



## Los ambientes no agrícolas de la región centro y la potencialidad forrajera.

Nicolás Bertram y Sebastián Chiacchiera. INTA Marcos Juárez.

E-mail: [nbertram@mjuarez.inta.gov.ar](mailto:nbertram@mjuarez.inta.gov.ar)

Los ambientes no agrícolas o puramente ganaderos de la región centro del país han sido y son en la mayoría de los casos subutilizados, el avance de la agricultura sobre espacios en donde anteriormente se realizaban rotaciones agrícola-ganaderas (Ramírez y Porstmann, 2008; Bazzigalupi *et al.*, 2008) hoy sin aparentes posibilidades de retroceso, sumado a la concentración de cabezas en ambientes todavía inapropiados para su recepción (Zamolinski, 2000), condujo a que actualmente exista mucho interés por alcanzar mayores producciones de biomasa con el objetivo de mantener y/o incrementar el número de animales del rodeo.

La potencialidad productiva de muchas especies forrajeras en estos ambientes y viceversa aún se desconoce. Probablemente esté 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, para lo cual quizás falte aún un largo camino por recorrer.

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.), **verdeos de invierno** (avena, cebada, triticale, etc.), **forrajeras perennes templadas** (agropiro, festuca, mellilotus, lotus, llantén, achicoria, etc.) y **forrajeras perennes megatérmicas** (grama, panicum, etc.) y como si fuera poco, cuentan los cultivares disponibles 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 establecimiento.

Por lo general el estudio de forrajeras se ha basado históricamente en análisis parciales que explican solamente en parte la biomasa acumulada. Algo similar ha ocurrido en cultivos sin hacer demasiado hincapié en como los diferentes factores ambientales afectan a los mismos. Afortunadamente, en las últimas décadas los estudios se han hecho más interdisciplinarios, con un objetivo claro que es comprender cada vez mejor en que magnitud el ambiente y los procesos que en este suceden interaccionan con las plantas.

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, 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.

## Componente edáfico-planta

Argentina es el tercer país con mayor superficie afectada con problemas de sales y sodio del mundo, luego de Rusia y Australia (Lavado y Taboada, 2009). En la Pampa Deprimida, el oeste bonaerense, noreste pampeano, sureste de Córdoba, este santafesino o los bajos submeridionales, se encuentran extensas áreas afectadas por sales y otros impedimentos (Lavado y Taboada, 2009).

Solamente el centro-sur de la provincia de Córdoba cuenta con aproximadamente 1.700.000 ha de suelos halo-hidromórficos, los cuales representan más de un 25% del total de su superficie (Weir, 2000). La provincia de Santa Fe presenta aproximadamente el 44% de su superficie con limitantes similares (Orellana y Priano, 1978; Mosconi *et al.*, 1981; Espino *et al.*, 1983) y Buenos Aires se acerca al 40% de este tipo de suelos (Batista *et al.*, 2005). Dicha superficie actualmente está ocupada, en su gran mayoría, por pastos naturales degradados (gramón, pelo de chanco o espartos) los cuales en el mejor de los casos no superan los 2.000 kg MS.año.ha<sup>-1</sup> (Zamolinski, 2000) o por erráticos cultivos de soja que generalmente ni siquiera en campo propio cubren con su producción el costo de realizarlos.

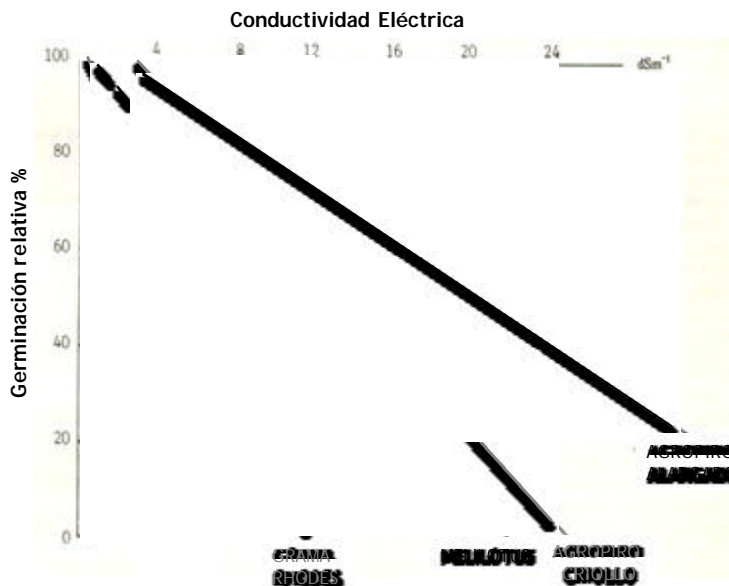
La salinidad reduce la habilidad de las plantas para tomar agua, y provoca una rápida reducción en la tasa de crecimiento. Esto es debido al efecto osmótico que produce la sal en la solución del suelo, semejante al que ocurre en condiciones de sequía (Munns, 2002). Estos efectos comienzan con la pérdida de agua y reducción del tamaño celular, disminución de la tasa de elongación celular y de la tasa de expansión foliar (Passioura y Munns, 2000; Munns, 2002). Posteriormente se produce una reducción de la división celular, un menor tamaño final de hoja, inhibición en la generación de tallos laterales y por lo tanto una reducción en el número de los mismos. También es frecuente observar necrosis, la cual se ve acentuada en hojas viejas con posterior muerte de las mismas (Munns, 2002).

