



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado de
Ingeniero Agrónomo
Modalidad: Práctica Profesional

**PRÁCTICA PROFESIONAL EN ESTACIÓN
EXPERIMENTAL AGROPECUARIA INTA MARCOS
JUÁREZ**

**EFFECTO DEL HALO-HIDROMORFISMO SOBRE LA
EMERGENCIA Y ESTABLECIMIENTO DE GRAMA
RHODES (*Chloris gayana*)**

Alvaro ESTÉVEZ

DNI N° 36.426.266

Tutor interno: Ing. Agr. Alfredo OHANIAN

Tutor Externo: Ing. Agr. Nicolás BERTRAM

Río Cuarto - Córdoba

Septiembre 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Efecto del halo-hidromorfismo sobre la emergencia y establecimiento de grama Rhodes (*Chloris Gayana*).

Autor: Estévez, Alvaro

DNI: 36.426.266

Tutor interno: Ohanian, Alfredo

Tutor externo: Bertram, Nicolás

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del

Jurado Evaluador:

Ohanian, Alfredo

Fernandez, Elena

Tarico, Juan

Fecha de Presentación: ____ / ____ / ____.

Aprobado por Secretaria Académica: ____ / ____ / ____.

Secretario Académico.

DEDICATORIA

- A mi FAMILIA por su apoyo incondicional.
- A mis amigos por su apoyo durante toda la etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS

- A INTA por permitirme realizar esta práctica profesional.
- Al equipo de trabajo de la sección de forrajes de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juarez.
- A la cátedra de Producción de Forrajes de la FAV-UNRC.
- A la Universidad Nacional de Río Cuarto.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Certificado de aprobación	I
Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Índice general	IV
Índice de cuadros	V
Índice de figuras	VI
Índice de anexos	IX
Resumen	XI
Summary	XII
Introducción	1
Objetivos	3
Descripción de la empresa	4
Tareas realizadas	6
Ensayo en cámara de germinación	12
Conclusiones	28
Bibliografía citada	30
Anexos	33

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Diferentes suelos utilizados en el ensayo realizado en cámara de germinación.	12

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Logo de INTA.	4
Figura 2. Ingreso de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Marcos Juárez-Córdoba.	5
Figura 3. Ensayo de grama Rhodes en el invernáculo. EEA Marcos Juárez.	6
Figura 4. Plantas de grama Rhodes sobre quienes se realizaron las mediciones de altura, número de hojas y número de macollos.	7
Figura 5. Lote de grama Rhodes ubicado en Noetinger – Córdoba donde se realizaron muestreos en 13 ambientes diferentes.	8
Figura 6. Elementos utilizados para el muestreo de biomasa.	8
Figura 7. Colocación de un freatómetro en forma manual, sobre una pastura de alfalfa. Noetinger-Córdoba.	9
Figura 8. Colocación de un freatómetro a través de técnicas modernas, sobre una pastura de alfalfa. Noetinger-Córdoba.	10
Figura 9. Cámara de germinación donde se llevó a cabo el ensayo con los diferentes tratamientos colocados en su interior.	12
Figura 10: Humedad gravimétrica (%) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	15
Figura 11: Conductividad eléctrica ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) (a: $0,25 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$; b: $0,98 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$; c: $2,29 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$; d: $4,58 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	16

Figura 12: Porcentaje de emergencia (%) en función de la conductividad eléctrica ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y la condición hídrica (CC ■ y SC □) a los 120°Cd desde la siembra. Las barras corresponden al error estándar de la media $p>0,05$.	17
Figura 13: Altura promedio por plántula ($\text{cm}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	18
Figura 14: Altura promedio por plántula ($\text{cm}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función de la conductividad eléctrica ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.	19
Figura 15: Número promedio de hojas de plántulas ($\text{hojas}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	20
Figura 16: Número promedio de hojas de plántulas ($\text{hojas}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función de la conductividad eléctrica ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.	21
Figura 17: Biomasa aérea promedio de plántulas ($\text{mg}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	22
Figura 18: Biomasa aérea promedio de plántulas ($\text{mg}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función de la conductividad eléctrica ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.	23
Figura 19: Biomasa radicular promedio de plántulas ($\text{mg}\cdot\text{pl}^{-1}$) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).	24

Figura 20: Biomasa radicular promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC (●) y SC (○) luego de los 400°Cd desde la siembra. 25

Figura 21: Relación biomasa aérea/biomasa radicular promedio en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC (●) y SC (○) a los 481°Cd desde la siembra. 26

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de los contenidos de humedad gravimétrica, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).	33
Anexo 2. Humedad gravimétrica (%) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC y SC) a los 480°Cd desde la siembra.	33
Anexo 3. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la conductividad eléctrica, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).	33
Anexo 4. Conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC y SC) a los 480 °Cd desde la siembra.	34
Anexo 5. Porcentaje de emergencia (%) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) y la condición hídrica (CC y SC) a los 120°Cd desde la siembra.	34
Anexo 6. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la altura de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).	34
Anexo 7. Altura promedio de plántula (cm.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra.	35
Anexo 8. Análisis de la varianza y test de comparación de medias del	35

número de hojas de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos ($^{\circ}\text{Cd}$).

Anexo 9. Número promedio de hojas de plántulas (hojas.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra. 35

Anexo 10. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la biomasa aérea de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos ($^{\circ}\text{Cd}$). 36

Anexo 11. Biomasa aérea promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra. 36

Anexo 12. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la biomasa radicular de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos ($^{\circ}\text{Cd}$). 36

Anexo 13. Biomasa radicular promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra. 37

Anexo 14. Relación biomasa aérea/biomasa radicular promedio en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC a los 481°Cd desde la siembra. 37

RESUMEN

Argentina es el tercer país a nivel mundial con mayor superficie afectada por el halo-hidromorfismo, abarcando solo en la región pampeana 20 millones de hectáreas. Dichos ambientes están asociados a la presencia de una napa freática cercana a la superficie presentando una gran heterogeneidad en el tipo y concentración de sales. La salinidad afecta de diversas maneras al crecimiento de las plantas provocando efectos fisiológicos, morfológicos y bioquímicos. Una alternativa para aumentar la producción en éstos ambientes es la implantación de especies forrajeras perennes. Así, grama Rhodes (*Chloris gayana*) se presenta como una forrajera que tendría la capacidad de tolerar cierto grado de halo-hidromorfismo. El objetivo de la presente práctica profesional fue adquirir conocimientos y experiencia práctica complementaria a la formación adquirida en los ámbitos formales de enseñanza, en relación a búsqueda de información, diseño y seguimiento de ensayos y análisis estadístico de datos. Dicha práctica se llevó a cabo en el INTA, en la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez, área de producción animal, sección recursos forrajeros. Para ello, se realizó un ensayo en cámara de germinación y además se participó en dos ensayos, uno a campo y otro en invernáculo, buscando evaluar el comportamiento de grama Rhodes durante la etapa de emergencia, establecimiento temprano y dinámica de acumulación de biomasa, bajo diferentes restricciones ambientales. En los ensayos, se midieron variables sobre las plantas, como así también sobre suelo y napa freática. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa InfoStat, mediante un análisis de la varianza (ANAVA) y se realizó la comparación de medias con la prueba DGC ($p < 0.05$). Se encontró que el porcentaje de emergencia de grama Rhodes en capacidad de campo (CC) no se vio afectado independientemente de la salinidad de suelo. Mientras que, en condiciones de secano (SC) y aumentos de salinidad, el mismo, disminuyó notoriamente. Por otro lado, en condiciones de baja salinidad y buena disponibilidad hídrica, el crecimiento de grama Rhodes (altura, número de hojas, biomasa aérea y biomasa radicular) no se vio afectado, encontrándose diferencias con los tratamientos con tenores salinos superiores a $1 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ y CC, a su vez estos con tratamientos de SC y CE hasta $2,3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$, siendo nulo en 4,5-SC.

Palabras clave: halo-hidromorfismo, forrajeras perennes, grama Rhodes.

SUMMARY

Argentina is the third worldwide country with greater surface affected by the halo-hydromorphism, with 20 millions of hectares in the Pampeana zone. These areas are associated with the presence of a water table closer to the surface, presenting great heterogeneity in salt type and concentration. Salinity affects plant growth, causing physiological, morphological and biochemical effects. An alternative to increase production in these environments is the use of perennial forage species. Grama Rhodes (*Chloris gayana*) has the ability to tolerate some degree of halo-hydromorphism. The aim of this Professional Practice was to acquire knowledge and practical experience complementary to the formal education training in information search, trial design and statistical data analysis. The practice was done at INTA, in the Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez, animal production area, forage resources section. A germination chamber trial was made and I also participated in two more trials, field and greenhouse experiments. Grama Rhodes behavior during the emergency phase, early establishment and biomass accumulation dynamics under different environmental constraints were evaluated. Plants variables, as well as soil and water table properties were measured. Data was analyzed with InfoStat software, and analysis of variance (ANOVA) and mean comparison test with DGC ($p < 0.05$) was performed. Grama Rhodes emergency percentage at field capacity (CC) was not affected regardless soil salinity. Under dry conditions (SC) and salinity increases, the emergency percentage decreased markedly. Under low salinity and good water availability, growth of grama Rhodes (height, leaf number, aboveground biomass and root biomass) was not affected.

