



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Agropecuarias

***Efecto de la salinidad sobre el crecimiento de
Lotus Tenuis y Corniculatus durante la
implantación y el establecimiento temprano.***

Área de Consolidación: Sistemas de Producción Pecuarios

Autor: Di Benedetto, Vittorio

Tutor FCA: Ing. Esp. Valdez, Horacio

Co-Tutor INTA: M. Sc. Bertram, Nicolás



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

Año 2021

Índice

Lista de tablas y figuras	3
Abreviaturas	4
Introducción	5
Objetivo general.....	11
Objetivo específico	11
Materiales y métodos	12
Material y Sitio experimental.....	12
Diseño experimental	14
Mediciones en planta	14
No destructivas:	14
• Demografía de individuos	14
• Altura de plántulas.....	14
Destructivas:	14
• Densidad de plántulas	14
• Peso promedio de individuos.....	14
• Altura final de individuo	14
• Biomasa aérea acumulada	15
Análisis estadístico.....	15
Resultados	16
Demografía de individuos.....	16
Altura de plántulas	17
Densidad de plántulas	18
Peso promedio de individuos	19
Altura final de individuo.....	20
Biomasa aérea acumulada.....	20
Discusión.....	22
Conclusiones	29
Bibliografía	30

Lista de tablas y figuras

Tabla 1: Conductividad eléctrica a 0 – 5 cm de profundidad de cada ambiente ensayado.

Figura 1 A y B: Demografía de plantas (pl.m^{-2}) de *Lotus corniculatus* “A” y *Lotus tenuis* “B” en función de tiempo térmico ($^{\circ}\text{C.día}^{-1}$), desde la emergencia hasta los 600°Cd , para diferentes conductividades eléctricas $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 2 A y B: Altura promedio de plantas (cm.pl^{-1}) de *Lotus corniculatus* “A” y *Lotus tenuis* “B” en función de tiempo térmico ($^{\circ}\text{C.día}^{-1}$), desde la emergencia hasta los 600°Cd , para diferentes conductividades eléctricas $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 3: Densidad de plantas (pl.m^{-2}) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de conductividad eléctrica $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 4: Peso promedio de individuos (g MS.pl^{-1}) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de conductividad eléctrica $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 5: Altura final (cm. pl^{-1}) de *Lotus conrniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de conductividad eléctrica $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 6: Biomasa aérea acumulada (g MS.m^{-2}) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de conductividad eléctrica $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Figura 7: Peso promedio de individuos (g MS.pl^{-1}) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de altura final (cm.pl^{-1}).

Figura 8: Densidad de individuos de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de peso promedio de individuos (g MS.pl^{-1}).

Figura 9: A- Biomasa aérea acumulada (g MS.m^{-2}) en función de la densidad de plantas (pl.m^{-2}); B- Biomasa aérea acumulada (g MS.m^{-2}) en función de peso de individuos (g MS.pl^{-1}) y- Biomasa aérea acumulada (g MS.m^{-2}) en función de la altura final (cm.pl^{-1}) para *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd desde la siembra.

Abreviaturas

°C: grados centígrados

C°d: grados días

CE: conductividad eléctrica

Cl⁻ : anión cloro

cm: centímetro

dS.m⁻¹: decisiemens por metro

eg: ejemplo

g: gramos

ha: hectárea

kg: kilogramo

Lts: litros

m²: metros cuadrados

MS: materia seca

Na⁺: catión sodio

P: fósforo

Pg: poder germinativo

PSI: porcentaje de sodio intercambiable

Introducción

- Agriculturización y desplazamiento de la ganadería

La expansión de la frontera agropecuaria, que se dio tanto en la región pampeana como extrapampeana, está asociada al incremento del monocultivo de soja sumado a la falta de sostenibilidad de los sistemas (Navarrete, *et al.*, 2005; Aizen, *et al.*, 2009). La misma se produjo principalmente a partir de la década del 60, hasta la actualidad, gestándose principalmente a expensas de la superficie destinada a actividades ganaderas, reemplazando pasturas y pastizales por cultivos anuales (Rabinovich y Torres, 2004; Paruelo, 2005).

A partir de los años 80s, una vez que el proceso de agriculturización fue consolidado en la pampa húmeda, continuó su avance sobre otras eco-regiones del país (Zarrilli, 2016; Frank y Viglizzo, 2010).