El estrés salino que se da en estos ambientes también puede causar una reducción en la fotosíntesis, debido a una disminución en el ingreso de dióxido de carbono a las hojas por causa del cierre estomático. Esto supone una serie de efectos acumulativos que afectan el potencial hídrico y osmótico de las hojas, la conductancia estomatal, la tasa de transpiración, el contenido relativo de agua de las hojas y la biosíntesis de constituyentes bioquímicos (Sultana *et al.*, 1999). La densidad de macollos también puede verse reducida con incrementos en los tenores salinos de la solución (Zeng *et al.*, 2001; Castillo *et al.*, 2007).

La germinación y el establecimiento son consideradas las etapas más críticas, sobre todo bajo condiciones de salinidad (Ungar, 1978), donde los procesos mencionados anteriormente pueden volverse mucho más perjudiciales para la planta. En general todas las especies disminuyen el número de semillas germinadas cuando se incrementan los valores de conductividad eléctrica, pero no todas son afectadas por igual. Así, cuando se menciona que determinadas especies se adaptan a suelos salinos, es necesario especificar la concentración salina que presentan los suelos ya que existen diferencias claras entre las mismas sobre todo en etapas tempranas de crecimiento (**Figura 1**).

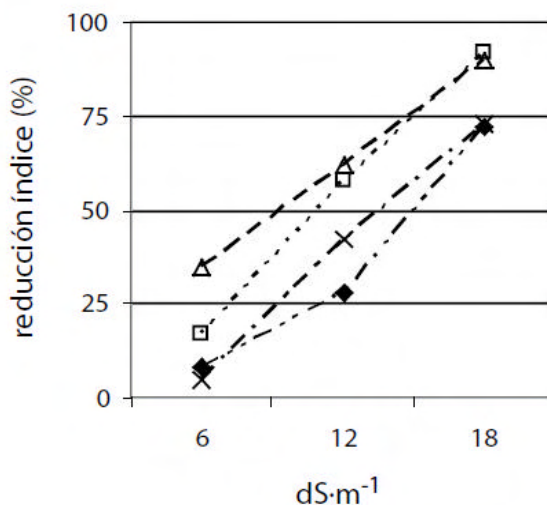
Así por ejemplo Priano y Pilatti (1989) observaron que con conductividades de 4 dS.m<sup>-1</sup>, especies como agropiro alargado reducen mínimamente el porcentaje de germinación, mientras que otras como Grama Rhodes para la misma concentración salina merman el porcentaje de semillas germinadas en aproximadamente un 40%.

**Figura 1:** Relación lineal entre la conductividad eléctrica (CE) y la germinación de *Melilotus albus* (trébol de olor blanco), *Elytrigia scabrifolia* (agropiro criollo), *Elytrigia elongata* (agropiro alargado) y *Chloris gayana* (Gramma Rhodes). Extractado de Priano y Pilatti, 1989.



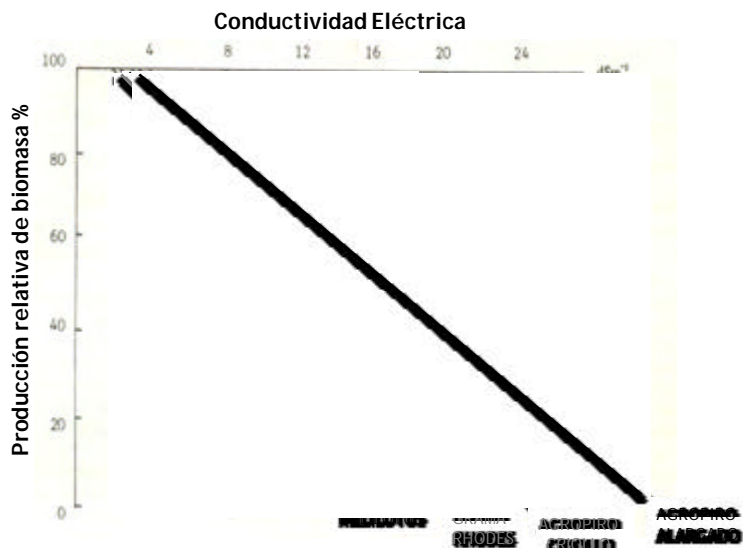
Este mismo efecto puede darse también dentro de una misma especie entre diferentes cultivares, variedades o poblaciones. Así, Bazzigalupi et al., (2008) hallaron grandes diferencias entre poblaciones de agropiro alargado respecto del porcentaje de germinación y la concentración salina del medio (Figura 2). Esto indica que existen poblaciones de agropiro que fueron sensiblemente afectadas por el incremento de sales y otras que presentaron mayor estabilidad frente a estos incrementos. El mismo efecto, con diferente magnitud, fue hallado para diferentes cultivares de Gramma Rhodes cuando se colocaron las semillas en un gradiente salino (Taleisnik et al., 1997).

**Figura 2:** Relación entre la reducción del porcentaje del índice de germinación respecto del testigo (0 dS.m<sup>-1</sup>) y la conductividad eléctrica (dS.m<sup>-1</sup>) correspondiente a cuatro poblaciones de *Thinopyrum ponticum* (agropiro alargado). Extractado de Bazzigalupi et al., 2008.