Key words: halo-hydromorphism, perennial forage species, grama Rhodes.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, existe una extensa superficie afectada por el halo-hidromorfismo, encontrándose afectadas aproximadamente entre un 6 a un 10% de las tierras cultivables (Shannon, 1997), siendo Argentina el tercer país con mayor superficie con dicha problemática (85 millones de hectáreas) luego de Rusia y Australia (Bertram y Chiacchiera, 2011; Lyubimova *et al.*, 2014), abarcando solamente en la región pampeana alrededor de 20 millones de hectáreas concentradas principalmente en los bajos sub-meridionales, el sur de Santa Fé, sudeste de Córdoba, norte de Buenos Aires y la cuenca del salado (Taboada y Lavado, 2008; Rubio y Taboada, 2013).

En las últimas dos décadas, Argentina sufrió un proceso general de agriculturización con mayor énfasis en la región pampeana, generando un desplazamiento de las actividades ganaderas y la producción de forraje hacia ambientes con mayor número de limitantes. La superficie ganadera fue reducida en 15 millones de hectáreas aproximadamente (Pérez Carrera *et al.*, 2008; Rearte, 2011). Hallando escasa información acerca del comportamiento y adaptación de las especies forrajeras perennes en ambientes con limitantes halo-hidromórficos.

Los ambientes halo-hidromórficos suelen estar asociados a la presencia de una napa freática cercana a la superficie (Taboada y Lavado, 2008), presentando una gran heterogeneidad en el tipo y la concentración de sales, que varía en el espacio y el tiempo (Laurecena *et al.*, 2002).

A nivel mundial existe una gran superficie influenciada por aguas subterráneas a escasas profundidades (Fan, 2013), sumado a los cambios en el uso de la tierra dados por procesos de agriculturización, generaron ascensos lentos pero continuos de niveles freáticos hacia la superficie (Scanlon *et al.*, 2005), pudiendo, en función de la génesis y evolución edáfica, producir salinización de la napa freática y de las capas superficiales del perfil de suelo debido a una modificación en la distribución vertical y horizontal de aguas subterráneas y sales (Nosetto *et al.*, 2007; Sapanov, 2000), afectando el crecimiento de las plantas (Jobbagy *et al.*, 2008).

Las sales en el perfil pueden generar efectos directos o químicos, como también indirectos o físicos, los primeros están mayormente asociados a fenómenos de ósmosis o toxicidad (Jobbagy *et al.*, 2007), mientras que los segundos se relacionan con los procesos de infiltración y retención hídrica, debido a que el exceso de Na genera suelos con poca

estructura, haciendo que estos ambientes transiten en cortos periodos de tiempo por situaciones de anegamiento y sequía (Taboada y Lavado, 2008).

La salinidad afecta de diversas maneras al crecimiento de las plantas provocando efectos fisiológicos, morfológicos y bioquímicos, modificándose durante las etapas de su ciclo de vida (Singh y Chatrath, 2001), siendo por lo general efectos de carácter negativo (Goykovic Cortés y Saavedra, 2007).

Así, en semillas expuestas a condiciones de salinidad la tasa de absorción generalmente no es afectada. Dicho efecto, se observa en la etapa de germinación, pudiendo retrasarse o inhibirse por completo (Taleisnik *et al.*, 1997) afectándose el crecimiento y perennidad de la pastura (McKimmie y Dobrenz, 1987).

Adicionalmente, incrementos en la salinidad durante el crecimiento y desarrollo, pueden generar disminución en la capacidad de macollaje, reduciendo la producción de forraje (Guggenheim y Wasel, 1977), siendo en regiones con altas temperaturas más negativo (Downes, 1968). También, la elevada concentración de sales reduce las tasas de crecimiento de las plantas, genera una menor tasa de expansión y elongación foliar (Greenway y Munns, 1980), un aumento en el filocromo afectando el número de hojas (De Luca *et al.*, 2001), asociado a la menor conductancia hidráulica (Ortega y Taleisnik, 2003) y a la reducción en la tasa de producción celular (Durand, *et al.* 1995).

Las forrajeras perennes tienen un lento crecimiento inicial y escasas reservas seminales, haciendo que la implantación y el establecimiento temprano se transformen en las etapas más importantes de la vida de una pastura (García Espil, 1990, Scheneiter, 2007), a ello se le suman, las condiciones adversas de estos ambientes generadas por las modificaciones salino-hídricas.

Grama Rhodes (*Chloris gayana*) se presenta como una forrajera que tendría la capacidad de tolerar cierto grado de halo-hidromorfismo en estas primeras etapas (emergencia y establecimiento temprano), pudiendo ser una alternativa productiva para este tipo de ambientes.

Bajo condiciones de salinidad, la germinación y el establecimiento temprano de las plántulas se consideran las etapas más críticas en el ciclo de vida de grama Rhodes, generándose un retraso o inhibición de la germinación y/o emergencia, y una disminución en la tasa de crecimiento (Ungar, 1978).

Mediante la presente práctica profesional se pretende comprobar el comportamiento de grama Rhodes bajo diferentes restricciones ambientales.

OBJETIVOS

- Adquirir conocimientos y experiencia práctica complementaria a la formación adquirida en los ámbitos formales de enseñanza, en relación a búsqueda de información, al diseño y seguimiento de ensayos, en el análisis estadístico de datos, así como en otras actividades a realizar durante la práctica profesional.

- Conocer y aprender a solucionar problemas cotidianos en el ámbito laboral.

- Integrar, dentro del medio laboral, los conocimientos desarrollados durante el trayecto curricular.

- Favorecer el conocimiento práctico de las características fundamentales de la relación laboral para una posterior inserción laboral.

- Evaluar el comportamiento de grama Rhodes durante la etapa de germinación, emergencia, establecimiento (temprano) y dinámica de acumulación de biomasa, bajo diferentes restricciones ambientales.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La práctica profesional se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

INTA (Fig. 1) es un organismo estatal descentralizado con autarquía operativa y financiera, dependiente del Ministerio de Agroindustria de la Nación. Fue creado en 1956 y desde entonces tiene como objetivos desarrollar acciones de investigación e innovación tecnológica en las cadenas de valor, regiones y territorios fomentando la cooperación interinstitucional, generar conocimientos y tecnologías y ponerlos al servicio del sector a través de sus sistemas de extensión para mejorar la competitividad y el desarrollo rural sustentable del país. El INTA tiene presencia en las cinco ecorregiones de la Argentina (Noroeste, Noreste, Cuyo, Pampeana y Patagonia), a través de una estructura que comprende: una sede central, 15 centros regionales, 52 estaciones experimentales, 6 centros de investigación y 22 institutos de investigación, y más de 350 Unidades de Extensión.



**Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria**

Figura 1: Logo de INTA

La Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez (Fig. 2), cuyo Director es el Ing. Agr. Marcelo Alberto Tolchinsky, se encuentra ubicada sobre Ruta 12, km 3, 2580, Marcos Juárez – Córdoba.

Dispone de una superficie de 1451 hectáreas. Está integrada por cinco áreas: mejoramiento genético vegetal, suelos y producción vegetal, producción animal, economía – estadística – informática y desarrollo rural. Basando sus investigaciones sobre un área de influencia que comprende 6.362.149 hectáreas, en la mitad sur de la provincia de Córdoba, y abarca los departamentos de Marcos Juárez, Unión, Presidente Roque Sáenz Peña, General Roca, Río Cuarto y Juárez Celman (al sur del Arroyo Chucul). Además, posee una Cooperadora quien realiza la producción y comercialización de semilla, granos, bovinos y porcinos, y los beneficios obtenidos se reinvierten en la Estación Experimental como aporte a la investigación, extensión y al mantenimiento de la infraestructura.



Figura 2: Ingreso de la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez. Marcos Juárez-Córdoba.

La presente práctica profesional se extendió de Julio de 2015 a Junio 2016, permaneciendo en la estación antes mencionada cinco días por semana con una carga horaria de ocho horas diarias. Se realizó en el área de Producción Animal, dentro de la sección especializada en recursos forrajeros. Dicho espacio es coordinado por el Ing. Agr. Nicolás Bertram, conjuntamente al resto del equipo de trabajo analizan y evalúan las diferentes problemáticas y plantean posibles innovaciones para la zona de influencia. Se decide como, donde y cuando realizar los diferentes ensayos utilizando eficientemente tanto los recursos y tecnologías propias de la estación, como externos. Cabe destacar que todos los integrantes del equipo participan de manera activa en las diferentes actividades que se realizan.

TAREAS REALIZADAS

En la práctica profesional, se enfatizó cumplir con los objetivos planteados dentro del Proyecto: “Aumento de la productividad ganadera en ambientes con restricciones abióticas: Módulo 1- Ambientes con suelos halo-hidromórficos, incluido en el Convenio INTA-AUDEAS-CONADEV”.

Como respuesta a lo antes mencionado, se realizó una breve revisión bibliográfica sobre las características de los ambientes con suelos halo-hidromórficos y la adaptación de grama Rhodes a los mismos, un ensayo en cámara de germinación y se participó en dos ensayos realizados uno en invernáculo y otro a campo respectivamente.

1- Ensayo en cámara de germinación:

El mismo, se diseñó y llevó a cabo con el objetivo de comprender y cuantificar el efecto de la salinidad y el contenido hídrico edáfico sobre la emergencia y el establecimiento temprano del cultivo de grama Rhodes.

El ensayo propiamente dicho, conjuntamente con la toma de datos comenzó en Octubre de 2015 y finalizó en Diciembre de 2015. Por otro lado, desde Diciembre de 2015 hasta el final de la práctica profesional (Junio de 2016) se trabajó sobre el análisis de los datos obtenidos en el ensayo realizado. En la página 12 se describe la actividad.