Dicho proceso generó el desplazamiento de actividades como la ganadería hacia ambientes con mayores limitantes productivas, incrementando la superficie sembrada con soja desde los 70s hasta la actualidad en aproximadamente 17 millones de has. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2021).

En consecuencia, la ganadería quedó relegada, en términos productivos a ambientes más desfavorables (Capdevielle, 2016), manteniendo el número de cabezas dentro del país. Las actividades ganaderas transitaron por un proceso de reorganización, redistribución y concentración dentro del territorio, existiendo regiones de menor potencial productivo que recibieron las cabezas que dejaron de estar en los ambientes ahora destinados solamente para actividades agrícolas (Rodríguez Vasquez, 2010; Rearte, 2011).

En dicho contexto Argentina presenta solamente en la región pampeana húmeda y sub-húmeda unas 20 millones de ha con limitantes asociadas al halo-hidromorfismo, siendo el tercer país en el mundo con mayor superficie afectada por este fenómeno (Taboada y Lavado, 2008; Bertram, *et al.*, 2021), dichos ambientes fueron en parte los que recibieron las cabezas de ganado que migraron desde ambientes de mayor potencial productivo.

Estos ambientes presentan zonas muy planas (con pendientes menor al 0,1%) y napas freáticas cercanas a la superficie, generando alteraciones en la dinámica de agua y sales del perfil (Jobbágy, *et al.*, 2008; Karlin, *et al.*, 2013), provocando procesos de concentración y dilución de sales. En ellos se suelen encontrar pasturas degradadas o pastizales, cuyas producciones de biomasa son muy exiguas (Otondo, 2004; Bertram y Chiachera, 2011), siendo difícil soportar la carga animal que hoy en día se concentra en ellos (Capdevielle, 2016), pudiendo ser incrementadas a partir de la introducción de nuevas especies forrajeras.

El potencial productivo de muchas especies forrajeras en estos ambientes aún se desconoce, probablemente se encuentre asociado a la utilización de especies tolerantes a altas concentraciones salinas y anegamientos temporarios, y técnicas de manejo adecuadas (Bertram y Chiachera, 2011).

- Ambientes halo-hidromórficos

Los ambientes halo-hidromórficos presentan procesos de salinización y sodificación provenientes de la interacción de los factores climáticos, uso del suelo y del ascenso y descenso de napas freáticas, asociados al contenido de sales (Degiobanni, *et al.*, 2020 Otondo, 2004; Taboada y Lavado, 2008).

Estos suelos suelen clasificarse en tres grupos, salinos, salino-sódicos y sódicos a partir de la determinación de tres parámetros, la conductividad eléctrica (CE), pH y porcentaje de sodio intercambiable (PSI). En función del tipo de sales y su concentración generan límites en cuanto a las especies que puedan establecerse (Richards, 1954; US Department of Agriculture, 2007).

Estos ambientes, por lo general, presentan limitantes físicas, las cuales condicionan la conducción de agua en el suelo, generando, desde anegamientos temporarios hasta sequías eventuales en cortos lapsos de tiempo (Taboada y Lavado, 2008).

Los ambientes halo-hidromórficos suelen presentar una napa freática cercana a la superficie con posible presencia de sales, pudiendo ocasionar una mayor salinización de los suelos, debido a su movimiento vertical, que suele darse sobre todo en regiones de llanura, principalmente asociado a decisiones de manejo (Zamolinski, 2000; Jiménez, *et al.*, 2012).

El proceso de ascenso y descenso de napa y la consecuente salinización suele ir acompañado de incrementos en los valores de pH y PSI, sobre todo en aquellas napas que presentan altos contenidos de sodio, siendo difícil su lixiviación debido a la poca permeabilidad de los mismos (Taboada y Lavado, 2008).

Los elevados niveles de salinidad generan una disminución del potencial osmótico de la solución del suelo, reduciendo la capacidad de absorción de agua y nutrientes por parte de las especies vegetales, disminuyendo la tasa de crecimiento, generando cambios metabólicos, perdiendo turgencia y produciendo un desequilibrio nutricional (Leidi y Pardo, 2002; Wahome, *et al.*, 2000; Chiacchera *et al.*, 2017). Por lo tanto, las variables de crecimiento vegetativo, son severamente afectadas por la presencia de sales (Rush y Epstein, 1981; Munns y Matthew, 2015; Bertram, *et al.*, 2021).