La reducción en el porcentaje de semillas germinadas provocada por el incremento del tenor salino que se observa en etapas tempranas para las forrajeras en general, se da en etapas

productivas con diferente magnitud. Priano y Pilatti (1989) hallaron una reducción en la producción de diferentes forrajeras con el incremento de la conductividad eléctrica, así por ejemplo con conductividades de  $4 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , la reducción relativa en biomasa acumulada de Grama Rhodes y agropiro alargado fue similar. Esto muestra que además de existir diferencias entre especies, cultivares, poblaciones y variedades, también existen contrastes en la tolerancia a dicho estrés para las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo.



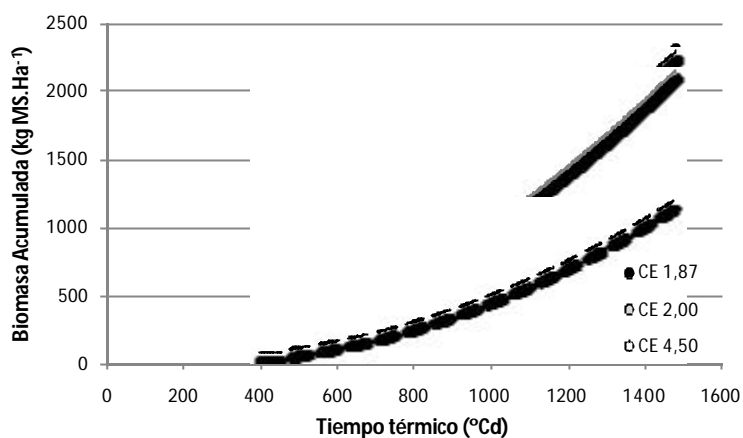
**Figura 3:** Relación lineal entre la conductividad eléctrica (CE) y la producción relativa de biomasa de *Melilotus albus* (trébol de olor blanco), *Elytrigia scabrifolia* (agropiro criollo), *Elytrigia elongata* (agropiro alargado) y *Chloris gayana* (Grama Rhodes). Extraído de Priano y Pilatti, 1989.

Es importante mencionar que las diferencias entre especies halladas tanto en etapas tempranas (**Figura 1**) como tardías (**Figura 3**) se magnificaron con el incremento de la conductividad eléctrica.

La relación inversa entre la biomasa acumulada y la conductividad eléctrica responde a diferencias en las tasas de crecimiento que presentan las forrajeras creciendo y desarrollándose en un ambiente con distinta concentración salina, las cuales a su vez están condicionadas en el caso de gramíneas, por la densidad de macollos y el tamaño de los mismos.

Así para el caso de agropiro alargado se han hallando aumentos de  $1,8 \text{ kg MS}\cdot\text{Ha}^{-1}$  para conductividades eléctricas cercanas a  $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  por cada  $^{\circ}\text{C}$  día de incremento, mientras que con mayores tenores salinos ( $4,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) estas tasas mermaron aproximadamente en un 60% ( $1 \text{ kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$  por cada  $^{\circ}\text{C}$  día) (**Figura 4**). Así, el agropiro alargado en un ambiente con conductividades del orden de  $1,8$  a  $2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  puede acumular los  $1000 \text{ kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$  entre los  $800$  y  $1000 \text{ }^{\circ}\text{Cd}$ , mientras con conductividades de  $4,5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  es posible que demore aproximadamente  $400 \text{ }^{\circ}\text{Cd}$  más para alcanzar producciones similares (Bertram *et al.*, 2011 inédito).

**Figura 4:** Dinámica de la acumulación de biomasa de *Thinopyrum ponticum* (agropiro alargado) en función del tiempo térmico para tres ambientes de diferente conductividad eléctrica (1,87 dS.m<sup>-1</sup> círculos negro; 2 dS.m<sup>-1</sup> círculos gris y 4,5 dS.m<sup>-1</sup> círculos blanco).



### Componente freático-planta

La región pampeana se presenta como una de las llanuras más importantes del mundo (Jobbagy *et al.*, 2008), la escasa pendiente regional, sumado a la presencia de cordones medanosos limitan la evacuación hídrica provocando inundaciones y redistribución de sales en el perfil, favoreciendo la presencia de napas freáticas. Estas napas pueden alcanzar diferente grado de interacción con la vegetación, dependiendo de las profundidades a las que se encuentre. De este modo, la napa puede encontrarse totalmente desacoplada de la vegetación, ser una valiosa fuente de agua o bien transformarse en un agente de estrés por anegamiento y/o salinidad (Nosetto y Jobbagy, 2009), a su vez los cambios en la vegetación también pueden alterar el balance de agua y el flujo de sales en el ecosistema (Scanlon *et al.*, 2005).

El estrés hídrico puede afectar a las plantas tanto por situaciones de escasez como de exceso hídrico. En el caso de escasez, puede limitar el crecimiento y desarrollo de las plantas, afectando inicialmente el crecimiento y la expansión celular, los cuales son considerados como los procesos más sensibles (Hsiao, 1973). La elongación foliar es otro proceso afectado tempranamente cuando la planta es sometida a estrés hídrico (Frensch, 1997), con una relación directa entre la disponibilidad de agua en el suelo y las tasa de elongación foliar (Acevedo *et al.*, 1971). Adicionalmente las deficiencias hídricas moderadas a severas pueden conducir a una senescencia foliar prematura. También el macollaje puede verse afectado, observándose disminuciones en la densidad de macollos a medida que el estrés hídrico es más severo hasta casos extremos en que ocurre la muerte de los mismos (Chaturvedi *et al.*, 1981).