2- Ensayo en invernáculo:

Se participó en el armado del diseño experimental, siembra, posterior toma de datos y procesado de muestras en un ensayo realizado en invernáculo (Fig. 3), ubicado en la Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juárez.



Figura 3: Ensayo de grama Rhodes ubicado en el invernáculo. EEA Marcos Juárez.

En dicho ensayo, se evaluó el efecto del estrés hídrico (por exceso o por defecto) sobre plantas de grama Rhodes en la etapa de establecimiento temprano. Constó de 6 tratamientos sometidos a diferentes combinaciones hídricas. Uno de los tratamiento se mantuvo siempre a

capacidad de campo (CC), otro que comenzó en CC y no se regó en lo que duró el ensayo, considerado un tratamiento de secano (SC) y cuatro tratamientos que permanecieron anegados 7, 14, 28 y 42 días, posteriormente a lo cual no se les suministró agua. El diseño experimental utilizado fue un DBCA con tres repeticiones. Las mediciones realizadas durante el ensayo fueron sobre el suelo (humedad gravimétrica) y sobre las plantas (altura, número de hojas, número de flores y número de macollos) (Fig. 4). Dichas mediciones se tomaron cada 45 °Cd durante los 585 ° Cd que duró el ensayo sobre cuatro plantas (seleccionadas al azar al comenzar las mediciones) por maceta. Al finalizar el mismo, se llevaron a gabinete las muestras obtenidas, determinando biomasa aérea y biomasa radicular. Dicha actividad comenzó en Octubre de 2015 y finalizó en Enero de 2016.



Figura 4: Plantas de grama Rhodes sobre quienes se realizaron las mediciones de altura, número de hojas y número de macollos.

3- Ensayo a campo:

Como se mencionó anteriormente, también se participó en el seguimiento de un ensayo a campo realizando actividades asociadas al estudio de las características edáficas (humedad gravimétrica, nitratos, fosfatos, conductividad eléctrica y pH) y los de napa freática (profundidad, conductividad eléctrica y pH), relacionándolas a la producción de materia seca. Para ello, se muestrearon 13 ambientes diferentes, dentro de un lote con grama Rhodes ya establecida ubicado en la localidad de Noetinger – Córdoba, con 13 freatímetros (Fig. 5). Para ello, se extrajeron muestras de agua y suelo, se llevaron a laboratorio y se les realizaron análisis de CE y pH a ambas muestras y a las de suelo se le sumó la de humedad gravimétrica. Dicha actividad comenzó en Octubre de 2015 y finalizó en Febrero de 2016.



Figura 5: Lote de grama Rhodes ubicado en Noetinger – Córdoba donde se realizaron muestreos en 13 ambientes diferentes.

Cabe mencionar que, a las muestras de biomasa se les realizó una separación con el objetivo de cuantificar el material vivo, material muerto y número de macollos, estolones y flores (Fig. 6). Luego se llevaron a estufa y así se obtuvo el valor de la materia seca producida. El objetivo de dicha actividad fue identificar y jerarquizar indicadores ambientales determinantes de diferente potencialidad en la dinámica de crecimiento y acumulación de biomasa en grama Rhodes. Esta tarea comenzó en Octubre de 2015 y finalizó en Marzo de 2016.



Figura 6: Elementos utilizados para el muestreo de biomasa.

También se llevaron a cabo una serie de actividades no relacionadas al convenio INTA – AUDEAS – CONADEV.

4- Seminario:

Se realizó un seminario donde se buscó un tema de interés, en relación a la problemática que se venía tratando y luego de hacer una pequeña revisión bibliográfica, se hizo una presentación sobre el mismo. La temática fue “Adaptación de diferentes especies a

la salinidad”. En busca de mejorar la comprensión de los nuevos conocimientos y trasladarlos a situaciones prácticas, al finalizar la presentación, se armó una discusión entre el equipo de trabajo y pasantes de las Universidades Nacionales de Río Cuarto y Rosario presentes en la ocasión.

5- Jornada a campo:

Por otro lado, se asistió a una jornada de campo, realizada en el establecimiento “Chañar Chico” ubicado en las cercanías de Noetinger – Córdoba, como participante y ayudante en la colocación de 10 freaímetros sobre una pastura implantada de alfalfa, comparando las diferencias de colocación entre técnicas manuales (Fig. 7) y técnicas más modernas realizadas mediante maquinaria específica incorporada recientemente por INTA (Fig. 8). Previo a la colocación de los freaímetros, se decidió la ubicación de los mismos, teniendo en cuenta la evaluación realizada sobre el relieve del lote. En dicha jornada participaron estudiantes avanzados de las Universidades Nacionales de Río Cuarto y Rosario, Asesores CREA y técnicos de INTA.



Figura 7: Colocación de un freaímetro en forma manual, sobre una pastura de alfalfa. Noetinger – Córdoba.

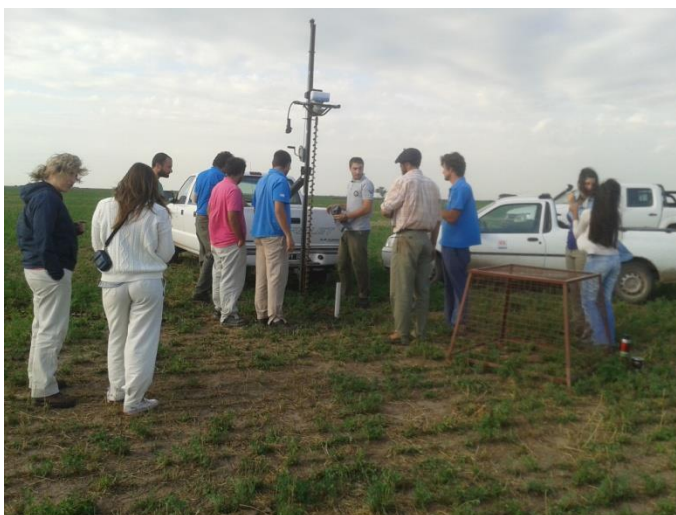


Figura 8: Colocación de un freatímetro a través de técnicas modernas sobre una pastura de alfalfa. Noetinger – Córdoba.

6- Muestreos:

Además, se participó como ayudante en muestreos de biomasa aérea, suelo y napa freática sobre pasturas implantadas de Agropiro (*Thynopirum ponticum*), realizando las mismas técnicas de muestreo que en el ensayo a campo de grama Rhodes. Las pasturas se encontraban ubicadas en tres establecimientos diferentes cercanos a Marcos Juárez, Noetinger y Laboulaye, respectivamente. Cabe mencionar que dichos muestreos se realizaron con el objetivo de recolectar datos para la tesis de maestría del Ing. Agr. Federico Fina.

7- Capacitación instrumental:

Cabe mencionar, que se realizó una capacitación sobre instrumental de medición (radiación incidente, índice de área foliar). A partir de las mismas, dichos instrumentos, se utilizaron en las diferentes salidas a campo.

8- Jornada en la Agencia de Esxtensión de Laboulaye:

En un viaje que se realizó a Laboulaye para muestrear biomasa, en Junio de 2016, se asistió a una jornada realizada en la Agencia de Extensión de Laboulaye. La temática de la misma fue tratar la problemática zonal sobre las inundaciones. En la misma participaron técnicos de INTA y productores.

9- Defensa de tesis en Villa María:

En diciembre de 2015, se asistió a la defensa de la tesis de grado de Román Barile, estudiante de ingeniería agronómica de la Universidad Nacional de Villa María. La misma trató sobre la dinámica de crecimiento estival y otoñal sobre agropiro alargado (*Thynopirum*

ponticum) con diferentes dosis de fertilización nitrogenada en un ambiente con limitantes halo-hidromórficas.

10- Capacitación sobre primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar:

Por último, en Mayo de 2016, se desarrolló una capacitación sobre primeros auxilios y reanimación cardiopulmonar cuyo principal objetivo fue aprender a intervenir correctamente en situaciones críticas antes la llegada de un profesional médico. El disertante fue el Lic. Jorge Rumi.

ENSAYO EN CÁMARA DE GERMINACIÓN

I. Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en una cámara de germinación Conviron G30 (Fig. 9), bajo condiciones controladas de temperatura (ISTA 2008, 25-30°C) y luz (12 horas). Constó de la combinación factorial de dos regímenes hídricos (capacidad de campo - CC – y seco - SC -) y cuatro suelos con diferentes conductividades eléctricas (0,25-0,98-2,29-4,58 dS.m⁻¹) (Cuadro 1). Para lograr los diferentes regímenes hídricos a los tratamientos sometidos a CC se los regó con agua cada 48 horas por celda, mientras que aquellas en SC, partieron de una condición inicial de CC y no se regaron más en los días que duró el ensayo. La cantidad de agua y el momento en que se regó se calculó luego de determinar las constantes hídricas de los diferentes suelos utilizados.

Cuadro 1: Diferentes suelos utilizados en el ensayo realizado en cámara de germinación.

Suelo	Conductividad eléctrica (dS.m ⁻¹)	pH
1	0,25	6,84
2	0,98	9,67
3	2,29	7,35
4	4,58	8,04



Figura 9: Cámara de germinación donde se llevó a cabo el ensayo con los diferentes tratamientos colocados en su interior.

Cada tratamiento se obtuvo a partir de la combinación factorial de salinidad (obtenida a partir de los diferentes suelos) y régimen hídrico se colocó en una bandeja de germinación

de 64 celdas (8 * 8), con el objetivo de generar una dinámica de crecimiento de 8 momentos de muestreo con 8 repeticiones cada uno. En cada celda se colocaron 24 gramos de suelo y se puso a germinar 6 semillas de rama Rhodes, dejando una plántula luego de la emergencia. La cantidad de semillas colocadas por celda se determinó luego de realizar la prueba de poder germinativo del material utilizado.