Existen cultivares que presentan cierta tolerancia a altos niveles de salinidad, la cual está asociada a “vías de escape”, siendo las más comunes, la regulación de la absorción de agua, la absorción y translocación de iones y la regulación de compuestos osmóticamente activos (Leidi y Pardo, 2002). Así, entender el comportamiento de las plantas bajo condiciones de estrés es fundamental para poder aplicar soluciones efectivas al problema de la salinidad (Larcher, 2003, citado en Parés *et al.*, 2008).

En lo que respecta a la sodicidad, las elevadas concentraciones de sodio, pueden ocasionar problemas de toxicidad por absorción, sin embargo, muchas especies poseen la capacidad de reducir la absorción y translocación mediante ciertos mecanismos, no siendo común la aparición de síntomas (Terrazas Rueda, 2019).

Uno de los mayores inconvenientes de este elemento es el efecto que genera en la estructura del suelo, favoreciendo la dispersión de las arcillas y la materia orgánica, generando un debilitamiento en la estructura edáfica y esto conduce a una baja permeabilidad, desencadenando en encharcamientos temporarios ante la pobre infiltración (Bandera, 2013). Además, dificulta la absorción de nutrientes por la disminución de la porosidad del suelo, tanto para los elementos que ingresan a la planta por flujo masal (eg. nitrógeno) junto con el agua, como para aquellos menos móviles, afectados por la menor exploración radical (eg. fósforo) (Arrigo y Conti, 1985).

Adicionalmente, la disponibilidad de nutrientes también está asociada a los niveles de pH del suelo, debido a que influye en la solubilidad de los mismos (González-Naranjo, *et al.*, 2012).

Dependiendo de la profundidad en que se encuentre la napa freática, puede no interactuar con el cultivo, ser una fuente de agua o un factor de estrés, ya sea por anegamiento o aumento del tenor salino en el suelo (Ayars, *et al.*, 2006; Nosseto *et al.*, 2009). Las fluctuaciones del nivel freático están asociadas con el balance hídrico de la zona, el cual, en ambientes de planicie, es la resultante entre el ingreso de agua al perfil, que se da principalmente por las precipitaciones y el egreso dado por la evapotranspiración (Mercau, *et al.*, 2013; Jobágyy y Nosseto, 2015). Así, los ambientes de la región húmeda o sub-húmeda con algún grado de halo-hidromorfismo, por lo general, presentan una napa freática cercana a la superficie (Betrarm, *et al.*, 2021). Esto se asocia a una escasa presencia de cobertura en superficie y fluctuaciones climáticas, generando una disminución en el consumo hídrico y, por lo tanto, ascenso en el nivel freático, con consecuente deposición salina en superficie (Chiacchera, *et al.*, 2017).

- Lotus spp

El género *Lotus* spp pertenece a la familia de las fabáceas; las especies de este género tienen una distribución por casi todo el mundo, exceptuando las regiones muy frías y ciertas zonas del Sudoeste Asiático y América Central (Maguire *et al.*, 2020).

Esta especie fue introducida en Argentina en los años 30s (Kugler, 2015), y ha logrado colonizar la pampa deprimida gracias a su tolerancia a ciertos niveles de salinización y anegamiento (Teakle *et al.*, 2006).

Es una leguminosa perenne, de potencial productivo primavero-estivo-otoñal, con posibilidad de comenzar a producir a finales de invierno (Foglino y Fernandez, 2009; Antonelli, 2010). Es una planta herbácea, con reproducción sexual, alógama, sin órganos de propagación/multiplicación vegetativa o asexual (Rompani, 2016). Su raíz es pivotante y ramificada, posee una corona bien desarrollada y no presenta estolones (Berasain Gomes de Freitas *et al.*, 2015).

Las poblaciones de *Lotus* spp. en ambientes con aptitud agrícola, no suelen perdurar por la fuerte competencia que les ofrece la vegetación espontánea del lugar, así como

también, en ambientes extremadamente salino sódicos presentan dificultad para establecerse (Miñón *et al.*, 1990).

De esta manera, *Lotus* spp. puede incrementar la producción de los ambientes halo-hidromórficos, en suelos que presentan en un rango de conductividades eléctricas y sodicidades que están poco estudiados, pudiendo duplicar la producción de biomasa a partir de intersembras y fertilización fosforada.

En lo que respecta a la proteína bruta de la biomasa producida, se hallaron incrementos del 60% respecto a los valores alcanzados por el pastizal natural (Rodríguez y Jacobo, 2012). Adicionalmente, es una especie fijadora de nitrógeno atmosférico, aportando dicho elemento a la fracción química del suelo (Casal, 2005; Rachetti, 2020).

