

Artículo de divulgación

# Forrajeras por ambiente: Identificación y jerarquización de factores edafo-hídricos que limitan la producción en suelos halo-hidromórficos

Bertram, N.A.<sup>1</sup>; Fina, F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria INTA Marcos Juárez

bertram.nicolas@inta.gob.ar

<sup>2</sup>Cátedra de Forrajes de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNR

federico.fina@unr.edu.ar

## Introducción

La superficie mundial con suelos halo-hidromórficos ronda los 830-1000 millones de hectáreas (Szabolcs 1990; Martinez-Beltran y Manzur 2005). Argentina es el tercer país con mayor superficie afectada por sales y sodio luego de Rusia y Australia (Abrol *et al.*, 1988; Lavado y Taboada 2009) mientras que, en el ámbito local, la Región Pampeana húmeda tiene alrededor de 19 millones de hectáreas con diferentes niveles de halo-hidromorfismo (Gorgas y Bustos 2008; Taboada y Lavado 2009). Para los que este número les resulte un poco esquivo es aproximadamente la misma superficie sembrada con soja en la totalidad del país (MAGyP 2019).

Las principales limitantes edáficas e hídricas a la productividad de los ambientes halo-hidromórficos en la Región Pampeana húmeda, están asociadas a: i) posiciones deprimidas del relieve, transitando durante periodos cortos de tiempo por una gama de situaciones hídricas diferentes (inundaciones-sequías; Bertram y Chiacchiera 2017); ii) napas freáticas cercanas a superficie (Jobbágy *et al.*, 2008); iii) presencia de elevados niveles de salinidad y/o sodicidad; iv) pH alcalino y v) bajos niveles de fertilidad edáfica. Estas características generan un desafío

en aquellos potreros donde se decida sembrar especies forrajeras tolerantes.

Existen diferentes clasificaciones que determinan el tipo de halo-hidromorfismo. La salinidad, el pH y el porcentaje de sodio intercambiable son variables muy utilizadas (USSL 1954; Kovda y Szabolcs, 1979; McIntyre, 1979; Van Hoorn y Van Alphen 1994), y pueden usarse como guía para “comenzar a entender” la magnitud de las limitantes de nuestros potreros. Sin embargo, creemos que estas mediciones por sí solas no explican la complejidad de los ambientes halo-hidromórficos, pudiendo arribar a una mejor interpretación de ellos complementándolas con una mirada o análisis diferente.

Una manera de abordar el entendimiento de la multiplicidad de ambientes que se hallan dentro de los suelos halo-hidromórficos, puede ser el análisis de la relación entre la producción de forraje del pastizal respecto de las pasturas introducidas. Así, es posible distinguir tres tipos de situaciones: *situación 1*- aquellas en donde las características ambientales permiten que el pastizal natural alcance producciones iguales o superiores a las pasturas introducidas;

*situación 2*- cuando el ambiente posibilita que las especies forrajeras introducidas alcancen mayores producciones de biomasa que el pastizal natural (Figura 1a); y *situación 3*- aquellos sitios en donde la producción de biomasa del pastizal natural y peladares (*i.e.* parches de suelo sin vegetación, a menudo con eflorescencias salinas) es muy exigua y las limitantes ambientales no permiten por el momento introducir una forrajera (Figura 1b).

Por lo tanto, existen ambientes en donde es mejor dejar las especies nativas porque producen más que las introducidas (*situaciones 1 y 3*) y otras en donde las introducidas pueden generar un salto productivo (*situación 2*), mejorando a su vez un conjunto de factores como el consumo de agua, la porosidad, la fijación de carbono, la fijación de nitrógeno, el lavado de sales, entre otras.

Por lo expuesto, es necesario *identificar* las variables ambientales que limitan la introducción y producción de diferentes especies y, posterior a dicha identificación, *ordenarlas y jerarquizarlas* para, en primer lugar, decidir si vale el esfuerzo modificar el tapiz natural y, en segundo lugar, poder elegir las especies que más se adecuen al ambiente.