Determinaciones:

Se realizaron cada 52°Cd, aproximadamente cada 4 días (la temperatura media diaria en la cámara es de 25°C y la temperatura base de Grama Rhodes es de 12 °C (Avila *et al.*, 2014), sumando 13°C por día ($25\text{ °Cd} - 12\text{ °Cd} = 13\text{ °Cd}$), determinaciones destructivas y no destructivas, generando una dinámica de crecimiento con 8 momentos de muestreo. Se efectuaron en los días correspondientes a los tiempos térmicos de 117, 169, 221, 273, 325, 377, 429 y 481 °Cd, respectivamente. Se comenzó a medir a partir de los 117 °Cd debido a que en ese momento las plántulas se encontraron emergidas.

1. Sobre plántula

1.1 No destructivas

Emergencia

En todas las celdas del ensayo se midió la cantidad de individuos que lograron la emergencia. Luego se calculó el porcentaje de emergencia.

Altura y estado fenológico

En todas las plántulas del ensayo se midió la altura para cada momento de medición, por medio de un calibre, adicionalmente se registró el estado fenológico y el número de hojas.

1.2. Destructivas

Dinámica de acumulación de biomasa aérea y radicular.

Se extrajeron ocho individuos por tratamientos para cada fecha de medición, se dejó secar hasta peso constante, obteniéndose así los pesos de la parte aérea y radicular de cada plántula.

2. Edáficas

A partir de los muestreos destructivos de biomasa acumulada se obtuvo ocho muestras de suelo de cada tratamiento, a las mismas se determinó la humedad gravimétrica, la conductividad eléctrica y el pH.

2.1. Dinámica de la humedad gravimétrica de suelo

Previo a comenzar el ensayo se determinaron las constantes hídricas de cada suelo mediante el método de las ollas a presión. A partir de esto, se determinó la cantidad de agua necesaria para mantener los suelos en capacidad de campo.

Las muestras de suelo extraídas a partir de los muestreos de biomasa acumulada se pesaron en la balanza electrónica, para luego ser enviadas a estufa a 105°C y por último se pesaron nuevamente para determinar su contenido hídrico.

2.2. Dinámica de la concentración salina y el nivel de pH

Se procedió al secado y tamizado de las muestras de suelo, posteriormente se diluyó en una proporción 1:2,5 (suelo: agua destilada), se agitó durante 30 minutos y se dejó reposar media hora y nuevamente se agitó, para finalmente medir la conductividad eléctrica y el pH con un conductímetro y peachímetro, respectivamente.

El procesamiento de datos se realizó en Excel (tablas dinámicas y gráficos) y la evaluación de las variables medidas se llevó a cabo a través de modelos lineales mixtos utilizando el software estadístico InfoStat, Versión 2007. Los valores de las diferentes variables, se analizaron considerando como fuente de variación los distintos tiempos térmicos y las combinaciones entre salinidad y contenido hídrico del suelo.

II. Resultados obtenidos

- Humedad gravimétrica

Como se muestra en la figura 10, se observó que desde la siembra hasta los 26 °Cd, tratamientos de SC y tratamientos de CC, no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de humedad gravimétrica, encontrándose variaciones a partir de dicho momento (Anexo - Cuadro 1).

Así, en tratamientos expuestos a CC, el porcentaje de humedad gravimétrica, desde aproximadamente los 25 °Cd hasta los 480°Cd, no presentó diferencias significativas independientemente de la conductividad eléctrica, con una disminución promedio de 0,012 % por cada °Cd de aumento (Anexo – Cuadro 2).

Por otro lado, los tratamientos de SC presentaron desde los 26 °Cd hasta aproximadamente los 120 °Cd, una marcada disminución en el porcentaje de humedad gravimétrica (0,28% por cada °Cd). Desde dicho momento hasta el final del ensayo (481 °Cd), se llega a una meseta en la disminución del porcentaje de humedad gravimétrica, siendo en la misma de 0,001% por cada °Cd. La tendencia antes mencionada, se mantiene para todos los tratamientos de SC, independientemente de la conductividad eléctrica.

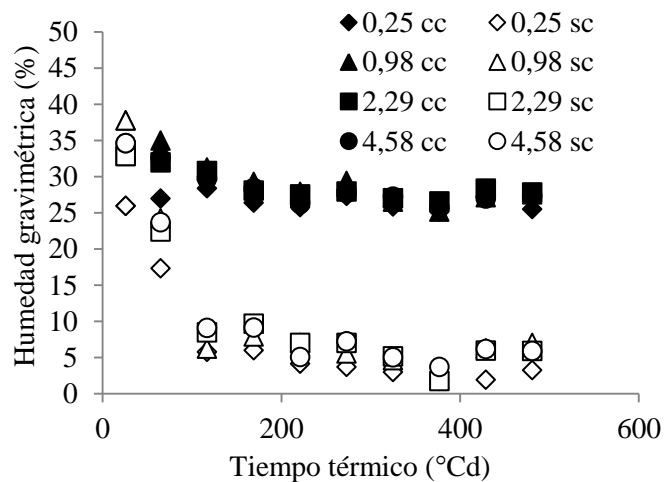


Figura 10: Humedad gravimétrica (%) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas ($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).

- Conductividad eléctrica y pH

Para suelos con niveles salinos inferiores a $2,29 \text{ dS.m}^{-1}$, independientemente de la disponibilidad hídrica (SC y CC), no se observaron cambios en las CE desde la siembra hasta aproximadamente los $500 \text{ }^\circ\text{Cd}$ (establecimiento temprano) (Fig. 11 a;b;c) (Anexo - Cuadro 3 y 4).

En cambio, el tratamiento de mayor salinidad ($4,58 \text{ dS.m}^{-1}$), presentó diferencias en la CE a lo largo del periodo de medición, mostrando una disminución del tenor salino de suelo sujeto a buena disponibilidad hídrica (CC) (fig. 11d).

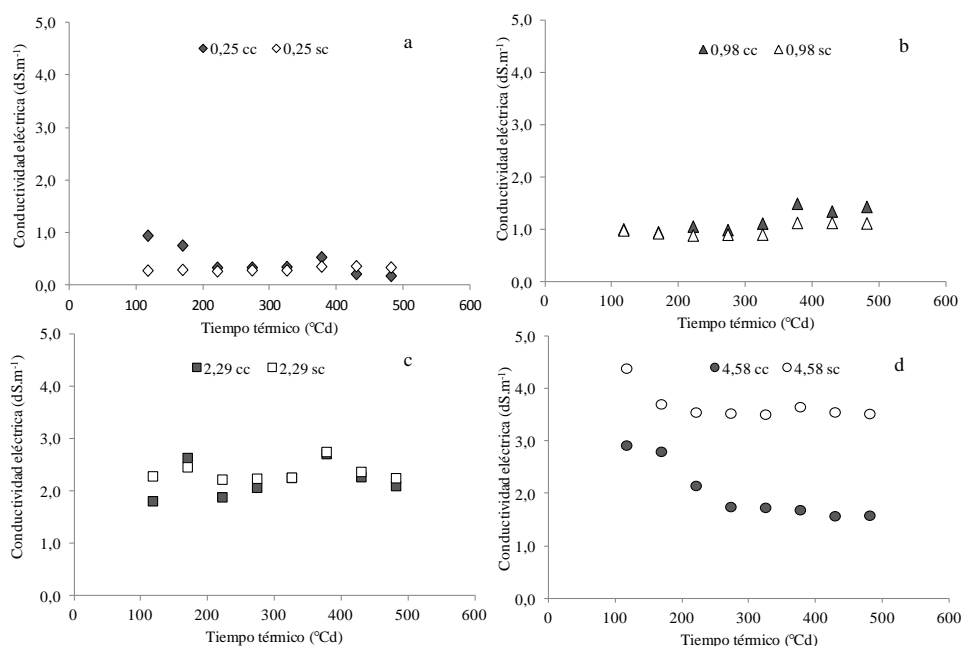


Figura 11: Conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) (a: $0,25 \text{ dS.m}^{-1}$; b: $0,98 \text{ dS.m}^{-1}$; c: $2,29 \text{ dS.m}^{-1}$; d: $4,58 \text{ dS.m}^{-1}$) y disponibilidad hídrica (CC \blacksquare y SC \square).

Se observó que desde la siembra hasta la finalización del ensayo (481°Cd), en todos los tratamientos, independientemente del régimen hídrico y la salinidad de suelo, los valores de pH promedio fueron de $7,78 \pm 0,64$, disminuyendo $0,19$ respecto al valor promedio obtenido al comenzar el ensayo.

- Emergencia

Se observó, que hasta aproximadamente los 120°Cd, aquellos tratamientos que presentaron buena disponibilidad hídrica (CC) alcanzaron porcentajes de emergencia cercanos al $20 \pm 3\%$ (Fig. 12, Anexo – Cuadro 5), presentando el tratamiento de 0,98 dS.m⁻¹ un 20,5 % menos emergencia que el resto de los tratamientos de CC.

Los tratamientos de secano (SC), presentaron una disminución en el porcentaje de emergencia con el incremento de la CE, observando una caída de 4,5% en la emergencia por cada unidad incremental de CE, alcanzando valores de $2 \pm 3,4\%$ de emergencia de plántulas con conductividades eléctricas cercanas a 4,5 dS.m⁻¹.