En nuestro país, las dos especies de mayor importancia son *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*, adaptadas a un amplio rango de suelos, de baja disponibilidad de fósforo (P), pobremente drenados y bajo pH, presentan a su vez, cierta tolerancia a sequías (Muttoni Pastorino, 2008).

	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Encharcamiento	Mayor tolerancia (Antonelli, <i>et al.</i> , 2015; Nadales, 2014)	Menor tolerancia (Muttoni Pastorino, 2008; Antonelli, <i>et al.</i> , 2015)
Deficiencia de P	Tolera deficiencias de P porque genera una estructura radical con mayor capacidad de absorción (mayor proporción de raíces laterales) (Paz <i>et al.</i> , 2012)	
Sequía	Susceptible a deficiencias hídricas por tener un sistema radicular muy superficial (Estol Rivas <i>et al.</i> , 2001).	Tolerancia a sequía (Muttoni Pastorino, 2008)
Producción de biomasa	Entre 8500 a 14000 Kg.Ms ⁻¹ /Ha/Año (Vignolio <i>et al.</i> , 2009).	Entre 5000 a 13000 Kg.Ms ⁻¹ /Ha /Año (García-Bonilla <i>et al.</i> , 2014).
Proteína Bruta	De 15 a 22% de proteína bruta (Rompani, 2016; Acosta, <i>et al.</i> , 2015).	De 16 a 28% proteína bruta (García-Bonilla <i>et al.</i> , 2014)
Digestibilidad	Digestibilidad del 75% (Rompani, 2016).	Digestibilidad del 70% (García-Bonilla <i>et al.</i> , 2014).
Salinidad	Mayor tolerancia (Antonelli, <i>et al.</i> , 2015; Nadales, 2014)	Menor Tolerancia (Antonelli, <i>et al.</i> , 2015; Maguire <i>et al.</i> , 2020).
Fijación biológica	Positiva (240 KgN/Ha aproximadamente) (Casal, 2005; Rachetti, 2020)	
Morfología	Crecimiento postrado (Criado, 2014)	Crecimiento erecto (Criado, 2014)
Pastoreo	Pastoreos rotativos, con buenos descansos (no intensos ni frecuentes) y aprovechamiento de la fructificación para resiembra mediante el transporte del animal (Muttoni Pastorino, 2008; Criado, 2014)	

De esta manera tanto *L. tenuis* como *L. corniculatus* pueden ser especies que mejoren o incrementen el potencial productivo de los ambientes con limitantes halo-hidromórficas, aportando mayor cantidad de forraje y mejorando su calidad, siendo una opción forrajera más, para la problemática de altas cargas en estos ambientes. Para ello es necesario conocer la tolerancia a la salinidad que presenta cada una de ellas.

Objetivo general

Determinar el efecto de la salinidad sobre el crecimiento de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* en la etapa de implantación y establecimiento temprano.

Objetivo específico

Evaluar la dinámica de crecimiento, y la demografía de población para ambas especies creciendo en distintas situaciones de salinidad.

Determinar el efecto del incremento de la salinidad sobre la biomasa acumulada y sus componentes de rendimiento en *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus*.

Materiales y métodos

Material y Sitio experimental

Con la finalidad de dar respuesta al objetivo planteado se utilizó semilla identificada de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis*, los cuales se los sometió a un gradiente ambiental el cual presentó un amplio rango de salinidad y sodicidad.

En cuanto a los ambientes, fueron seleccionados dentro de un lote heterogéneo serie Marcos Juárez (capacidad de uso I), el cual se salinizó debido al ascenso de napa freática, dejando desde ambientes con manchones de salinidad hasta otros prácticamente no afectados con múltiples situaciones intermedias.

La selección de ambientes en un principio se realizó por estimación visual, se pudo observar zonas sin cobertura, con sal en superficie o zonas con mayor cobertura y diversificación de especies. También se caracterizó por zonas con diferencias en especies, zonas con presencia netamente de pelo de chanco, otras con salicornia y pelo de chanco, otras con mayor diversidad, con presencia de gramíneas y dicotiledóneas. En cuanto a la biomasa producida se hallaron claras diferencias en crecimiento de altura y cobertura de suelo.