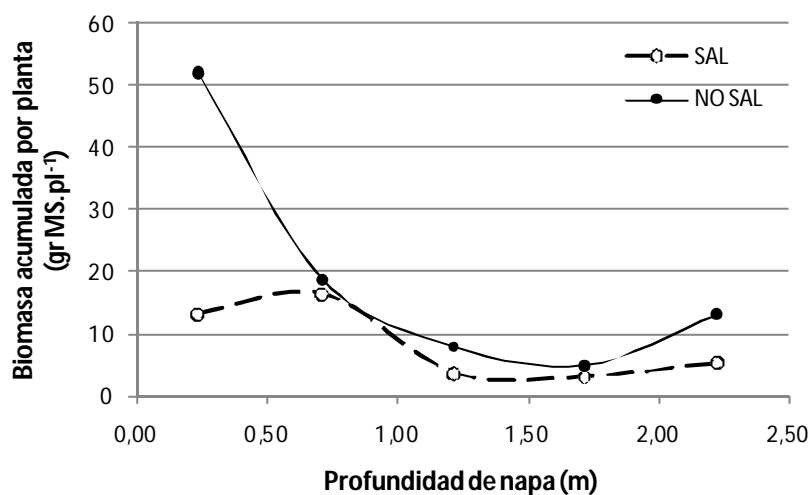
El estrés hídrico por anegamiento o por exceso puede provocar hipoxia (bajas concentraciones de oxígeno) en el suelo, debido a la baja solubilidad del oxígeno en el agua y a la baja difusión del mismo en los poros que permanecen llenos de agua (Barrett-Lennard, 2003) afectando en primer lugar el crecimiento de raíz y tallos conduciendo posteriormente la senescencia de la punta de la raíz (Barrett-Lennard *et al.*, 1988). También se produce una reducción de la conductancia estomatal y de la transpiración (Bradford y Hsiao, 1982). Adicionalmente puede observarse una disminución en el macollaje con anegamientos producidos por napas freáticas cercanas a la superficie (Cannell *et al.*, 1984; Sharma y Swarup, 1988), así como una disminución en la altura de la planta (Sharma y Swarup, 1988). Por otra parte, los anegamientos prolongados producen senescencia foliar anticipada, efecto que se potencia ante condiciones de salinidad (Barrett-Lennard, 2003).

Relaciones entre profundidad de napa y crecimiento de cultivo fueron muy bien descriptas para el caso de trigo, maíz y soja (Nosetto y Jobbagy, 2009). Estos autores obtuvieron para cada una de estas especies información de profundidades de napa óptimas para un crecimiento potencial, hallando un bache de información para el caso de forrajeras, en las cuales la posibilidad de estar destinadas a ambientes con napas relativamente cercanas a la superficie aumenta.

Comprender y cuantificar esta relación entre la napa freática y las especies forrajeras es clave para incorporar el componente freático a la toma de decisiones y determinar la potencialidad productiva de estos ambientes. Especies como grama Rhodes pueden adaptarse a condiciones de suelos salinos y sequías temporarias (Taleisnik *et al.*, 1997), estableciéndose y pudiendo alcanzar durante el periodo primavera-estivo-otoño producciones de biomasa de alrededor de 15 tn MS.ha<sup>-1</sup> (Bertram *et al.*, 2010), hecho que fluctúa con las diferentes profundidades de napa freática y concentraciones salinas.

Así en un ensayo bajo condiciones controladas se observó que la acumulación de biomasa para el caso de grama rhodes se incrementó significativamente cuando la napa freática estuvo cercana a la superficie (-0,25 m), sobre todo cuando dicha napa no tenía presencia de sales (Figura 6). Con profundidades superiores al 1,25 m no se observó un gran aporte de la napa freática al incremento de biomasa para esta especie, tampoco se hallaron diferencias entre las diferentes concentraciones salinas de la misma. (Chiacchiera *et al.*, inedito). Esto pudo estar asociado al cierre estomático, la disminución de la transpiración y la fotosíntesis (Bradford y Hsiao, 1982; Sultana *et al.*, 1999; Munns, 2002), trayendo aparejado una disminución en la biomasa acumulada (Chaturvedi *et al.*, 1981; Passioura y Munns, 2000; Munns, 2002).

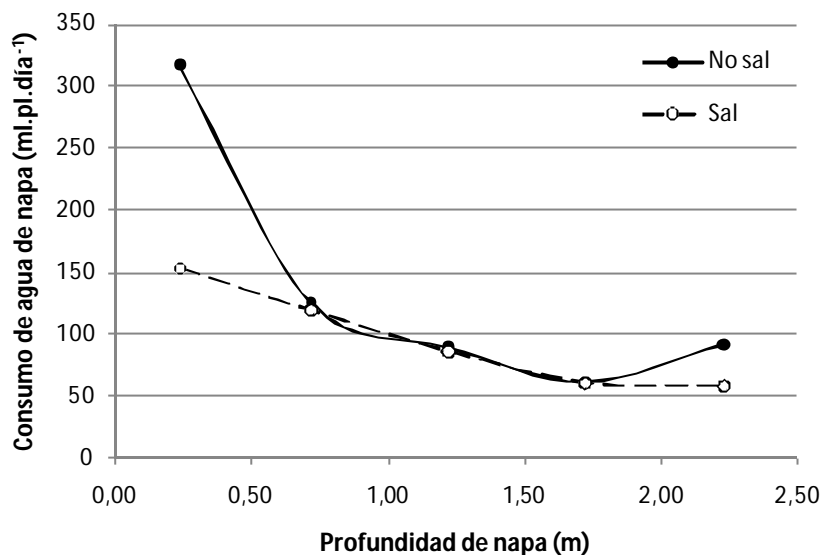
**Figura 6:** Biomasa acumulada (gr MS.pl<sup>-1</sup>) de *Chloris gayana* (grama rhodes) en función de la profundidad de la napa freática (m) y de la concentración salina (-círculos negros- 2,4 dS.m<sup>-1</sup> - círculos blancos- 24 dS.m<sup>-1</sup>).