**Figura 1. a.** Suelo halo-hidromórfico con presencia de gramón (*Cynodon dactylon*) y posibilidad de potenciar su producción a partir del reemplazo de la vegetación por especies adaptadas. **b.** Sector sin vegetación, con eflorescencias salinas que por el momento no permiten introducir una forrajera.



Vale destacar que este artículo no aborda el manejo posterior de la pastura una vez implantada. Sin embargo, recalcamos que al momento de utilizarla es necesario visualizar el punto de partida y el avance logrado, tanto desde el punto de vista ambiental y como desde la producción de biomasa. De este modo, no retrocederemos en ninguno de los dos aspectos buscando, como objetivo principal, lograr la mejora ambiental y por añadidura de la pastura lograda.

A partir de diversos estudios realizados en la EEA INTA Marcos Juárez desde hace más de una década, se ha logrado identificar y jerarquizar las principales variables edáficas e hídricas que limitan la producción forrajera en ambientes halo-hidromórficos del centro y sur de Córdoba, sur de Santa Fe y norte de Buenos Aires y La Pampa (Bertram *et al.*, 2014; Barile 2014; Bertram 2016; Chiacchiera *et al.*, 2016; Bertram y Chiacchiera 2017; Melano 2018; Perez, 2020; Bertram *et al.*, 2021; Fina 2021; Di Benedetto 2021). Los trabajos abarcaron el estudio del efecto de variables ambientales sobre el crecimiento de un número importante de forrajeras, pasando por cámaras de crecimiento, invernáculos, parcelas a campo y potreros de productores y productoras. De esta manera, se determinó que la salinidad edáfica, el pH y las características de la napa freática (*i.e.* salinidad y profundidad) son las variables que mínimamente deberían analizarse para ambientar un potrero o un sistema de producción con limitantes halo-hidromórficas en la región mencionada. Esta metodología integral permite extrapolar el abordaje de la problemática a otras partes del país.