En estos sitios se tomaron muestras compuestas de suelo (20 piques por ambiente) para confirmar si existían diferencias en cuanto a salinidad y pH. Los ambientes seleccionados para el ensayo fueron 9 y se procedió a tomar muestras, de cada ambiente seleccionado, de 0-5 cm y 5-20 cm para diferenciar estratos, cama de siembra y crecimiento de raíces.

Estas muestras fueron secadas hasta peso constante, molidas con mortero y tamizadas con tamiz de malla de 2 mm. Se colocó una parte de tierra y 2,5 de agua destilada, revolviendo cada 15 minutos durante 1 hora. Posteriormente se obtuvieron los valores de CE, que oscilaron desde 0,31 dS.m⁻¹ a 19,04 dS.m⁻¹ y pH de 5,98 a 7,74, a partir de la medición con conductímetro HANNA HI8733 y un pH-metro HANNA HI9141. Con estos valores se identificaron diferencias en cada ambiente muestreado y estrato.

De cada ambiente seleccionado para el ensayo, se diferenciaron dos situaciones, se extrajeron 3 macetas de 4 litros (Lts) de una situación y 3 de otra, con el objetivo de

disminuir el error de elección de ambientes. Posteriormente se volvió a realizar análisis de pH y CE con el mismo método descrito anteriormente para determinar pequeñas variaciones en estos parámetros dentro de cada ambiente.

A partir de los antecedentes bibliográficos hallados de cada especie respecto a su tolerancia a sales, los grupos de macetas (3 macetas) con mayor rango de CE fueron destinadas a *Lotus tenuis* y las de menor CE a *Lotus corniculatus*, quedando 9 ambientes distintos dentro de cada especie.

Tabla 1: Conductividad eléctrica (dS.m⁻¹) a 0 – 5 cm de profundidad de cada ambiente ensayado.

<i>Lotus corniculatus</i>		<i>Lotus tenuis</i>	
Sitio	CE (dS.m ⁻¹)	Sitio	CE (dS.m ⁻¹)
P01	12,42	P01	6,18
P05	10,63	P05	19,04
P02	4,26	P02	1,77
P07	9,27	P07	6,21
P08	6,64	P08	2,59
P06	2,39	P06	1,16
P13	2,33	P13	0,6
P15	1,35	P15	0,45
P18	2,37	P18	0,42

El día 30/03/2021 se realizó la siembra en macetas de 0,024 m². Las mismas fueron ubicadas dentro del invernáculo que se encuentra en la EEA INTA Marcos Juárez (33° 3' 35.92" S - 64° 25' 10.17" O). Para lograr una correcta siembra, se realizó en primer lugar una prueba de germinación (PG), que constó de contar 50 semillas de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis*, colocarlas en cajas de petri con papel humedecido y llevarlas a estufa a 25 °C, realizando mediciones cada 2 días durante 14 días, siguiendo las normas ISTA.

El PG alcanzado por *Lotus tenuis* fue 80%, mientras que el de *Lotus corniculatus* 70,5%. La densidad elegida fue de 500 pl.m⁻² para ambas especies, por lo tanto, se sembraron 15 y 17 semillas.maceta⁻¹ de *Lotus tenuis* y de *Lotus corniculatus* respectivamente.

Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue un factorial de dos especies (*Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis*) por 9 ambientes diferentes, para cada especie, con tres repeticiones por ambiente.

Mediciones en planta

No destructivas:

- Demografía de individuos

La emergencia de los individuos ocurrió a los 5 días pos-siembra (77, 9°C.día⁻¹), y a partir de ese momento, se registró cada 3 días (aproximadamente 40°C.día⁻¹) la cantidad de individuos, monitoreando de esta manera la aparición y muerte de los mismos. Estas mediciones se mantuvieron hasta el final del ensayo (600°C.día⁻¹).

- Altura de plántulas

Cuando los individuos en general, superaron el centímetro de altura se comenzó a registrar la misma (285°C.día⁻¹). La altura se midió con una regla graduada en centímetros cada 3 días (aproximadamente 40°C.día⁻¹). Estas mediciones se mantuvieron hasta el final del ensayo (600°C.día⁻¹).

Destructivas:

- Densidad de plántulas

La misma se determinó al finalizar el ensayo a los 600°C.día⁻¹, realizando un corte al ras del suelo de los individuos y contándolos por maceta.

- Peso promedio de individuos

Este se determinó realizando una división de la biomasa aérea acumulada a los 600°C.día⁻¹ y la densidad final de plántulas.