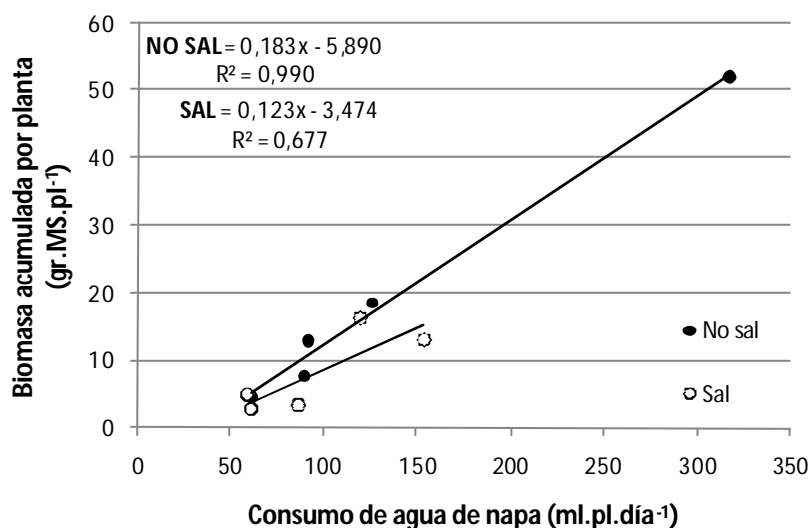
En cuanto al consumo de agua de napa freática se observó que cuando la napa estuvo presente más superficialmente (-0,25 m) el consumo de agua fue superior respecto de mayores profundidades (Figura 7), hallando para esta misma profundidad marcadas diferencias entre una napa salina y no salina, las cuales desaparecen a mayores profundidades de napa. El consumo de agua de algún modo corrobora los datos hallados en la biomasa acumulada y la hipótesis planteada, sobre una menor apertura estomática, transpiración y

fotosíntesis de grama rhodes en cercanías a una napa salina o para las situaciones en donde la pastura no alcanza a aprovecharla.

**Figura 7:** Consumo de agua (ml.pl.día<sup>-1</sup>) de *Chloris gayana* (grama rhodes) en función de la profundidad (m) y de la concentración salina de la napa freática (-círculos negros- 2,4 dS.m<sup>-1</sup> -círculos blancos- 24 dS.m<sup>-1</sup>).



**Figura 8:** Eficiencia de uso del agua de napa por *Chloris gayana* (grama rhodes) para dos concentraciones salinas (-círculos negros- 2,4 dS.m<sup>-1</sup> -círculos blancos- 24 dS.m<sup>-1</sup>).



El consumo de agua de napa independientemente de la salinidad de la misma se relacionó positivamente respecto de la biomasa acumulada (**Figura 8**), hallando una mayor eficiencia en el consumo de cada ml cuando la napa freática no presentaba sales. Así por cada litro de agua de napa sin sal consumida el cultivo de grama incrementó su peso en 183 g de MS.pl<sup>-1</sup>,

mientras que para el caso de una napa salina por cada litro consumido el cultivo solamente produjo 123 g de MS.pl<sup>-1</sup>.

Adicionalmente el consumo de las plantas colocadas sobre una napa freática libre de sal superó los 300 ml.pl.día<sup>-1</sup>, mientras que aquellas colocadas sobre una napa salina apenas superaron los 150 ml.pl.día<sup>-1</sup>.

### Componente térmico-planta

La velocidad con la que se dan muchos procesos de crecimiento y desarrollo en las plantas está afectada directamente por la temperatura (Wheeler *et al.*, 2000). A su vez las temperaturas extremas (máximas o mínimas) también modifican la duración de los ciclos de crecimiento, de modo que la comprensión del efecto de la temperatura sobre dichos procesos es esencial para el mejor aprovechamiento de las especies y los ambientes.

La utilización del tiempo térmico puede ser de mucha utilidad, sobre todo para acercar recomendaciones de manejo, adicionalmente es una herramienta que posibilita extrapolar más fácilmente información obtenida en cualquier lugar y momento con mayor precisión respecto del tiempo calendario.

El tiempo térmico es simplemente la sumatoria de las diferencias entre las temperaturas medias diarias y una temperatura base especificada <sup>(1)</sup>, la cual cambia entre cultivos y puede sufrir variaciones entre fases de crecimiento dentro de una misma especie o cultivar. Es importante tener en cuenta que los datos obtenidos en tiempo térmico pueden estar afectados por otros factores ambientales como luz y precipitaciones.

