión no se consideraron los valores nulos de germinación o producción. La Tabla 1 resume los parámetros A, B, C y D correspondientes a las ecuaciones 1 y 2, y los coeficientes de determinación,  $R^2$ . Estos indican en todos los casos, un adecuado ajuste entre la ecuación lineal y los datos empíricos, oscilando entre 0,88 y 0,99.

El número de repeticiones usado (cinco) resultó satisfactorio ya que se obtuvieron coeficientes de variación para los tratamientos que oscilaron entre 8 y 12 %.

El rango de variación de la CE para los horizontes A y B de los suelos salinos santafesinos varía entre 1,3 y 15,5  $\text{dSm}^{-1}$ , siendo frecuente hallar valores en torno a 4  $\text{dSm}^{-1}$ . Pero esos valores corresponden a condiciones de saturación, cuando lo usual es que los contenidos hídricos varían entre C.C. y P.M.P.

Suponiendo que, a modo de ejemplo, los contenidos de agua en el suelo variarían entre 0,3 y 0,125  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ , la C.E. se incrementaría desde 4  $\text{dSm}^{-1}$  (correspondiente a saturación) hasta 6,7 y 16  $\text{dSm}^{-1}$ , respectivamente. Esta estimación se obtiene considerando que la C.E. aumenta con la concentración salina según la relación entre el contenido hídrico volumétrico a saturación (en este caso, supuesto igual a 0,5  $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) y el contenido de agua considerado en el ejemplo (0,3 y 0,125) (Campbell, 1985).

Por ello en la práctica, el rango de C.E. que afecta a la germinación y producción de los cultivos es 1,5 a 4 veces superior que los valores obtenidos en el extracto de saturación. En términos generales, para los suelos considerados, corresponde el intervalo entre 5 y 20  $\text{dSm}^{-1}$  (cifras indicativas).

Al comparar la Fig. 1a con la 1b se constata que, en todos los casos, la germinación es más afectada por las sales que la producción relativa de biomasa. *Chloris gayana* muestra ser el más sensible en esta etapa, seguido por *Melilotus albus*, *Elytrigia scabrifolia* y *elongata*. Ferreiro y Peinemann (1972) presentan datos de germinación de *Elytrigia elongata* a partir de los cuales puede obtenerse la respuesta al incremento salino. Esos valores con-

cuerdan con los aquí obtenidos para contenidos salinos intermedios distanciándose para valores extremos.

El acopio de biomasa muestra el siguiente orden decreciente de tolerancia: *Elytrigia elongata*, *Elytrigia scabrifolia*, *Chloris gayana* y *Melilotus*

