



EFFECTO DE LA SALINIDAD EN LA PRODUCCIÓN FORRAJERA

Nicolás Bertram Ing. Agr. (MSc) EEA INTA Marcos Juárez

A nivel global existen aproximadamente 800 millones de hectáreas afectadas por algún grado de halo-hidromorfismo (Rains, 1991), pudiendo esta superficie incrementarse de continuar el proceso de agriculturización y ascenso de napas de salinidad desconocida (Flowers y Yeo, 1995). Argentina es el tercer país del mundo con mayor superficie afectada por el halo-hidromorfismo (Lavado y Taboada, 2009), encontrando en la Región Pampeana alrededor de 19 millones de hectáreas con diferentes niveles de salinización (Gorgas y Bustos, 2008), los cuales en su gran mayoría, se asocian a planicies bajas y napas freáticas cercanas a la superficie (Jobbágy *et al.*, 2008), transitando durante periodos cortos de tiempo por una gama de situaciones hídricas diferentes (inundaciones - sequías).

Los suelos halo-hidromorficos se pueden clasificar para su entendimiento en tres grupos, salinos, salino sódicos y sódicos, los cuales en función del tipo de sales y su concentración generan gradientes respecto del número de especies que pueden establecerse y sus dinámicas de crecimiento, dando lugar a distinto tipo de ecosistemas (Richards, 1954).

En los suelos sódicos la acumulación del ión Na, afecta principalmente las propiedades físicas del suelo. En este tipo de suelos suele producirse hinchamiento de las partículas coloidales y dispersión de las mismas, generando una disminución en la porosidad edáfica (macroporosidad), una reducción de la conductividad hidráulica y de la infiltración de agua en el perfil, modificando la capacidad de almacenaje hídrico del suelo (Lavado y Taboada, 2009; Varallyay, 1981). Así, las especies que se desarrollan en este tipo de ambientes deben adaptarse a una gama de condiciones hídricas diferentes, pasando por estados de inundación y sequía, durante intervalos cortos de tiempo.

En suelos salinos, la presencia de sales solubles (cloruros y sulfatos, principalmente), se asocian a procesos de osmosis y toxicidad. En el primero existe una relación directa entre el incremento de la salinidad y el potencial osmótico, generando una menor disponibilidad de agua en el suelo para las plantas. En el segundo, el efecto se debe a la presencia de iones tóxicos en determinada concentración para las diferentes especies. Así, la concentración, el tipo de sales y la capacidad de las diferentes especies para tolerar estas condiciones, determinaran el crecimiento en este tipo de ambientes (Lavado y Taboada, 2009).

A ello se le suman los cambios producidos a niveles de sistemas productivos en la región pampeana, caracterizados por una disminución en el consumo de agua debido a modificaciones en el uso de la tierra (más cultivos anuales, menos pasturas perennes y pastizales, mayor eficiencia en el uso del agua, etc.), generando excedentes hídricos que se incorporaron regularmente al agua subterránea (Bertram y



Chiacchiera, 2015), determinando su acercamiento a la superficie, lo que sumado al desconocimiento de las características del componente freático, respecto de su calidad y contenido de sales, plantea un escenario de incertidumbre respecto de la salinización potencial de los suelos.

Los cambios de vegetación, las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos, pueden alterar de manera significativa el balance hídrico y el flujo de sales de los ecosistemas. Así, los bosques y las plantaciones forestales tienen mayor capacidad transpirativa que los pastizales y los cultivos herbáceos, dado principalmente por sus mayores superficies foliares, rugosidad de los canopeos, y sistemas radicales más profundos (Jobbágy *et al.*, 2008). Estas diferencias a menudo afectan las tasas de evapotranspiración, el contenido de humedad del suelo y el flujo de agua hacia napas y cursos superficiales (Schenk y Jackson, 2002; Nossetto *et al.*, 2005; Jobbágy *et al.*, 2008).

El reemplazo de los bosques secos o pasturas perennes por cultivos anuales altera estas propiedades hidrológicas y reduce los niveles de evapotranspiración, lo que conlleva a excesos y anegamiento (Jobbágy *et al.*, 2008).

El proceso de agriculturización redujo la superficie en la que se implantaban forrajeras concentrando la actividad ganadera en los ambientes halo-hidromórficos principalmente. En estos ambientes la agricultura extensiva se encuentra con un gran número de limitantes, siendo utilizados para producciones ganaderas de base pastoril, no alcanzando aún el potencial productivo, el cual está íntimamente asociado a tecnologías de procesos (Bertram y Chiacchiera, 2011).