$$TT = \sum TMD - Tb \quad (1)$$

TT= Tiempo térmico

TMD= Temperatura media diaria

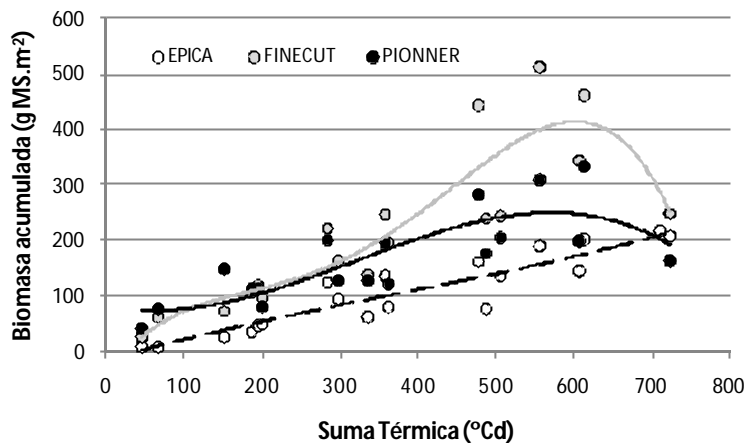
Tb= Temperatura base

Así, para el caso de Grama Rhodes se pudo observar que independientemente del cultivar se alcanzó las máximas acumulaciones de biomasa entre los 500 y 600°Cd (**Figura 9**), logrando las mayores tasas de crecimiento entre los 300 y 400°Cd. Esta información fue similar durante todo el período de crecimiento de la especie (desde mediados de septiembre a mediados de marzo en 32°20'S – 62°27'W).

Estos valores de tiempo térmico transcritos a tiempo calendario en tres acumulaciones de biomasa que presentó la grama fueron de tres meses, un mes y medio y dos meses para la primera, segunda y tercera acumulación respectivamente, de ahí la importancia de la utilización del tiempo térmico. Independientemente de cuánto tiempo calendario transcurra, aproximadamente se conoce que Grama Rhodes alcanza su máxima acumulación alrededor de los 500 a 600°Cd.

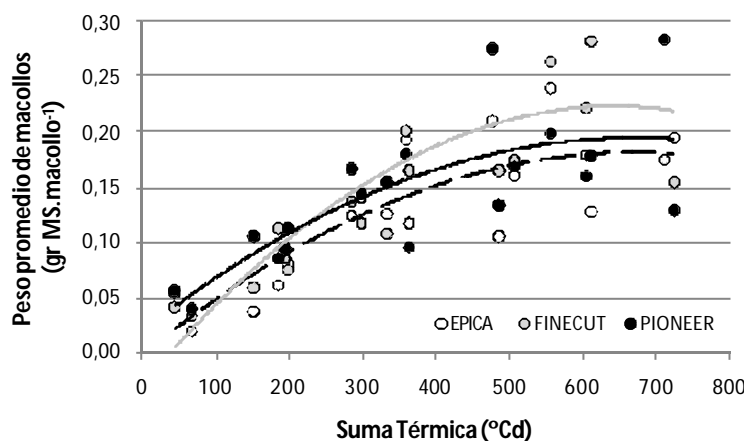


**Figura 9:** Dinámica de la biomasa acumulada ( $\text{g MS.m}^{-2}$ ) en función del tiempo térmico ( $^{\circ}\text{Cd}$ ) para tres cultivares de *Chloris gayana* (grama rhodes) (línea negra entera Cv. Pionner, línea gris entera Cv. Finecut y línea negra punteada Cv. Épica).



Evaluando los componentes de rendimiento de la forrajera (peso y densidad de macollos), se observó que el momento de máxima acumulación de biomasa (500 a 600 $^{\circ}\text{Cd}$ ) coincidió con aquel en el que los macollos alcanzaron su máximo peso independientemente del cultivar y del periodo del año (Figura 10).

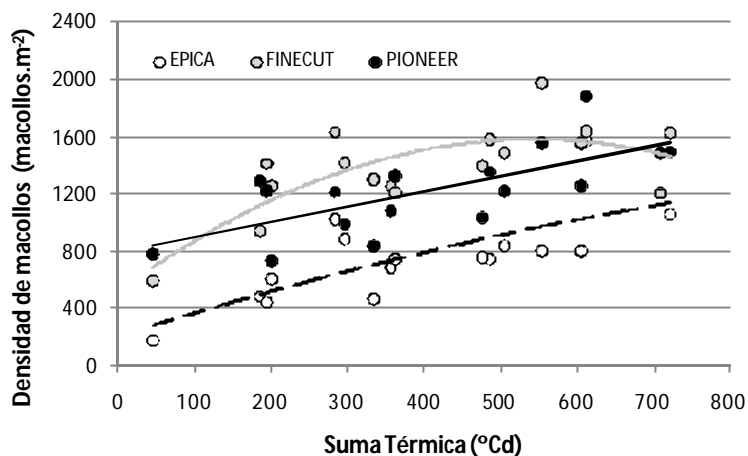
**Figura 10:** Dinámica del peso de macollos ( $\text{g MS.macollo}^{-1}$ ) en función del tiempo térmico ( $^{\circ}\text{Cd}$ ) para tres cultivares de *Chloris gayana* (grama rhodes) (línea negra entera Cv. Pionner, línea gris entera Cv. Finecut y línea negra punteada Cv. Épica).



En lo que respecta a la densidad de macollos ocurre algo similar solamente para el cultivar Finecut, que alcanza una meseta en el número de individuos aproximadamente a los 500 $^{\circ}\text{Cd}$ , en los demás cultivares no se aprecia una disminución de la densidad de macollos (Figura 11).

De esta manera se puede concluir que no sería recomendable excederse en una acumulación de los 500 a 600 $^{\circ}\text{Cd}$ , quedando la incógnita de cuál sería el momento óptimo de aprovechamiento de grama previo al mencionado, así como también el perjuicio sobre la pastura de prolongar más allá de los 600 $^{\circ}\text{Cd}$  el período de acumulación.