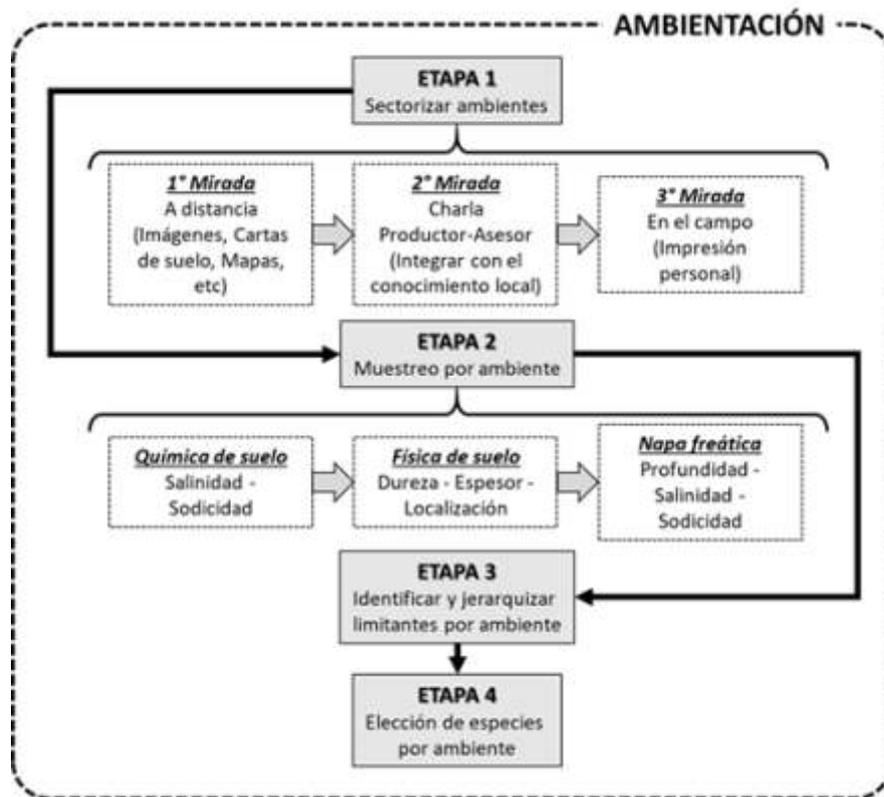
#### 4 etapas – 3 miradas – 2 muestreos

Para entender el proceso de ambientación lo dividiremos en 4 etapas: 1) sectorización de los ambientes; 2) muestreo de suelo y napa freática; 3) ordenamiento de los ambientes en función de las limitantes químicas y físicas halladas; y, por último, 4) recomendación/acuerdo de las especies a sembrar en función de las limitantes y de las necesidades del sistema (Figura 2).

#### Etapa 1: Sectorizar ambientes - 3 pasos/miradas

Esta etapa consta de tres pasos o tres miradas las cuales recomendamos que se

Figura 2: Esquema conceptual de las cuatro etapas que conforman el proceso de ambientación descripto.



den en el orden en el que se los aborda, y se utilice la información de forma integral.

El **primer paso o mirada** es una aproximación desde el gabinete. Aquí se analizan, a partir de la geoposición del potrero o sistema, cartas de suelos, imágenes satelitales nuevas y antiguas, imágenes de índice diferencial normalizado de vegetación (NDVI o "índice verde"), mapas realizados con sondas geo eléctricas (tipo "veris"), entre otras. Esto nos permitirá tener un panorama de la situación actual y pasada del sistema/potrero a analizar.

Posterior a ello se hace un mayor acercamiento a la situación o caso de estudio, a partir de charlas con quienes participan de la toma de decisiones en el sistema de producción (**segundo paso o mirada**). Aquí es importante realizar un registro de las experiencias previas dentro del potrero o sistema, los cultivos y/o pasturas y/o verdes que se hicieron, el rendimiento diferencial según la zona, los lugares donde no se registró crecimiento de determinadas especies implantadas y nativas, los sectores de anegamiento recurrente, destacando en lo posible la frecuencia, duración y altura del agua sobre la superficie, entre

otras. De esta manera tendremos información que complementará a la obtenida en el primer paso o mirada.

Por último, se realiza una visita a campo donde a la información previamente recolectada en gabinete y en conversaciones, se le suma la impresión personal (**tercer paso o mirada**). En la visita a campo se deberán registrar sectores con menor y mayor diversidad de especies, teniendo en cuenta la biomasa y densidad de las mismas. Además, marcaremos las zonas de peladares salinos o de humatos sódicos, los sectores con presencia de especies indicadoras, como salicornia (*Salicornia perennans*, asociada a la salinidad; Figura 3a) y pelo de chancho (*Distichlis spicata*, asociada principalmente a sodicidad; Figura 3b), entre otras. Esto nos permitirá identificar zonas de mayor y menor productividad e incidencia de limitantes, determinando si lo visto en imágenes y conversado es coincidente con lo que se ve *in situ*.

Estas tres miradas son realizadas por diferentes observadores/analistas aportándole una mayor riqueza al diagnóstico. Así, coexistirán las miradas de los que tienen la experiencia empírica dentro del

**Figura 3:** a. Sectores con abundancia de salicornia (*Salicornia perennans*) en suelo salino. b. Suelo halo-hidromórfico con presencia de pelo de chancho (*Distichlis spicata*) y sodio en superficie.



sistema de producción (*segundo paso o mirada*), por ejemplo, por haber intentado implantar diferentes especies y haber visto su comportamiento, conocer la duración y la frecuencia de periodos de anegamiento o inundación, con las miradas de aquellos que analizan información en gabinete (*primer paso o mirada*) y la constatan a campo (*tercer paso o mirada*).

En la búsqueda de generar un mejor diagnóstico es fundamental integrar/ complementar estas miradas. Mientras más aportes existan, más preciso será el proceso de ambientación. Como resultante de esta etapa, deberíamos obtener una zonificación del sistema/potrero, determinando el número de ambientes a muestrear con sus características particulares. A cada uno de ellos posteriormente se les realizarán los muestreos de suelo y napa, para luego identificar cuantitativamente sus diferencias.