La potencialidad productiva de muchas especies forrajeras en estos ambientes y viceversa aún se desconoce. La misma, está directamente asociada a contar con especies tolerantes a altas concentraciones salinas y anegamientos temporarios, acompañado de técnicas de manejo que mejoren la productividad y persistencia de las pasturas allí implantadas.

A pesar de la sumatoria de limitantes, la región muestra un conjunto de fortalezas importantes, ya que debido a el gradiente de precipitaciones, temperaturas y concentraciones salinas, estos ambientes hacen posible la coexistencia de una gran variedad de alternativas forrajeras como **verdeos de verano** (sorgos, mijos, etc.), **de invierno** (avena, cebada, triticale, etc.), **forrajeras perennes templadas** (agropiro, festuca, alfalfa, mellilotus, lotus, llantén, achicoria, etc.) y **megatérmicas** (grama, panicum, etc.) sumado a los cultivares dentro de cada una de estas especies. Así se puede seleccionar la mejor opción forrajera en función del ambiente y de las necesidades de cada sistema productivo (Bertram y Chiacchiera, 2011).

Conocer de qué manera las especies y cultivares forrajeros se adaptan a estos suelos, así como la dinámica de crecimiento de los mismos, su respuesta frente a diferentes estrategias de fertilización y cómo son afectadas por anegamientos temporarios o diferentes profundidades de napa, es información necesaria para



productores y asesores e investigadores hoy enfocados en estos ambientes. Así para alcanzar una mejor comprensión de cómo las variables ambientales afectan al crecimiento y desarrollo de las forrajeras es necesario cuantificar en qué medida por ejemplo el componente térmico, edáfico o freático afectan a las mismas.

La toma de decisión sobre la mejor alternativa forrajera en ambientes con limitantes ambientales para la región pampeana húmeda / sub-húmeda con el objetivo de lograr la mayor eficiencia de implantación y supervivencia de la misma, puede realizarse a partir del conocimiento de algunos parámetros ambientales, asociados a la salinidad y alcalinidad que presenta el suelo en los estratos más superficiales (donde se deposita la semilla), como a la profundidad del componente freático, su concentración y tipo de sales.

Así, la conductividad eléctrica (CE) del suelo o la concentración salina del mismo a los 5 cm de profundidad, es un parámetro muy predictor del éxito o fracaso de la futura implantación de la pastura, en función de su tolerancia en estadios tempranos a efectos osmóticos como tóxicos. El valor de pH obtenido a la misma profundidad también es un parámetro que se puede correlacionar bien con la eficiencia de implantación y las primeras etapas de crecimiento de las diferentes forrajeras, teniendo el valor de CE mejor ajuste con el porcentaje de logro y parámetros morfológicos durante las primeras etapas de desarrollo.

Las forrajeras se pueden hallar especies que presentan una elevada tolerancia a salinidad, como agropiro alargado, la cual no reduce su rendimiento potencial con salinidades de hasta $1,5$ a 2 dS.m^{-1} , mientras que con CE de 8 dS.m^{-1} , el riesgo de la no supervivencia aumenta. Alfalfa y festuca, presentan una menor tolerancia a sales, mermando su producción potencial con CE inferiores a $0,5$ y 1 dS.m^{-1} respectivamente, afectando su supervivencia con valores de CE cercanos a 3 y 5 dS.m^{-1} (Shannon, 1997).

En cuanto al componente freático, la profundidad, la concentración y el tipo de sales afectan el crecimiento y desarrollo de las diferentes especies, existiendo una relación directa entre la morfología de la exploración radical y la tolerancia al anegamiento o a la cercanía de la napa (Chiacchiera *et al.*, 2016). Hallando un mejor comportamiento en aquellas forrajeras de crecimiento radicular más superficial (agropiro, grama, lotus, trébol blanco, etc) cuando las napas son cercanas a la superficie, y por el contrario las especies con crecimiento radicular más profundo (alfalfa, mellilotus), se adaptan mejor a napas no muy cercanas.

De esta manera especies como grama rhodes puede alcanzar producciones de biomasa cinco veces superiores en presencia de una napa freática cercana a la superficie cuando esta tiene bajo contenido de sales, respecto de cuando la napa es más salina o está a mayor profundidad, mientras que alfalfa logra producciones de biomasa cinco veces superiores con napas no salinas de mayor profundidad (entre 125



y 175 cm), respecto de la biomasa generada con napas más superficiales (Chiacchiera *et al.*, 2014; Chiacchiera *et al.*, 2016).