- Altura final de individuo

Esta variable se determinó al finalizar el ensayo a los 600°C.día⁻¹, midiendo la altura promedio de individuos por maceta, la misma se realizó con una regla graduada en cm.

- Biomasa aérea acumulada

La misma se determinó al finalizar el ensayo a los $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$, realizando un corte al ras del suelo y pesando la biomasa aérea acumulada en una balanza de precisión, posteriormente se llevó el material verde a estufa a 65°C (con recirculación de aire) logrando así el peso seco final, para poder calcular la producción de materia seca (MS).

Análisis estadístico

El análisis de las variables que se relacionaron con el tiempo térmico ($^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}^{-1}$), se realizó utilizando modelos lineales mixtos (Demografía de individuos y Altura de plántulas). Las medidas fueron comparadas con test LSD de Fisher, con un nivel de significancia del 5%.

En el caso de densidad de plántulas, peso de individuos, altura final de individuo y biomasa aérea acumulada se realizaron regresiones con conductividad eléctrica, para cada especie y se compararon las pendientes de las mismas.

Para todo el análisis se utilizó el software SAS on demand.

Resultados

Es necesario aclarar que, para mejor entendimiento del lector, se eligieron a partir de los resultados estadísticos dentro de los 9 ambientes primariamente seleccionados, 4 ambientes para *L. corniculatus* y 6 para *L. tenuis*, esto fue debido a que con CE inferiores a 6 dS.m⁻¹ había sitios que presentaron CE similares y por ende resultados sin diferencias significativas. Por otro lado, todos los sitios con CE superiores a 6 dS.m⁻¹ no presentaron ni emergencia de individuos, ni crecimiento de los mismos, por lo cual mostrarlos no aportaba demasiado a la explicación y entorpecía la lectura de las figuras.

Demografía de individuos

El incremento de la CE en los primeros centímetros de suelo disminuyó la densidad de individuos tanto para *L. corniculatus* como para *L. tenuis* (Figura 1 A y B). *Lotus* spp. no emergió en presencia de conductividades eléctricas cercanas a 6 dS.m⁻¹, o en el caso de *Lotus tenuis*, lo hizo presentando densidades muy bajas, mostrando para ambas especies diferencias significativas respecto de los demás tratamientos con menores salinidades ($p < 0,001$).

L. corniculatus presentó un incremento promedio en la demografía de individuos hasta los 400°Cd, de un individuo cada 2,2°Cd, para valores de conductividad eléctrica que fueron desde 1,35 a 4,26 dS.m⁻¹, sin hallar diferencias significativas entre CE (Figura 1A). Por encima de los 400°Cd, la densidad de plantas se estabilizó, alcanzando una meseta de 165 ± 34 individuos.m⁻² en promedio, para dichos tratamientos, no hallando diferencias significativas entre estos.

Para *L. tenuis*, el incremento en la demografía de individuos se observó hasta los 300°Cd, con una tasa promedio de aparición, de un individuo cada 1,4°Cd, para valores de salinidad que fueron desde 0,45 hasta 2,59 dS.m⁻¹ (Figura 1B) diferenciándose, de aquellos tratamientos superiores a 6 dS.m⁻¹. Por encima de los 300°Cd se alcanzó una meseta en los valores de demografía, presentando las conductividades inferiores a 2,59 dS.m⁻¹ en promedio 260 ± 28 individuos.m⁻².