Adicionalmente se observó que el aumento de la salinidad de suelo, provocó un incremento de las diferencias en el porcentaje de germinación entre los tratamientos de CC y SC.

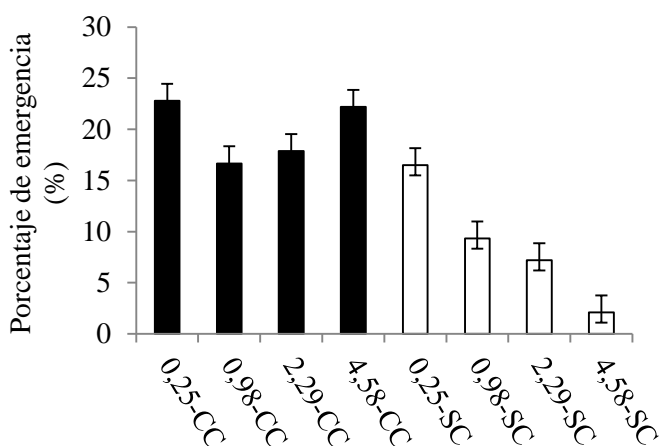


Figura 12: Porcentaje de emergencia (%) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) y la condición hídrica (CC ■ y SC □) a los 120°Cd desde la siembra. Las barras corresponden al error estándar de la media $p > 0,05$.

- Altura de plántulas

La altura promedio de las plántulas de grama Rhodes durante el establecimiento temprano (hasta los 500°Cd), fue afectada negativamente tanto por la salinidad como por la disponibilidad hídrica. Los valores máximos de altura se encontraron en los tratamientos de CC a los 300°Cd aproximadamente, a excepción de 0,25-CC, que creció a tasas superiores hasta los 430°Cd y de 2,29-CC que presentó un leve incremento en la altura en la última fecha de medición (Fig. 13), mientras que los tratamientos de SC, alcanzaron la meseta alrededor de los 120°Cd.

Así, 0,25-CC presentó las mayores tasas de crecimiento ($0,0117 \text{ cm.pl.}^\circ\text{Cd}$), mientras que los tratamientos con conductividades superiores y buena disponibilidad hídrica (0,98-CC; 2,29-CC y 4,58-CC) fueron en promedio un 40% menores.

Por otro lado, los tratamientos de SC mostraron tasas de crecimiento un 72% menor a 0,25-CC, a excepción de 4,58-SC, el cual permaneció cercano a $0 \text{ cm.pl.}^\circ\text{Cd}$ durante todo el periodo de crecimiento.

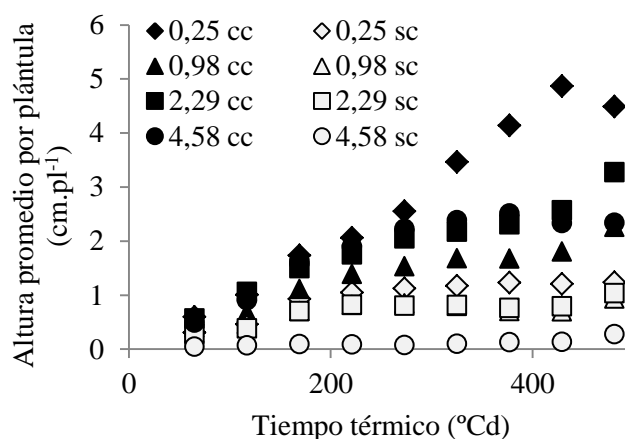


Figura 13: Altura promedio de plántula (cm.pl^{-1}) en función del tiempo térmico ($^\circ\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).

Se observó que independientemente de la concentración salina de suelo, las plántulas de grama Rhodes creciendo con buena disponibilidad hídrica (CC) alcanzaron en promedio 3,8 veces mayor altura, respecto de las que crecían bajo condiciones de secano (SC), luego de los 400°Cd desde la siembra (Fig. 14).

Así, los tratamientos de CC alcanzaron alturas máximas promedio cuando crecieron con conductividades eléctricas de $0,25 \text{ dS.m}^{-1}$ ($4,68 \pm 2,86 \text{ cm.pl}^{-1}$), mientras que con incrementos en la salinidad, se observó una disminución de este parámetro ($2,37 \pm 1,28 \text{ cm.pl}^{-1}$), presentando una caída de $2,63 \text{ cm.pl}^{-1}$ por cada unidad de incremento, hasta conductividades cercanas a 1 dS.m^{-1} , sin hallar diferencias significativas en la altura entre conductividades eléctricas, en un rango que fue desde 1 a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ aproximadamente (Anexo – Cuadro 6 y 7).

Entre los tratamientos de SC, no se encontraron diferencias significativas en la altura máxima promedio de las plántulas, para las conductividades que fueron desde 0,25 hasta $2,29 \text{ dS.m}^{-1}$, alcanzando valores promedio de $0,99 \pm 0,21 \text{ cm.pl}^{-1}$, presentando diferencias entre los valores mínimos y máximos de CE. Adicionalmente entre los tratamientos de SC se

observó una leve caída de $0,20 \text{ cm.pl}^{-1}$, por cada unidad de incremento en la salinidad, hasta conductividades cercanas a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$.

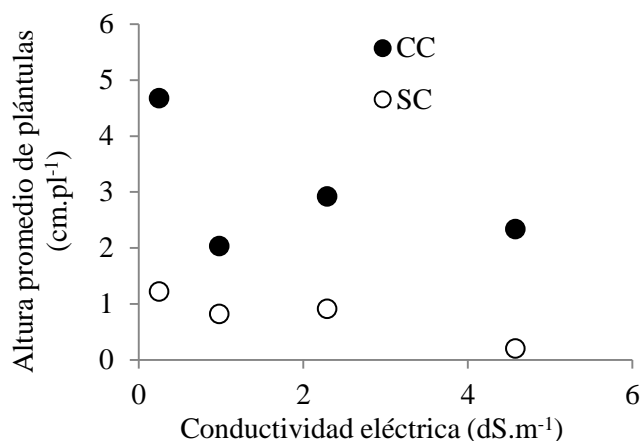


Figura 14: Altura promedio de plántula (cm.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.

Por último, en la diferencia de los valores de altura promedio de los tratamientos CC y SC, se encontraron diferencias entre conductividades, hallando para bajos niveles de salinidad ($0,25 \text{ dS.m}^{-1}$) diferencias de 3,5 unidades, mientras que con conductividades superiores a 1 dS.m^{-1} , estas diferencias fueron de 1,8 unidades en promedio.

- Número de hojas

El número de hojas promedio de las plántulas de grama Rhodes durante el establecimiento temprano, fue afectado tanto por la salinidad como por la disponibilidad hídrica, encontrándose valores máximos entre los $200\text{-}300^{\circ}\text{Cd}$ para la mayoría de los tratamientos, a excepción de $0,25\text{-CC}$, que creció a tasas superiores hasta los 430°Cd y $0,98\text{-CC}$ que presentó un leve incremento sobre la tasa de aparición de hojas en la última fecha de medición (Fig. 15).

Así, dentro de los tratamientos sometidos a buena disponibilidad hídrica, $0,25\text{-CC}$ presentó las mayores tasas de aparición de hojas ($0,0066 \text{ hojas.pl.}^{\circ}\text{Cd}$), siendo 2,67 veces mayor respecto a los tratamientos con conductividades superiores ($0,98\text{-CC}$; $2,29\text{-CC}$ y $4,58\text{-CC}$), mientras que los tratamientos de SC, no presentaron diferencias significativas a partir de los 120°Cd aproximadamente, mostrando tasas de crecimiento 37 veces menores a $0,25\text{-CC}$.

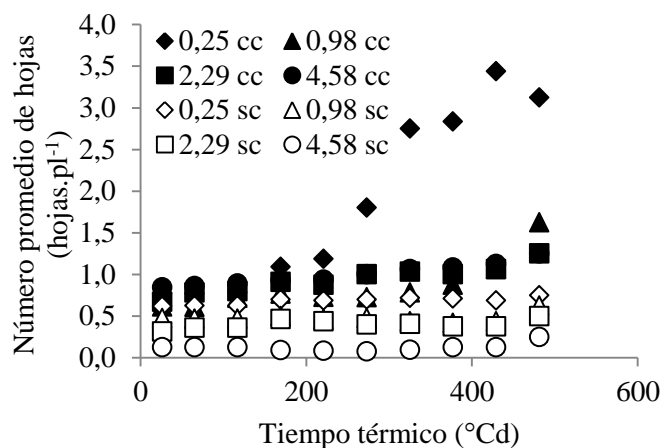


Figura 15: Número promedio de hojas de plántulas (hojas.pl⁻¹) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m⁻¹) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).

Luego de los 400°Cd desde la siembra, se observó que independientemente de la concentración salina de suelo, las plántulas de grama Rhodes creciendo con buena disponibilidad hídrica (CC) alcanzaron en promedio 1,27 hojas más respecto de las que crecían bajo condiciones de secano (SC) (Fig. 16).

Así, los tratamientos de CC alcanzaron en promedio de 3,28 hojas.pl⁻¹ cuando crecieron con conductividades eléctricas de 0,25 dS.m⁻¹, mientras que con incrementos en la salinidad (entre 1 a 4,5 dS.m⁻¹ aproximadamente), este parámetro disminuyó a 1,23 ± 0,1 hojas.pl⁻¹, observando hasta conductividades cercanas a 1dS.m⁻¹ una caída de 2,65 hojas.pl⁻¹ por cada unidad de incremento de la salinidad.