Adicionalmente, las napas cercanas a la superficie de elevada salinidad, generan efectos diferenciales en las distintas especies forrajeras, hallando para el caso de grama rhodes una reducción del crecimiento, no afectando la supervivencia de las mismas, mientras que para alfalfa la presencia de una napa cercana salina tuvo un efecto negativo sobre la supervivencia.

Las situaciones de sequías e inundaciones se alternan en este tipo de ambientes y se dan con una elevada frecuencia, con lo cual es necesario contar con la información del efecto de las mismas sobre la producción y supervivencia de las diferentes forrajeras. Así se pudo observar para alfalfa, agropiro, festuca, panicum y grama rhodes, que tanto el estrés hídrico por exceso (anegamiento) como por defecto (sequía), en forma temporaria disminuyó la producción de biomasa acumulada, respecto de la situación ideal, afectó la densidad de plantas, pero en ninguno de los casos generó la mortandad de la totalidad de los individuos o puso en riesgo la perennidad de la pastura.

Por lo tanto, realizar un análisis ambiental para posteriormente tomar decisiones de que forrajera debe ocupar cada ambiente es prioritario, no solo desde el punto de vista de alcanzar las mayores producciones de biomasa, sino también de consumir mayor volumen de agua, recuperando la porosidad de los sistemas, lograr balances positivos de carbono, brindando un servicio ecosistémico más allá del propósito principal que es la producción de forraje.

Bibliografía.

Bertram NA, Chiacchiera S (2011) Los ambientes no agrícolas de la región centro y la potencialidad forrajera. En: Producción de forraje en ambientes no agrícolas. Informe de actualización técnica Nº 22, 18-27.

Bertram N. A. y Chiacchiera S. (2015). Ascenso de Napas en la Región Pampeana: ¿Incremento de las Precipitaciones o Cambios en el uso de la Tierra?. XXV Congreso Nacional del Agua.

Chiacchiera S., Bertram, N., Mellano, M., Conde M. B. y Jobbágy, E. G. (2014). Efecto del componente freático sobre la biomasa acumulada de Alfalfa (*Medicago sativa*). Revista Argentina de Producción Animal. Vol 34, Supl. 1, Pp: 149.

Chiacchiera, S., Bertram, N., Taleisnik, E., y Jobbágy, E. (2016). Effect of watertable depth and salinity on growth dynamics of Rhodes grass (*Chloris gayana*). Crop and Pasture Science, 67(8), 881-887.



Flowers, T. J., & Yeo, A. R. (1995). Breeding for salinity resistance in crop plants: where next?. *Functional Plant Biology*, 22(6), 875-884.

Gorgas J, Bustos M (2008) Dinámica y evaluación de los suelos de Córdoba con problemas de drenaje, salinidad y alcalinidad. En: Taleisnik E, K Grunberg K, Santa María G (eds.). *La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria*. EDUCC (Editorial Universidad Católica de Córdoba), Córdoba. Pp. 47-62. ISBN 978-987- 626-013-8.

Jobbágy, E. G., Noretto, M. D., Santoni, C. y Baldi, G. (2008). El desafío eco-hidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la Llanura Chaco-pampeana. *Ecología Austral* 18: 305-322.

Noretto, M. D., Jobbágy, E. G., & Paruelo, J. M. (2005). Land use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina. *Global Change Biology*, 11(7), 1101-1117.

Lavado, R. S. y Taboada, M. A. (2009). Alteraciones de la fertilidad de los suelos. En: *El halomorfismo, la acidez, el hidromorfismo y las inundaciones*. FAUBA, Buenos Aires. 160 p.

Rains, D. W. (1991). Salinity and alkalinity as an issue in world agriculture. *Plant Salinity Research. New Challenges*, 19-31.

Richards, L. A. (1954). Origin and nature of saline and alkali soils. *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. *Agricultural Handbook*, (60), 1-6.

Schenk, H. J., & Jackson, R. B. (2002). Rooting depths, lateral root spreads and below-ground/above-ground allometries of plants in water-limited ecosystems. *Journal of Ecology*, 90(3), 480-494.

Shannon, M. C. (1997). Adaptation of plants to salinity. *Advances in agronomy*, 60, 75-120.

Várallyay, G. (1981). Extreme moisture regime as the main limiting factor of the fertility of salt affected soils. *Agrokémia és Talajtan*, 30, 73-96.



kairós

El tiempo de los nativos sustentables