**Etapa 2:** Muestreo de suelo y napa freática  
Los sectores que se identificaron a partir del proceso anterior son a los que en esta etapa se les realizará muestreos de suelo y de napa freática. En el caso del suelo, interesa identificar si las limitantes responden mayormente a problemas químicos y/o físicos, mientras que en la napa freática el principal objetivo de conocer su profundidad. Para determinar la incidencia de limitantes químicas y/o físicas en el suelo interesará determinar al menos las siguientes variables:

**a- Limitantes químicas:** Las principales limitantes en este tipo de ambientes se pueden asociar a sales solubles y sodio por lo que, en este caso, se deberá medir la conductividad eléctrica del suelo (CE,  $dS.m^{-1}$ ) y el pH. La salinidad limita el crecimiento por

un efecto osmótico (compite con la planta por el agua) y tóxico (presencia de sales en las células vegetales) (Taleisnik *et al.*, 1997; Munns 2002). Cada especie tiene un rango de tolerancia a esta situación y es por eso que interesa medirla (Priano y Pilatti 1989; Shannon 1997). El sodio afecta a la química de suelo principalmente a partir de cambios en los valores de pH, generando absorción diferencial en la toma de nutrientes (Lavado y Taboada 2009). El muestreo de suelo se debe realizar con barreno a una profundidad de 0-20 cm, dividiéndolo en dos fracciones: 0-5 y 5-20 cm, en bolsas separadas. Se deberán juntar entre 10 y 20 piques por cada ambiente seleccionado. La finalidad de realizar el muestreo de esta manera es separar la fracción en donde por demanda atmosférica hay mayor concentración de sales (0-5 cm) y que es coincidente con el lugar donde se depositará la semilla, de aquella en donde luego la especie desarrollará la mayor proporción de raíces (hasta los 20 cm).

**b- Limitantes físicas:** En este caso interesará determinar limitantes a la penetración de las raíces debido a la presencia de alguna dureza, sea genética o antrópica, a qué profundidad se ubica y cuál es su espesor. Para poder determinar esto en forma práctica, se puede realizar un perfil cultural en cada ambiente y auscultar con un cuchillo buscando este tipo de limitante (Noellemeyer *et al.*, 2021). Valores elevados de pH obtenidos en el análisis químico pueden ser indicadores que colaboren con la interpretación de las impedancias o durezas, entendiendo que estos pueden asociarse a la presencia de sodio, el cual genera procesos de dispersión. Estas limitantes físicas, independientemente de su origen, afectan

la estructura de los suelos, la porosidad y por ende la exploración radicular, dificultando la dinámica del agua y limitando la captura de agua y nutrientes (Noellemeyer *et al.*, 2021).

En el caso de la napa freática, es necesario conocer su profundidad para saber la incidencia que tiene sobre el crecimiento (Jobbagy *et al.*, 2008; Chiacchiera *et al.*, 2016; Melano 2018). En la región del país mencionada previamente, es usual encontrar napas que fluctúan libremente por ausencia de horizontes texturales y por eso interesa cuantificarla. Así, napas cercanas (*i.e.* profundidad menor a 1 m) indican que es muy probable que el agua alguna vez llegue a superficie del suelo en los momentos de recarga del perfil (*i.e.* otoño y primavera). Además, en el caso de que presente algún grado de salinidad, aportará sales al perfil con consecuencias negativas sobre el crecimiento. Una forma práctica de tomar dimensión de su incidencia es hacer un

**Figura 4:** Pozo realizado con pala para registrar profundidad de napa freática (60 cm en este caso).



pozo con pala hasta el metro (Figura 4) o profundizar con el barreno hasta detectar alto contenido de humedad en el suelo, sabiendo que el ascenso capilar, dependiendo de la textura del suelo, puede rondar desde los 50 cm hasta el metro. Es preciso aclarar que, aunque no sea una medida exacta, esta forma de conocer la profundidad es de gran ayuda al momento de sumar información al proceso de ambientación.