Los tratamientos de SC no presentaron diferencias significativas en el número de hojas promedio de las plántulas, independientemente de la conductividad eléctrica, alcanzando valores de 0,47 ± 0,22 hojas.pl⁻¹, más allá de esto se observó una caída de 0,11 hojas.pl⁻¹, por cada unidad de incremento en la salinidad, hasta conductividades cercanas a 4,5 dS.m⁻¹ (Anexo - Cuadro 8 y 9).

Adicionalmente, no se hallaron diferencias entre 0,25 SC y los tratamientos de CC con conductividades superiores a 0,98 dS.m⁻¹.

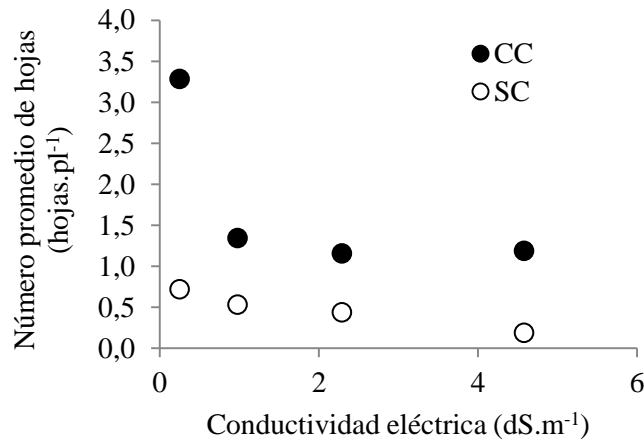


Figura 16: Número promedio de hojas de plántulas (hojas.pl⁻¹) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la diferencia de los valores promedios del número de hojas de los tratamientos CC y SC, observando para bajos niveles salinos (0,25 dS.m⁻¹) una diferencia de 2,56 unidades, mientras que con conductividades superiores a 1 dS.m⁻¹, estas diferencias fueron de 0,84 unidades en promedio.

- Biomasa aérea

Durante el establecimiento temprano (hasta los 500°Cd), la biomasa aérea promedio de las plántulas de grama Rhodes también fue afectada negativamente por la salinidad y por la disponibilidad hídrica, encontrándose valores máximos de biomasa aérea aproximadamente a los 300°Cd para la mayoría de los tratamientos, a excepción de 0,25-CC, que creció a tasas superiores hasta los 430°Cd (Fig. 17). Así, 0,25-CC presentó tasas de crecimiento (0,0067 mg.pl.°Cd) 2,5 veces mayores respecto a los tratamientos con mayores conductividades y buena disponibilidad hídrica (0,98-CC; 2,29-CC y 4,58-CC), hallando para éstos tratamientos una tasa de crecimiento promedio de 0,0027 mg.pl.°Cd. Por otro lado, los tratamientos de SC mostraron tasas de crecimiento aproximadamente 17 veces menores a 0,25-CC (0,0004 mg.pl.°Cd).

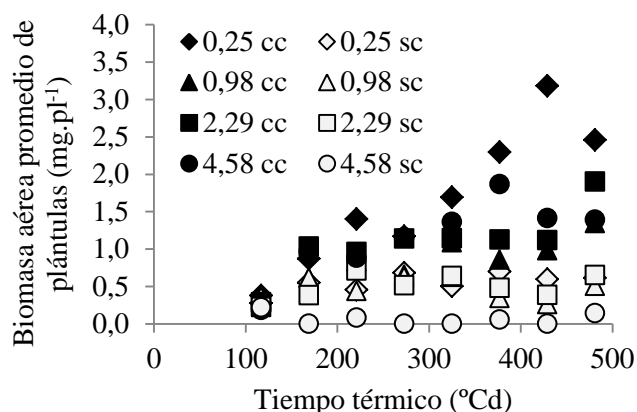


Figura 17: Biomasa aérea promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función del tiempo térmico ($^{\circ}\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).

Se observó que independientemente de la concentración salina de suelo, las plántulas de grama Rhodes creciendo con buena disponibilidad hídrica (CC) alcanzaron acumulaciones promedio de biomasa 4,37 superiores respecto de las que crecían bajo condiciones de SC, luego de los 400°Cd desde la siembra (Fig. 18).

Así, los tratamientos de CC presentaron máximas acumulaciones de biomasa ($2,94 \pm 1,17 \text{ mg.pl}^{-1}$) creciendo bajo conductividades eléctricas de $0,25 \text{ dS.m}^{-1}$, observando una caída de $2,27 \text{ mg.pl}^{-1}$ por cada unidad de incremento en la salinidad hasta conductividades cercanas a 1 dS.m^{-1} , mientras que con mayores tenores salinos (entre 1 a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ aproximadamente), este parámetro disminuyó a $1,30 \pm 0,73 \text{ mg.pl}^{-1}$.

En los tratamientos de SC, con niveles de salinidad que fueron desde 0,25 hasta $2,29 \text{ dS.m}^{-1}$, no se hallaron diferencias significativas en la biomasa aérea máxima promedio ($0,5 \pm 0,11 \text{ mg.pl}^{-1}$), encontrando diferencias con el tratamiento de $4,58 \text{ dS.m}^{-1}$, donde la biomasa aérea máxima fue de $0,05 \text{ mg.pl}^{-1}$, hallando una disminución de $0,10 \text{ mg.pl}^{-1}$ por cada unidad de incremento en la salinidad hasta conductividades cercanas a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ (Anexo - Cuadro 10 y 11).

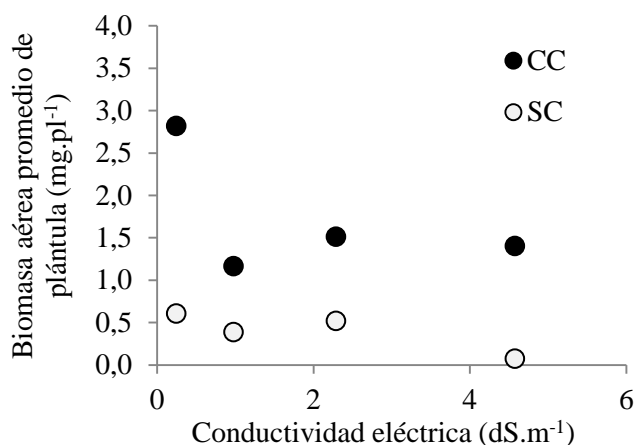


Figura 18: Biomasa aérea promedio de plántulas (mg.pl⁻¹) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.

Se hallaron diferencias entre conductividades en la resta de los valores promedios de biomasa aérea de los tratamientos CC y SC, encontrando las máximas diferencias para bajos niveles salinos (2,22 unidades), mientras que con conductividades superiores a 1 dS.m⁻¹, estas diferencias fueron de 1,03 unidades en promedio.

- Biomasa radicular

La biomasa radicular promedio de las plántulas de grama Rhodes, desde la siembra hasta los 500°Cd (establecimiento temprano), fue afectada negativamente tanto por la salinidad como por la disponibilidad hídrica, encontrándose valores máximos de biomasa radicular aproximadamente a los 200 °Cd en la mayoría de los tratamientos, a excepción de 0,25-CC, que creció a tasas superiores hasta los 430°Cd (Fig. 19). Así, 0,25-CC presentó las mayores tasas de crecimiento radicales (0,0033 mg.pl.°Cd), siendo 2,6 veces mayor respecto a los tratamientos con conductividades superiores y buena disponibilidad hídrica (0,98-CC; 2,29-CC y 4,58-CC), hallando para éstos tratamientos una tasa de crecimiento promedio de 0,0013 mg.pl.°Cd, mientras que los tratamientos de SC, no presentaron diferencias estadísticas significativas a partir de los 220 °Cd aproximadamente, mostrando tasas de crecimiento 15 veces menores a 0,25-CC (0,00022 mg.pl.°Cd).

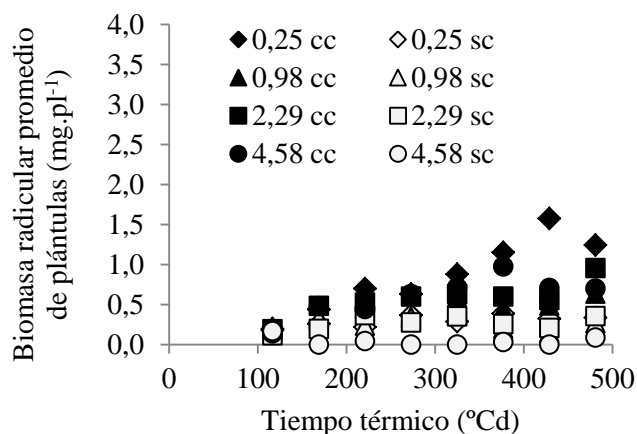


Figura 19: Biomasa radicular promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función del tiempo térmico ($^{\circ}\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC ■ y SC □).

Se observó que independientemente de la concentración salina de suelo, las plántulas de grama Rhodes creciendo con buena disponibilidad hídrica (CC) alcanzaron en promedio 3,96 veces mayor biomasa radicular, respecto de las que crecían bajo condiciones de secano (SC), luego de los 400°Cd desde la siembra (Fig. 20).

Así, los tratamientos de CC alcanzaron biomásas radiculares máximas promedio de $1,41 \text{ mg.pl}^{-1}$ cuando crecieron con conductividades eléctricas de $0,25 \text{ dS.m}^{-1}$, mientras que con incrementos en la salinidad (entre 1 a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ aproximadamente) este parámetro disminuyó a $0,87 \pm 0,1 \text{ mg.pl}^{-1}$, observando una caída de $0,16 \text{ mg.pl}^{-1}$, por cada unidad de incremento en la salinidad, hasta conductividades cercanas a 1 dS.m^{-1} .