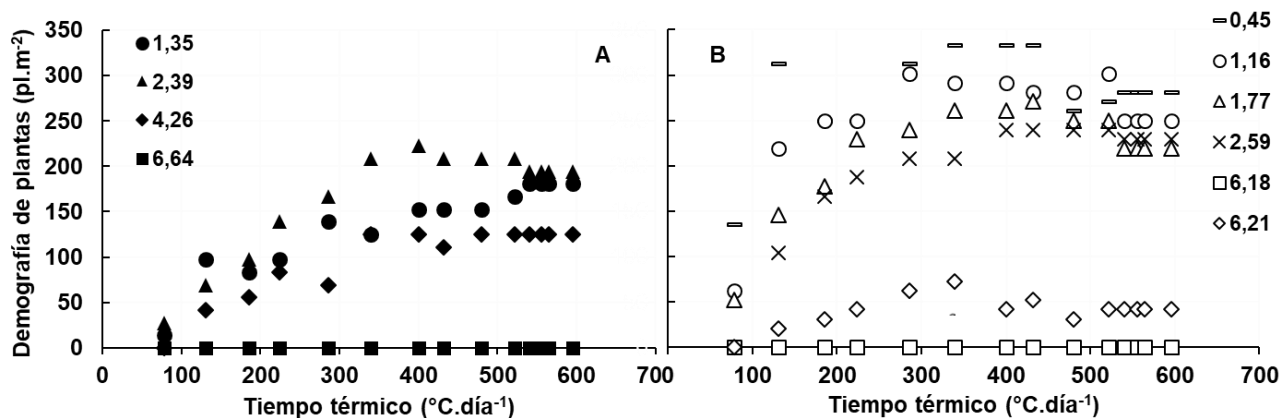


Figura 1 A y B: Demografía de plantas (pl.m⁻²) de *Lotus corniculatus* “A” y *Lotus tenuis* “B” en función de tiempo térmico (°C.día⁻¹), desde la emergencia hasta los 600°Cd, para diferentes conductividades eléctricas de suelo 1:2,5 (dS.m⁻¹)

Altura de plántulas

El incremento en la altura de plántulas para ambas especies fue en aumento desde los 280°Cd hasta los 546,6°Cd, encontrando una meseta para esta variable posterior a dicho momento (Figura 2 A y B). Como se mencionó anteriormente, por encima de 6 dS.m⁻¹, no se registró germinación de individuos, exceptuando a *L. tenuis*, en donde los individuos germinados alcanzaron alturas promedio de 3,5 cm para estas salinidades, diferenciándose significativamente de los tratamientos de menores conductividades (p<0,001).

L. corniculatus presentó una tasa de crecimiento promedio de 1 cm cada 62,5°Cd, para salinidades que fueron desde 1,35 a 4,26 dS.m⁻¹. Por encima de los 564,6°Cd, no se detectó aumento en altura, alcanzando alturas de 7 ± 0,89 cm.

L. tenuis presentó tasas de crecimiento promedio de 1 cm cada 41,6°Cd, para valores de conductividad eléctrica que oscilaron entre 0,45 a 2,59 dS.m⁻¹, alcanzando valores finales de altura promedio de 11,12 ± 2 cm. Mientras que para conductividades eléctricas de 6,21 dS.m⁻¹, presentó menores tasas de crecimiento promedio (1 cm cada 131,6°Cd), alcanzando valores de 3,5 cm de altura.

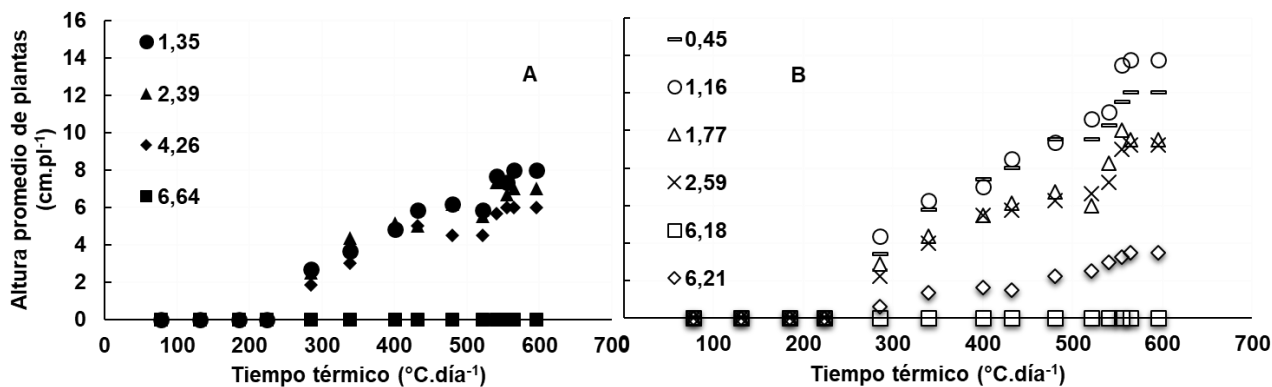


Figura 2 A y B: Altura promedio de plantas (cm.pl^{-1}) de *Lotus corniculatus* “A” y *Lotus tenuis* “B” en función de tiempo térmico ($^{\circ}\text{C.día}^{-1}$), desde la emergencia hasta los 600°Cd , para diferentes conductividades eléctricas de suelo $1:2,5$ (dS.m^{-1})

Densidad de plántulas

La densidad final de individuos (600°Cd) tanto de *L. corniculatus* (162 individuos/ m^{-2}) como de *L. tenuis* (253 individuos. m^{-2}) disminuyó con el aumento de la salinidad ($p < 0,001$), mostrando caídas de 32 y 44 individuos. m^{-2} por cada unidad de incremento de la CE respectivamente (Figura 3).