Para sumar mayor precisión se podrían anexar otras determinaciones. Entre las químicas, se podrían incluir el contenido de materia orgánica, la disponibilidad de los nutrientes más importantes (e.g. N y P), el porcentaje de sodio de intercambio (PSI), la salinidad de la napa freática a partir de la instalación de un freatómetro, entre otras. Entre las físicas, se podrían sumar mediciones de infiltración, penetrómetría, densidad aparente de los horizontes, estabilidad de agregados, etc. No obstante, recordamos que este escrito intenta dar herramientas prácticas y rápidas de ambientación de sectores halo-hidromórficos.

Las determinaciones que detallamos en esta etapa son las mínimas necesarias para tomar la decisión de modificar o no el pastizal natural, o dejar de insistir con cultivos agrícolas en ambientes que, con frecuencia, tienen baja o nula producción.

**Etapa 3:** Identificación y jerarquización de limitantes químicas y físicas, y su asociación con los ambientes pre-establecidos. En esta etapa se identifican y ordenan las limitantes químicas y físicas del suelo, así como la presencia y profundidad de napa freática por el efecto que pudieran tener sobre las especies forrajeras a implantar dentro de cada ambiente seleccionado. Por lo tanto, el objetivo de esta etapa es identificar cuál o cuáles son las principales limitantes dentro de cada uno.

Así, en función de ese análisis, determinaremos si la problemática se asocia mayormente a limitantes físicas, químicas o ambas. A su vez, dentro de cada una podremos diferenciar, por ejemplo, si la salinidad pesa más que la sodicidad, o son las impedancias las que más limitan la producción y a qué profundidad se encuentran, o si el mayor inconveniente es una napa cercana a la superficie.

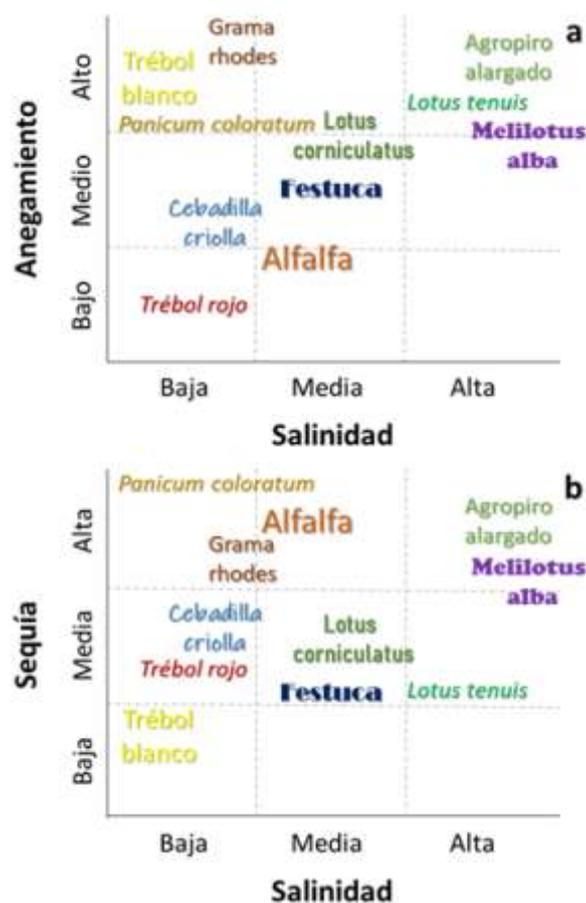
Esta jerarquización nos será de utilidad para comprender mejor cada ambiente.