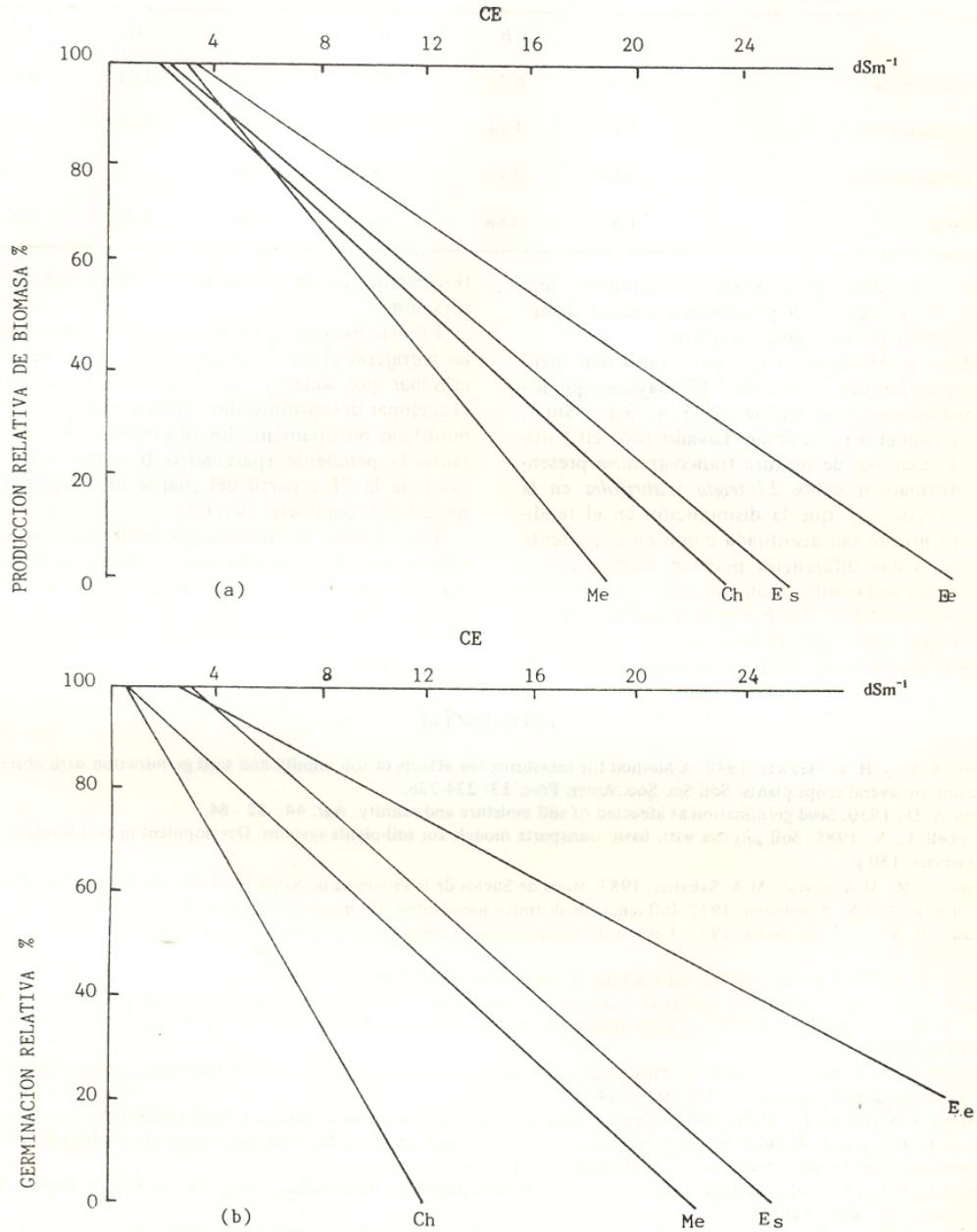


Fig. 1. Relación lineal entre conductividad eléctrica CE y (a) producción relativa de biomasa, (b) germinación de *Melilotus albus* (Me), *Elytrigia scabrifolia* (Es), *Elytrigia elongata* (Ee) y *Chloris gayana* (Ch).

Tabla 1. Parámetros para el cálculo de disminución del rendimiento relativo (A, B) y germinación (C, D) en función de la conductividad eléctrica del extracto de saturación.

Forrajera	Rendimiento relativo			% Germinación		
	A	B	R <sup>2</sup>	C	D	R <sup>2</sup>
<i>Melilotus albus</i>	2,93	6,25	0,90	0,55	4,64	0,98
<i>Elytrigia scabrifolia</i>	2,17	4,24	0,97	2,89	4,55	0,93
<i>Elytrigia elongata</i>	3,14	3,47	0,88	2,70	2,71	0,92
<i>Chloris gayana</i>	1,91	4,68	0,89	0,50	8,80	0,99

*albus*. Considerando —a modo de referencia— una C. E. de 10 dSm<sup>-1</sup> la producción relativa disminuye del 24 al 44 % según el cultivo.