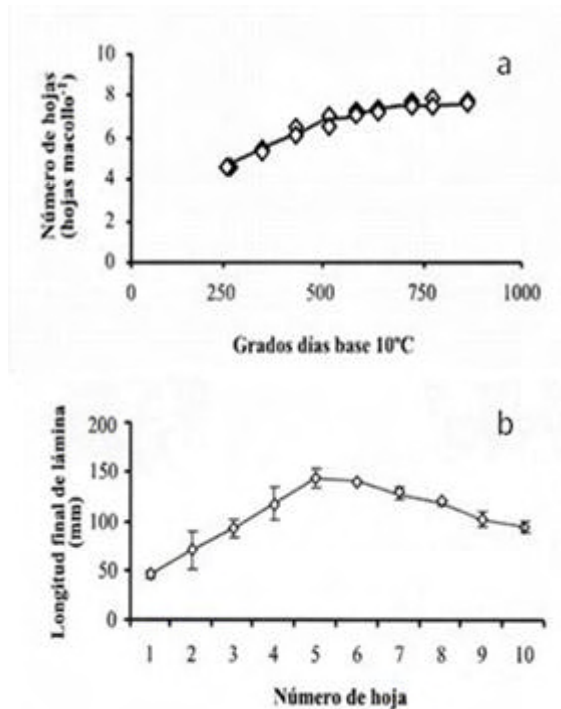
**Figura 11:** Dinámica de la densidad de macollos ( $\text{macollos.m}^{-2}$ ) en función del tiempo térmico ( $^{\circ}\text{Cd}$ ) para tres cultivares de *Chloris gayana* (grama rhodes) (línea negra entera Cv. Pioneer, línea gris entera Cv. Finecut y línea negra punteada Cv. Épica).



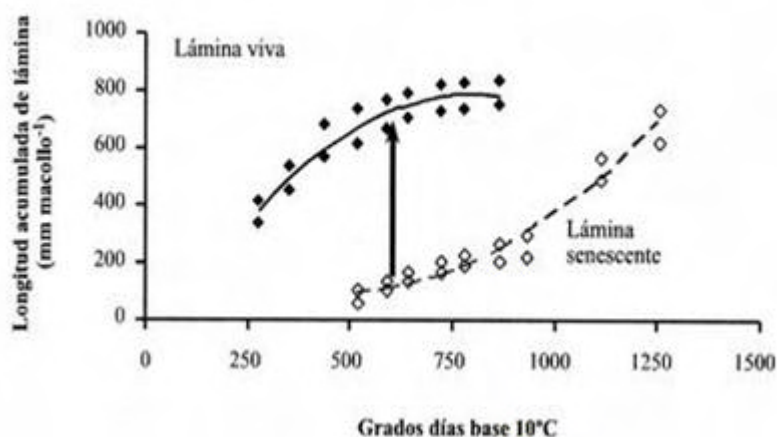
La vida media foliar (VMF) es un parámetro que se utiliza en gramíneas, el cual puede ser de muy importante para eficientizar el aprovechamiento de las forrajeras. Los valores de este parámetro cambian según el tipo de forrajera, así para gramíneas tipo raigrás, festuca alta y agropiro alargado se encontró que presentan una VMF de alrededor de 350 a 400; 450 a 500 y 700 a 800 $^{\circ}\text{Cd}$  respectivamente (Colabelli *et al.*, 1998). Estos valores pueden ser orientativos en lo que respecta a la frecuencia en que deben ser defoliadas.

Este tipo de información térmica existe para muchas forrajeras. Por ejemplo, para *Panicum coloratum*, Ferri *et al.*, (2006) observaron que aproximadamente a los 600 $^{\circ}\text{Cd}$  alcanzó la meseta en el número de hojas por individuo con aproximadamente seis hojas por macollo (**Figura 12a**). A su vez, con dicho número de hojas por macollo se logró la máxima longitud de lámina (**Figura 12b**). Estos autores observaron que en dicho momento (aproximadamente los 600 $^{\circ}\text{Cd}$ ) la especie no solamente alcanzó los máximos valores de lámina viva acumulada, sino que también comenzó a incrementarse la cantidad de lámina senescente (**Figura 13**), con lo cual determinaron el momento óptimo para el aprovechamiento, información que en tiempo térmico, probablemente sea extrapolable a diferentes latitudes sin perder demasiada exactitud.

**Figura 12:** a) Aparición de hojas en función del tiempo térmico y b) longitud final de lámina en función del número de hojas para *Panicum coloratum*, extraído de Ferri *et al.*, 2006.



**Figura 13:** Longitud acumulada de lámina viva y senescente en macollos de *Panicum coloratum*. La flecha indica la máxima amplitud entre la longitud acumulada de lámina viva en relación con la acumulada de lámina senescente. Extraído de Ferri *et al.*, 2006.



En apretada síntesis, los componentes ambientales como la salinidad, la napa freática, la temperatura y otros no mencionados como luz y nutrientes pueden aportar al mejor entendimiento de los ambientes con algún grado de limitantes y de las especies que en éstos se establezcan con la posibilidad de una más fácil extrapolación a situaciones de producción similares.