Entre los tratamientos de SC, no se encontraron diferencias significativas en la biomasa radicular máxima promedio de las plántulas, para las conductividades que fueron desde $0,25$ hasta $2,29 \text{ dS.m}^{-1}$, alcanzando un valor promedio de $0,27 \pm 0,06 \text{ mg.pl}^{-1}$, presentando diferencias entre los mínimos y máximos valores de CE. Adicionalmente entre los tratamientos de SC se observó una leve caída de $0,20 \text{ mg.pl}^{-1}$, por cada unidad de incremento en la salinidad, hasta conductividades cercanas a $4,5 \text{ dS.m}^{-1}$ (Anexo - Cuadro 12 y 13).

Por otro lado, no se hallaron diferencias entre $0,25 \text{ SC}$ y los tratamientos de CC con conductividades superiores a $0,98 \text{ dS.m}^{-1}$.

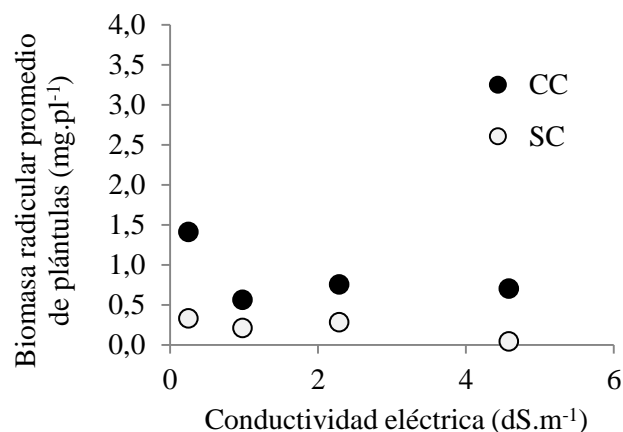


Figura 20: Biomasa radicular promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC (●) y SC(○) luego de los 400°Cd desde la siembra.

También, se encontraron diferencias entre los tratamientos CC y SC para igual conductividad eléctrica de suelo en los valores promedios de biomasa radicular de, observando para bajos niveles salinos ($0,25 \text{ dS.m}^{-1}$) diferencias de 1,3 unidades, mientras que con conductividades superiores a 1 dS.m^{-1} , estas diferencias fueron de 0,5 unidades en promedio.

- Relación biomasa aérea/biomasa radicular

Se observó que durante la etapa de establecimiento temprano, las plántulas de grama Rhodes, para tratamientos sometidos a CC, independientemente de la conductividad eléctrica, no presentaron diferencias significativas en la relación biomasa aérea/biomasa radicular (BA/BR) (Fig. 21).

Más allá de no hallar diferencias significativas entre los tratamientos sometidos a CC, en líneas generales, se observó un incremento en esta relación con el aumento de la CE ($0,123$ por cada unidad de incremento en la conductividad eléctrica).

Para tratamientos de SC, se encontraron diferencias significativas en esta relación asociadas al incremento de la CE, hallando una caída en la relación de $0,215$ por cada unidad de incremento en la conductividad eléctrica (Anexo – Cuadro 14).

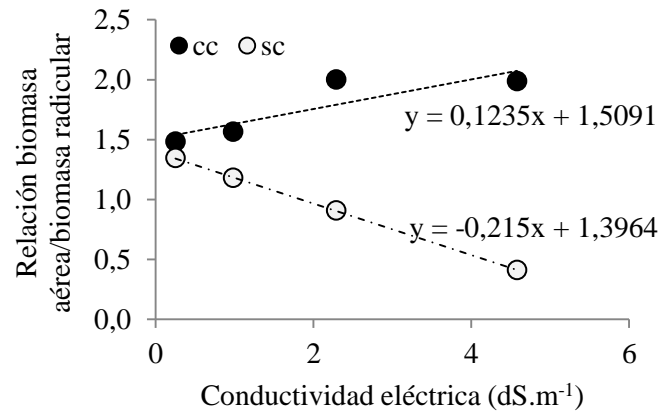


Figura 21: Relación biomasa aérea/biomasa radicular promedio en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC (●) y SC (○) a los 481°Cd desde la siembra.

III. Conclusiones

- El porcentaje de emergencia de grama Rhodes con buenas condiciones hídricas (CC) no se vio afectado independientemente de la salinidad de suelo. Mientras que, en condiciones de SC y aumentos de salinidad, el mismo, disminuyó notoriamente.

- En condiciones de baja salinidad y buena disponibilidad hídrica, el crecimiento de grama Rhodes (altura, número de hojas, biomasa aérea y biomasa radicular) no se vio afectado, encontrándose diferencias con los tratamientos con tenores salinos superiores a 1 dS.m^{-1} y CC, a su vez estos con tratamientos de SC y CE hasta $2,3 \text{ dS.m}^{-1}$, siendo nulo en 4,5-SC.

CONCLUSIONES

Aspectos laborales

El lugar de trabajo asignado donde se desarrolló gran parte de la práctica profesional fue en el área de producción animal dentro de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Marcos Juárez, ya que posee oficinas donde se realizó el análisis de datos y la escritura del trabajo, un laboratorio y sala de estufa para trabajar con las muestras de biomasa, suelo y napa. Además se encuentra la sección administrativa, lugar dónde se completaron todos los formularios necesarios.

Durante los primeros días de la práctica, se recorrieron las diferentes instalaciones que posee la estación explicando el funcionamiento y las precauciones que se debía tener en cada lugar, teniendo así libertad para el ingreso a las mismas. Además se me presentó frente al personal a cargo de las diferentes áreas con el objetivo de facilitar mi trabajo.

Cabe destacar que durante toda la experiencia me pusieron a disposición las diferentes herramientas necesarias para llevar adelante las tareas programadas, ya sea a través del conocimiento teórico de profesionales o encargados de campo, como así también los materiales necesarios para llevar adelante los ensayos y análisis en que se participó (maquinas de cortar biomasa, conductímetros, peachímetros, barrenos de suelo, etiquetas, bolsas, medidor de napa, semillas, cámara de germinación, bibliografía, etc.). De esta forma conté siempre con ayuda para efectuar consultas inmediatas ante la duda.

Las salidas a campo fueron realizadas siempre con un vehículo oficial de INTA participando todo el grupo de trabajo. En dichas tareas se realizaron principalmente muestreos de biomasa, suelo y napa freática, dividiendo los trabajos de forma que todos los integrantes tuvieran la posibilidad de conocer las distintas técnicas usadas para la toma de muestras.

En cuanto al ámbito de trabajo, hay que rescatar lo ameno del trato de todo el personal de INTA, continuando actualmente en contacto con profesionales y personal de campo del área de producción animal, como así también de las diferentes áreas que forman parte de la EEA Marcos Juárez.

Por otro lado, durante el tiempo que duró la práctica profesional, me alojé en una residencia ubicada dentro de la EEA. Dicha estadía fue muy grata debido a que me dio la posibilidad de conocer una gran cantidad de personas de diferentes lugares del país, compartiendo experiencias universitarias, laborales y de la vida. Cabe destacar que actualmente también continúo en contacto con éstas personas.

Aspectos profesionales y social-humanos:

En este ítem quiero resaltar la importancia y el valor de haber tenido la posibilidad de efectuar una práctica profesional en el ámbito de la carrera de Ingeniería Agronómica.

La importancia residió en el enfrentamiento personal como alumno universitario con la realidad laboral del profesional Ingeniero Agrónomo, en una situación concreta, con una problemática específica y en una temática de interés.

Además me sirvió para adquirir una mejor idea acerca del desempeño de un Ingeniero Agrónomo fuera del ámbito académico, conociendo la importancia y el rol activo que demandan los sistemas de producción. También saber la necesidad de cuestionar siempre con fundamentos técnicos en pos de mejorar u optimizar diferentes esfuerzos.

También, fue útil para reafirmar y valorar los conocimientos adquiridos como estudiante y las herramientas que brinda la formación académica, dada la inseguridad que puede experimentarse en las instancias finales de la carrera.

Por otro lado, me permitió conocer gran cantidad de personas, profesionales y ayudantes de campo, vinculados o no a la actividad, conociendo las diferentes problemáticas que se encuentran en el medio.

Cabe destacar, que éste trabajo demandó una gran interacción entre profesionales, ayudantes de campo y productores, con quien logré insertarme y comunicarme adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

- AVILA, M., P. BARBERA, C. FRASINELLI, H. PETRUZZI y L. ROMERO. Gramíneas forrajeras para el subtropico y el semiárido central de la Argentina. Informe de actualización técnica de Agencias de Extensión de Bahía Blanca y Chascomús.
- BERTRAM, N. y S. CHIACCHERA. 2011. Los ambientes no agrícolas de la región centro y la potencialidad forrajera. Informe de actualización técnica INTA Marcos Juárez. EEA Marcos Juárez. Forrajeras n° 22.
- BERTRAM, N. y S. CHIACCHIERA. 2011. Grama rhodes: eslabón de una cadena forrajera para suelos con limitantes salinas. Informe de actualización técnica INTA Marcos Juárez. EEA Marcos Juárez. Forrajeras n° 161.
- DE LUCA, M., L. SEFFINO, K. GRUNBERG, M. SALGADO, A. CÓRDOBA, C. LUNA y E. TALEISNIK. 2001. Physiological causes for decreased productivity under high salinity in Boma, a tetraploid *Chloris gayana* cultivar. *Crop and Pasture Science*, 52: 903-910.
- DOWNES, R. W. 1968. The effect of temperature on tillering of grain sorghum seedlings. *Crop and pasture science*, 19 (1): 59-64.
- DURAND, J., B. ONILLON, H. SCHNYDER y H. RADEMACHER. 1995. Drought effects on cellular and spatial parameters of leaf growth in tall fescue, 46: 1147-1155.
- FAN, Y. 2013. Global patterns of Groundwater Table Depth, 339: 940-943.
- GARCÍA ESPIL, A., 1990. Pasturas, implantación y cuidados culturales. Departamento de estudios y de prensa y difusión de AACREA. Cuaderno de actualización técnica N°49.
- GOYKOVIC CORTÉS, V. y G. SAAVEDRA. 2007. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *Arica*, 25: 47-58.
- INFOSTAT 2007. Infostat, versión 2007. Grupo InfoStat, F. C. A. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- GREENWAY, H. y R. MUNNS. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Annual review of plant physiology*, 31: 149-190.
- GUGGENHEIM, J. y Y. WASEL. 1977. Effects of salinity, temperature and nitrogen fertilization on growth and composition of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth). *Plant and soil*, 47: 431-440.