Además de la jerarquización, en la Etapa 3 también se corroborará el número de ambientes que fueron seleccionados en la Etapa 1, en función de los resultados de los análisis realizados en la Etapa 2. El número de ambientes pre-seleccionados debería ser igual o menor al seleccionado durante la Etapa 1. En el caso de que las diferencias entre ambientes sean importantes, y que conlleven a tener que seleccionar otra especie o mezcla forrajera, se respetará la ambientación realizada en la Etapa 1. Por el contrario, si los ambientes preseleccionados son demasiado parecidos entre sí, teniendo en cuenta los análisis de la Etapa 2, se reducirá de forma práctica el número de ambientes en función de la tolerancia de las diferentes forrajeras a las limitantes principales que hayan arrojado los análisis químicos, físicos y de napa freática.

De este modo, se finalizará esta etapa teniendo un número definido de ambientes con características/limitantes conocidas y una aproximación de las forrajeras que podrían adecuarse en cada uno de ellos.

**Etapa 4:** Elección de especies forrajeras  
La combinación de estreses abióticos más frecuentemente encontrados en los ambientes halo-hidromórficos son salinidad junto con anegamiento y/o sequía. Las especies presentan una adaptación diferencial en función de las limitantes ambientales y, por lo tanto, encontraremos una "paleta" de opciones forrajeras para cada situación al momento de seleccionar la o las especies para cada ambiente. Las Figuras 5a y 5b se confeccionaron a partir de trabajos que tienen en cuenta cómo estas limitantes afectan la supervivencia y producción de las diferentes especies durante la implantación y el establecimiento.

**Figura 5:** Desempeño (i.e. supervivencia y producción de biomasa) de diferentes especies forrajeras bajo estrés combinados de salinidad con a- anegamiento y con b- sequía (Bertram *et al.* 2014; Barile 2014; Bertram 2016; Chiacchiera *et al.* 2016; Bertram y Chiacchiera, 2017; Melano 2018; Perez 2020; Bertram *et al.*, 2021; Fina 2021; Di Benedetto 2021).



Con el objetivo de aprovechar mejor la información presentada en ellas, destacamos que tanto el anegamiento como la sequía son situaciones que se dan con alta frecuencia en ambientes que presentan elevada sodicidad y/o pH alcalinos (Figura 5a y b). Por otro lado, la presencia de napas freáticas cercanas está muy asociada a situaciones de anegamientos recurrentes (Figura 5a). Así, es fundamental conocer las particularidades de cada ambiente para determinar qué combinación de estreses habrá y variará según la época del año.

En función de las limitantes de cada ambiente, y con el conocimiento previo de las tolerancias de las especies forrajeras, se seleccionarán las mejores combinaciones de especies para cada caso. Así, se cumplirá con el objetivo de incrementar la productividad primaria y secundaria del sistema, generando un círculo virtuoso respecto al consumo de agua, la regulación de la profundidad de napa freática, el lavado de sales, el incremento de la porosidad y la mejora de la infiltración, la fijación de carbono y nitrógeno, entre otras.

Por último, habiendo pasado la elección de forrajeras por ambiente por la "criba ambiental", se deberá pasar por el acuerdo con los actores locales, es decir la "criba socio-cultural". Tendremos que tener en cuenta cómo es la estructura laboral del sistema y el saber empírico de quienes lo conforman, por ejemplo, para manejar las especies forrajeras elegidas en el proceso de ambientación. Serán ellos los que, en última instancia, decidirán en qué momento les hace falta el pasto, donde quieren reforzar la oferta forrajera, etc. Esta dinámica de trabajo en la toma de decisiones

debe ser recurrente para mejorar el conocimiento, y el desempeño del sistema y sus integrantes a partir de la integración de los saberes (Figura 6).

#### Consideraciones finales

Este trabajo acerca una herramienta de fácil y rápida utilización con un bajo costo de implementación. Se basa principalmente en la correlación demostrada entre las variables ambientales descritas, y la supervivencia y producción de diferentes especies forrajeras para una amplia región del país con problemas de halo-hidromorfismo. Así, la metodología propuesta no sólo es económicamente accesible sino también efectiva, por haber sido validada en diferentes situaciones experimentales y productivas. Finalmente, destacamos que las mejoras en este tipo de ambientes están mayormente asociadas con tecnologías de procesos (Nabinger y Carvalho 2009), por lo tanto, una vez logradas las nuevas pasturas, deberemos hacer un manejo tal que permita su persistencia.