## Bibliografía

- Acevedo, E., Hsiao, T. C. and Henderson, D. W., 1971. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiology* 48: 631-636.
- Barrett-Lennard, E. G., Leighton, P. D., Buwalda, F., Gibbs J., Armstrong, W., Thomson, C. J. and Greenway, H., 1988. Effects of growing wheat in hypoxic nutrient solutions and of subsequent transfer to aerated solutions. I. Growth and carbohydrate status of shoots and roots. *Australian Journal of Plant Physiology* 15: 585-598.
- Barrett-Lennard, E. G., 2003. The interaction between waterlogging and salinity in higher plants: causes, consequences and implications. *Plant and Soil* 253: 35-54.
- Batista, W. B., Taboada, M. A., Lavado, R. S., Perelman, S. B. y León, R. J. C., 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida.
- Bazzigalupi, O., Pistorale, S. M. and Andrés, A. N., 2008. Salinity tolerance during seed germination from naturalized populations of tall wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*). *Ciencia e Investigación Agraria* 35(3): 231-238.
- Bertram, N. A., Chiacchiera, S., Elorriaga, S., Sampaoli, F., Salgado V. y Kloster, A. M., 2010. Estrategias de fertilización nitrogenada en Grama Rhodes (*Chloris gayana*) en suelos halo-hidromórficos y ambiente templado. *Rev. Arg. Prod. Anim.* Vol 30(Supl.1): 370-71.
- Bradford, K. J. and Hsiao, T. C., 1982. Stomatal Behavior and Water Relations of Waterlogged Tomato Plants. *Plant Physiology* 70:1508-1513.
- Cannell, R. Q., Belford, R. K., Gales, K., Thomson, R. J. and Webster, C. P., 1984. Effects of waterlogging and drought on winter wheat and winter barley grown on a clay and a sandy loam soil. I. Crop growth and yield. *Plant and soil* 80: 53-66.
- Castillo, E. G., Tuong, T. P., Ismail, A. M. and Inubushi, K., 2007. Response to Salinity in Rice: Comparative Effects of Osmotic and Ionic Stresses. *Plant Production Science* 10:159-170.
- Chaturvedi, G. S., Aggarwal, P. K., Singh, A. K., Joshi, M. G. and Sinha, S. K., 1981. Effect of irrigation on tillering in wheat, triticale and barley in a water-limited environment. *Irrigation Science* Vol. 2 ( 4): 225-235.
- Colabelli, M. R., Agnusdei, M., Mazzanti, A. y Labreuveux, M., 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. SAGPyA, INTA - CERBAS, EEA Balcarce. Boletín técnico N° 148, pp 21.
- Espino, L. M., Seveso, M. A. y Sabatier, M. A., 1983. Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAG. Santa Fe. Tomo II, pp 216.
- Ferri, C. M., Brizuela, M. A., Cid, M. S. y Stritzler, N. P., 2006. Dinámica de Acumulación de Láminas Foliares y Estructura del Forraje Diferido de *Panicum coloratum* L. *Agricultura Técnica (Chile)* 66(4): 376-384.
- Frensch, J., 1997. Primary responses of root and leaf elongation to water deficits in the atmosphere and soil solution. *Journal of Experimental Botany* Vol. 48 (430): 985-999.

- Hsiao, T. C., 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 519-570.
- Jobbágy, E. G., Nosoetto, 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.
- Lavado, R. S. y Taboada, M. A., 2009. Los procesos de salinización globales y específicos de la pampa húmeda. Resúmenes Primer Congreso de la Red Argentina de Salinidad. pp 11.
- Mosconi, F. P., Priano, L. J. J. y Hein, N. E., 1981. Mapa de suelos de la provincia de Santa Fe. Tomo I, pp 246.
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment* 25: 239-250.
- Nosoetto, M. D., Jobbágy, E. G., Jackson, R. B. and Sznaider, G. A., 2009. Reciprocal influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. *Field Crops Research* 113:138-148.
- Orellana, J. A. y Priano, L. J., 1978. Origen y distribución de los suelos santefecinos. *FAVE* 1 129:166.
- Passioura, J. B. and Munns, R., 2000. Rapid environmental changes that affect leaf water status induce transient surges or pauses in leaf expansion rate. *Australian Journal of Plant Physiology* 27: 941-948.
- Priano, L. J. y Pilatti, M. A., 1989. Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del Suelo*. Vol. 7 N° 1-2.
- Ramírez, L. y Porstmann, J. C., 2008. Evolución de la frontera agrícola. Campañas 80/81- 06/07. *Revista Agromensajes*, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR.
- Scanlon, B. R., Reedy, R. C., Stonestrom, D. A., Prudic, D. E. and Dennehy K. F., 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biology* 11:1577-1593.
- Sultana, N., Ikeda, T. and Itoh, R., 1999. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany* 42: 211-220.
- Sharma, D. P. and Swarup, A., 1989. Effects of short-tern waterlogging on growth yield and nutrient composition of wheat in alkaline soils. *The Journal of Agricultural Science* 112: 191-197.
- Taleisnik, E., Peyrano, G. and Arias, C., 1997. Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity. *Tropical Grasslands*. Vol. 31: 232-240.
- Ungar, I. A., 1978. Halophyte seed germination. *The Botanical Review* 44: 233-264.
- Weir, E., 2000. Mapas de suelos: inventario de la superficie ocupada por suelos halomórficos. *En: Manual de técnicas de manejo de campos afectados por inundaciones*, pp 7-8.
- Zamolinski, A., 2000. Experiencia en recuperación de suelos salinizados. EEA INTA General Villegas. Publicación Técnica N° 31.

Zeng, L., Shannon, M. C. and Lesch, S. M., 2001. Timing of salinity stress affects rice growth and yield components. *Agricultural Water Management*. Vol. 48: 191-206.