- JOBBÁGY, E., M. MOSETTO, C. SANTONI y G. BALDI. 2008. El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco Pampeana. *Ecología Austral*, 18: 305-322.
- JOBBÁGY, E., M. NOSETTO y R. ARAGÓN. 2007. Dinámica de napas y riesgo de inundación. Influencias y efectos en la variabilidad de los cultivos. *Mundo Agro*.
- LAURECENA, P., L. VARELA, E. KRUSE, A. ROJO y M. DELUCHI. 2002. Características de las variaciones freáticas en un área del Noreste de la Provincia de Buenos Aires. En *Aguas subterráneas y desarrollo humano*.
- LYUBIMOVA, I., V. KHAN y I. SALPAGAROVA. 2014. Diagnosis of solonetzic process in virgin and agrogenically transformed soils of different regions *Eur. J. Soil Sci*, 47: 863-872.
- MCKIMMIE, T. y A. DOBRENZ. 1987. A method for evaluation of salt tolerance during germination, emergence and seedling establishment. *Agronomy Journal*, 79 (5): 943-945.
- NOSETTO M., E. JOBBÁGY, T. THÓT y C. DI BELLA. 2007. The effects of tree establishment of water and salt dynamic in naturally salt-affected grasslands. *Oecología*, 152: 695-705.
- ORTEGA, L. y E. TALEISNIK. 2003. *Elongation* growth in leaf blades of *Chloris gayana* under saline conditions. *Journal of plant physiology*, 160 (5): 517-522.
- PÉREZ CARRERA, A., C. MOSCUZZA y A. FERNÁNDEZ-CIRELLI. 2008. Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio del caso: Santiago del Estero. *Revista Ecosistema*. N° 1.
- REARTE, D. 2011. Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 19: 62-63.
- RUBIO, G. y M. TABOADA. 2013. Árbol de decisión para diagnosticar la capacidad productiva de suelos de la región Pampeana. *Ciencia del suelo*, 31: 235-243.
- SAPANOV, M. 2000. Water uptake by trees on different soils in the Northern Caspian region. *Pochvovedenie*, 11: 1318-1327.
- SCANLON, B., R. REEDY, D. STONESTROM, D. PUDRIC y K. DENNEHY. 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biology*, 11 (10): 1577-1593.
- SCHENEITER, O. 2007. Implantación de pasturas en suelos ganaderos. Curso: Como optimizar la producción y utilización forrajera en suelos ganaderos. *INTA. EEA Pergamino*, 3: 54-62.
- SHANNON, M. 1997. Adaptation of plants to salinity. *Advances in agronomy*, 60: 75-120.

- SINGH, K. y R. CHATRATH. 2001. Breeding for adaptation to environmental factors. *Salinity tolerance*, 8: 170.
- TABOADA, M. y R. LAVADO. 2008. Funcionamiento de los suelos salinos y sódicos. **En Actas XVI Congreso de Aapresid**. Rosario – Santa Fe, Argentina.
- TALEISNIK, E., G. PEYRANO y C. ARIAS. 1997. *Response of Chloris gayana cultivars to salinity*. *Tropical Grasslands*, 31: 232-240.
- UNGAR, I. 1978. Halophyte seed germination. *The Botanical Review*, 44: 233–264.

ANEXOS

Cuadro 1. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de los contenidos de humedad gravimétrica, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	54594.0	<.0001
Suelo	173.81	<.0001
Tiempo térmico	2247.97	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	882.90	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	44.70	<.0001
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	16.80	<.0001

Cuadro 2. Humedad gravimétrica (%) en función del tiempo térmico (°Cd) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m⁻¹) y disponibilidad hídrica (CC y SC) a los 480°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Humedad gravimétrica (%)
0,25 CC	25,48 a
0,98 CC	27,53 a
2,29 CC	27,80 a
4,58 CC	27,35 a
0,25 SC	3,23 b
0,98 SC	7,09 b
2,29 SC	5,91 b
4,58 SC	5,92 b

Cuadro 3. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la conductividad eléctrica, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	301.5	<.0001
Suelo	841.72	<.0001
Tiempo térmico	10.30	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	6.84	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	7.11	<.0001
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	16.25	<.0001

Cuadro 4. Conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) en función del tiempo térmico ($^{\circ}\text{Cd}$) para los diferentes tratamientos dados a partir de la combinación de conductividades eléctricas (dS.m^{-1}) y disponibilidad hídrica (CC y SC) a los 480°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Conductividad eléctrica (dS.m^{-1})
0,25 CC	0,18 a
0,25 SC	0,34 a
0,98 CC	1,44 b
0,98 SC	1,13 b
2,29 CC	2,10 c
2,29 SC	2,25 c
4,58 CC	1,58 d
4,58 SC	3,52 e

Cuadro 5. Porcentaje de emergencia (%) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) y la condición hídrica (CC y SC) a los 120°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Emergencia (%)
0,25 CC	22,79 a
0,98 CC	16,67 b
2,29 CC	17,88 a
4,58 CC	22,19 a
0,25 SC	16,49 b
0,98 SC	9,33 b
2,29 SC	7,20 b
4,58 SC	2,09 c

Cuadro 6. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la altura de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos ($^{\circ}\text{Cd}$).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	59.11	<.0001
Suelo	6.80	<.0001
Tiempo térmico	101.38	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	14.07	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	5.99	<.0001
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	5.22	<.0001

Cuadro 7. Altura promedio de plántula (cm.pl⁻¹) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Altura (cm.pl ⁻¹)
0,25 CC	4,68 a
0,98 CC	2,03 b
2,29 CC	2,92 b
4,58 CC	2,33 b
0,25 SC	1,22 c
0,98 SC	0,82 c
2,29 SC	0,92 c
4,58 SC	0,21 d

Cuadro 8. Análisis de la varianza y test de comparación de medias del número de hojas de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	365.47	<.0001
Suelo	62.59	<.0001
Tiempo térmico	14.90	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	11.06	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	3.67	<.0001
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	6.69	<.0001

Cuadro 9. Número promedio de hojas de plántulas (hojas.pl⁻¹) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Número de hojas (hojas.pl ⁻¹)
0,25 CC	3,28 a
0,98 CC	1,34 b
2,29 CC	1,16 b
4,58 CC	1,19 b
0,25 SC	0,72 c
0,98 SC	0,53 c
2,29 SC	0,44 c
4,58 SC	0,19 c

Cuadro 10. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la biomasa aérea de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	133.08	<.0001
Suelo	14.76	<.0001
Tiempo térmico	30.23	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	10.52	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	2.23	0.0004
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	3.15	<.0001

Cuadro 11. Biomasa aérea promedio de plántulas (mg.pl⁻¹) en función de la conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Biomasa aérea (mg.pl ⁻¹)
0,25 CC	2,82 a
0,98 CC	1,16 b
2,29 CC	1,51 b
4,58 CC	1,40 b
0,25 SC	0,60 c
0,98 SC	0,38 c
2,29 SC	0,52 c
4,58 SC	0,07 d

Cuadro 12. Análisis de la varianza y test de comparación de medias de la biomasa radicular de plántulas, para los diferentes tratamientos y tiempos térmicos (°Cd).

Fuente de variación	F Value	Pr > F
Humedad	114.82	<.0001
Suelo	13.52	<.0001
Tiempo térmico	21	<.0001
Humedad x Tiempo térmico	7.77	<.0001
Suelo x Tiempo térmico	1.99	0.0021
Humedad x Suelo x Tiempo térmico	2.94	<.0001

Cuadro 13. Biomasa radicular promedio de plántulas (mg.pl^{-1}) en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC luego de los 400°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Biomasa radicular (mg.pl^{-1})
0,25 CC	1,41 a
0,98 CC	0,56 b
2,29 CC	0,76 b
4,58 CC	0,70 b
0,25 SC	0,33 c
0,98 SC	0,21 c
2,29 SC	0,28 c
4,58 SC	0,04 d

Cuadro 14. Relación biomasa aérea/biomasa radicular promedio en función de la conductividad eléctrica (dS.m^{-1}) para tratamientos de CC y SC a los 481°Cd desde la siembra.

Tratamientos	Relación BA/BR
0,25 CC	1,48 a
0,98 CC	1,57 a
2,29 CC	2,00 a
4,58 CC	1,99 a
0,25 SC	1,35 b
0,98 SC	1,18 c
2,29 SC	0,91 c
4,58 SC	0,41 d