#### Agradecimientos:

Este trabajo fue posible gracias a un cúmulo de información y experiencias realizadas y recolectadas durante más de 10 años, por tesis de grado y posgrado de diferentes Universidades Nacionales, a partir de la interacción con Cátedras de diferentes Facultades, grupos de CONICET, técnicos de INTA y el apoyo e intercambio con diferentes grupos de productores y productoras de una amplia zona.

#### Bibliografía

- Abrol, I. P., Yadav, J. S. P. y Massoud, F. I. (1988). Salt-affected soils and their management (No. 39). Food & Agriculture Org.

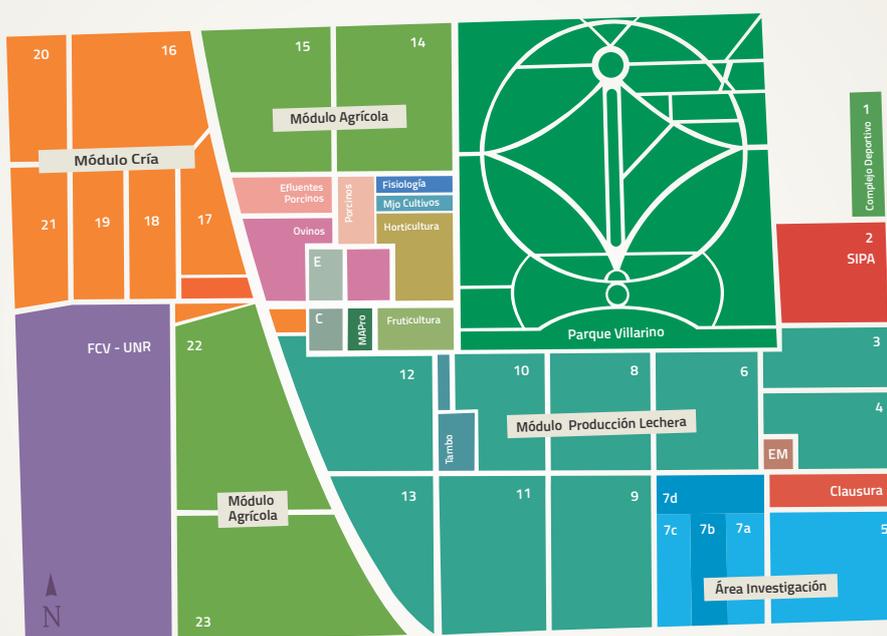
- Barile, R. (2014). Dinámica de crecimiento estival y otoñal de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada en un ambiente con limitantes halo-hidromórficas. Tesis de grado Fac. Cs. Agr. – UNVM.
- Bertram, N.A.; Arrieta, S. y Chiacchiera, S. (2014). Estrés hídrico en agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*). Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 34, Supl. 1. 51 p.
- Bertram, N.A. (2016). Implantación de grama Rhodes. En: Grama Rhodes: Centenario de su liberación en Argentina 1916 – 2016. Publicación conmemorativa Ed. Jorge R. Toll Vera.
- Bertram, N.A. y Chiacchiera, S. (2017). Efecto de la napa freática sobre forrajeras perennes. Cap. 4-2 En "Ambientes salinos y alcalinos de la Argentina – Recursos y aprovechamiento productivo. 541-551.
- Bertram, N.A., Alfonso, C., Grande, S., Chiacchiera, S., Ohanian, A., Bonvillani, J., Conde, M.B. y Angeletti, F. R. (2021). Efecto de la concentración salina y el régimen hídrico sobre la germinación, emergencia y establecimiento de alfalfa (*Medicago sativa* L.). Ediciones INTA.
- 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.
- Di Benedetto, V. (2021). Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de *Lotus Tenuis* y *Corniculatus* durante la implantación y el establecimiento temprano. Tesis de grado Fac. Cs. Agr. - UNC (en corrección).