Mass y Hoffman (op. cit.) informan para *Elytrigia elongata* valores de "A" mayores que los encontrados en este trabajo (7,5 y 3,1 dSm<sup>-1</sup>, respectivamente). También Lavado (op. cit.) utilizando material de textura franco-arenosa presenta información sobre *Elytrigia scabrifolia* en la cual se constata que la disminución en el rendimiento no fue tan acentuada como en el presente trabajo. Estas diferencias podrían atribuirse a la acción del sodio intercambiable (que en el ensayo llegó hasta 58,4 % ) sobre la textura franco limosa ya que, particularmente con bajos tenores salinos el efecto dispersante predomina sobre el de

floculación, con la consiguiente disminución de la aeración.

En este estudio se ha explorado la respuesta de las forrajeras al efecto del contenido salino sin discriminar por iones y, especialmente, sin analizar el accionar del catión sodio. Ambos hechos pueden modificar notoriamente los resultados, cambiando tanto la pendiente (parámetro B o D) como el valor de la CE a partir del cual se inicia el efecto perjudicial (parámetro A o C).

En resumen, la forrajera que mostró ser más tolerante fue *Elytrigia elongata* y las más sensibles: (a) en germinación, *Chloris gayana* y (b) en producción de biomasa, *Melilotus albus*. La etapa germinativa mostró ser más sensible a la salinidad que la vegetativa.

#### REFERENCIAS

- Ayers, A. D. y H. E. Haywar, 1948. A Method for measuring the effects of soil salinity and seed germination with observations on several crops plants. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 13: 224-226.
- Ayers, A. D., 1950. Seed germination as affected of soil moisture and salinity. Agr. 44 : 82 - 84.
- Campbell, G. S., 1985. Soil physics with basic transports models for soil-plants systems. Development in Soil Science. 14. Elsevier. 150 p.
- Espino, L. M.; M.A. Seveso; M.A. Sabatier, 1983. Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo II. MAG-INTA. 216 p.
- Ferreiro, E. A. y N. Peinemann, 1972. Influencia de distintos iones sobre *Agropyron elongatum*. RIA. Serie 2. IX: 1-8.
- Lavado, R. S. y J. C. Di Nella, 1972. Ensayo de recuperación a campo en suelo salino-alcalino del valle de Viedma. IDIA 292:55-67.
- Lavado, R. S., 1977. Tolerancia a las sales del *Agropyron scabrifolium*. IDIA. Sup. 35:371-372.
- Lucero, J. C., 1970. Germinación de cuatro gramíneas forrajeras bajo distintas condiciones de salinidad. IDIA 273:60-64.
- Mass, E. Y. y G. Hoffman, 1977. Crop salt tolerance current assessment. J. Irrig & Drainaje Dir. Am. Soc. Civil Eng. 103 (IR2): 115-134.
- Mosconi, F. P.; L. Priano; N. Hein; G. Moscatelli; J. C. Salazar, T. Gutiérrez y L. Cáceres, 1981. Mapa de Suelos de la Provincia de Santa Fe. Tomo I. INTA - MAG. 246 p.
- Orellana, J. A. de y L. J. J. Priano, 1978. Origen y distribución de los suelos santafesinos. FAVE. 1 129:166.
- Priano, L. J. J. y J. A. de Orellana, 1964. Suelos. Promoción económico-social del norte santafesino. Area piloto de la caña boscosa. T. II. Estudios técnicos: 173:245. MAG Santa Fe.
- Priano, L. J. J. y J. A. de Orellana, 1965. Ensayos sobre habilitación de suelos salinos y sódicos. En: Primer Anuario Técnico: 83-92. MAG. Santa Fe.
- Priano, L. J. J. y J. P. Caminos, 1969. Evolución de suelos sódicos y con sales solubles bajo cultivo de agropiro alargado. Actas 5a. Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. 592-602. A.A.C.S.
- Sauberan, C.; J. S. Molina; P. M. Fuentes Godo y G. A. Lunberg, 1961. Utilización de métodos biológicos en recuperación de suelos "salitrosos" en regiones de secano. IDIA 171:54-56.