**Figura 6:** a. Encuentro a campo entre técnicos que realizan el proceso de ambientación, estudiantes de agronomía y los productores y asesores del establecimiento sobre una pastura de *Panicum coloratum*. b. Pastura de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) de buena producción en ambiente halo-hidromórfico con problemas de anegamiento.



- Fina, F. (2021). Impacto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de forraje de agropiro alargado en ambientes halo-hidromórficos del Sudeste de Córdoba. Tesis de Maestría - Área de Producción Animal - UBA.
- Gorgas, J. y Bustos, M. (2008). Dinámica y evaluación de los suelos de Córdoba con problemas de drenaje, salinidad y alcalinidad. La salinización de suelos en la Argentina: su impacto en la producción agropecuaria. (Eds E Taleisnik, K Grunberg, G Santa María) pp, 47-62.
- Jobbagy, E. G., Nosoetto, M. D., Santoni, C. S. y Baldi, G. (2008). El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología austral*, 18(3), 305-322.
- Kovda, V. y Szabolcs, I. (1979). Soil salinization and alkalization processes. Modelling of soil salinization and alkalization. *Agrokemia es Talajtan*. Budapest, Hungary, 28, 11-32.
- 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. Córdoba, Argentina. 11 p.
- Martínez-Beltrán, J., y Manzur, C. L. (2005). Proceedings of the International Salinity Forum. In Proceedings of the International Salinity Forum. McIntyre, 1979.
- Melano, M.A. (2018). Efecto del componente freático sobre el cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*). Tesis de grado Fac. Cs. Agr. - UNVM
- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell & Environment*, 25(2), 239-250.
- Nabinger, C., y de Faccio Carvalho, P. C. (2009). Ecofisiología de Sistemas Pastoriles. *Agrociencia Uruguay*, 13(3), 18-27.
- Noellemeyer, E., Quiroga, A. R., Fernandez, R., Frasier, I., Alvarez, C., Álvarez, L., ... y Gómez, F. (2021). *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo*. Cátedra de Edafología y Manejo de Suelos, Universidad Nacional de La Pampa.
- Pérez, A.I. (2020). Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de dos cultivares de *Panicum coloratum* durante la implantación y el establecimiento temprano. Tesis de grado Fac. Cs. Agr. - UNC.
- Priano, L.J. y Pilatti, M.A. (1989). Tolerancia a la salinidad de forrajeras cultivadas. *Ciencia del suelo*, 7(1-2), 113-116.
- Shannon, M.C. (1997). Adaptation of plants to salinity. *Advances in agronomy*, 60(1).
- Szabolcs, I. (1990). Impact of climatic change on soil attributes: influence on salinization and alkalization. In *Developments in soil science* (Vol. 20, pp. 61-69). Elsevier.
- Taleisnik, E.; Peyrano, G. y Arias, C. (1997). Response of *Chloris gayana* cultivars to salinity. 1. Germination and early vegetative growth. *Tropical Grasslands*, 31, 232-240.
- USSL. Salinity Laboratory Staff. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. Agricultural Handbook No. 60. USDA, Washington. 160 p.
- Van Hoorn, J. y Van Alphen, J. (1994). Salinity control. In: *Drainage principles and application*. H. P. Ritzema (Ed.). International Institute for Land Reclamation and Improvement. Wageningen, The Netherlands, pp 533-600.

## Campo Experimental "Villarino"



La Facultad de Ciencias Agrarias – UNR cuenta, en su Campo Experimental, de 507 has, con Módulos de investigación y prácticas didácticas (frutícola, hortícola y ovinos) y Módulos productivos que por sus características son representativos de las actividades de la zona (Tambo, Cría e invernada, Porcícola y Agrícola). Por su cercanía con las aulas y laboratorios estos sistemas le confieren a nuestra Institución una particularidad única a nivel nacional, facilitando las tareas de apoyo a las actividades de Docencia, Investigación y Extensión.