Con conductividades eléctricas inferiores a $2,5$ dS.m^{-1} *Lotus corniculatus* alcanzó valores de 162 individuos. m^{-2} , mientras que *Lotus tenuis* presentó densidades de 253 individuos. m^{-2} , no hallando diferencias significativas entre especies. Con CE de 6 dS.m^{-1} aproximadamente ambas especies presentaron densidades cercanas a cero. Pese a ello *Lotus Tenuis* presentó valores aproximados de 40 pl.m^{-2} para salinidades cercanas a 6 dS.m^{-1} , lo que podría implicar una mayor tolerancia a la salinidad por parte de esta última.

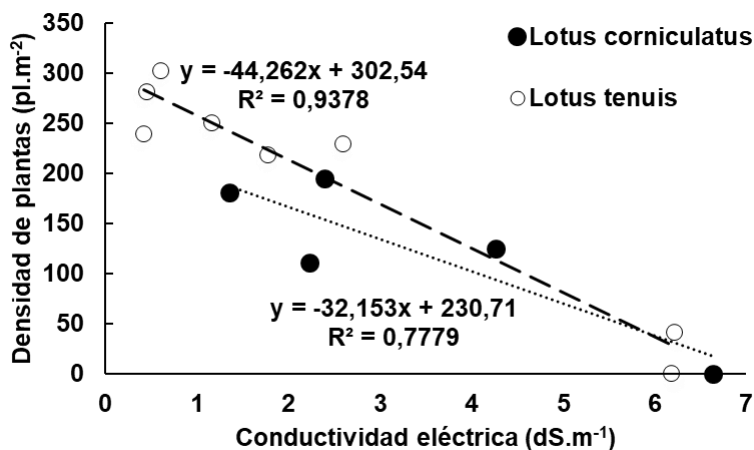


Figura 3: Densidad de plantas (pl.m⁻²) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de conductividad eléctrica 1:2,5 de suelo (dS.m⁻¹) a una profundidad de 5 cm.

Peso promedio de individuos

Se encontró una relación negativa entre la salinidad y el peso de individuos, hallando diferencias significativas para la misma ($p < 0,001$), para ambas especies. Se observó una disminución en el peso individual de *L. corniculatus* y *L. tenuis* de 0,0093 y 0,0158 gramos de MS respectivamente, por cada punto de CE que aumentó (Figura 4), no hallando diferencias significativas entre las especies.

Para valores de conductividad eléctrica menores a 2,5 dS.m⁻¹, *L. corniculatus* obtuvo valores de peso individual 2,3 veces menores a *L. tenuis*, (0,047 g MS.pl⁻¹ y 0,110 g MS.pl⁻¹) respectivamente, con CE cercanas a 6 dS.m⁻¹ ya no se encontraron individuos emergidos, excepto *L. tenuis* que presentó valores de 0,051 g MS.pl⁻¹.

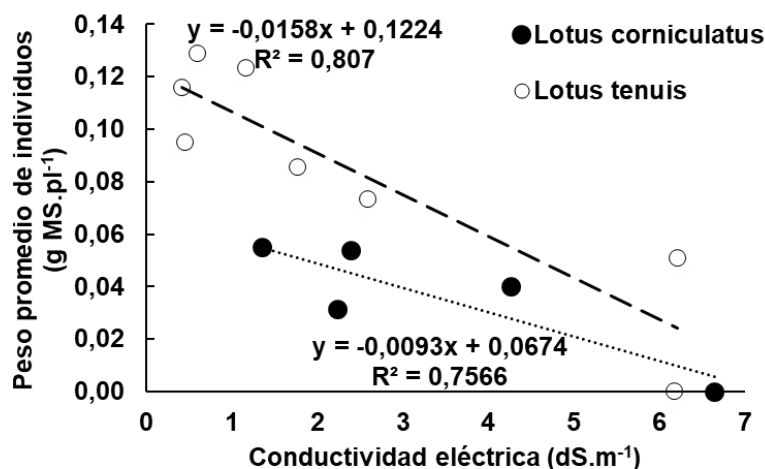


Figura 4: Peso promedio de individuos (g MS.pl⁻¹) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de conductividad eléctrica de suelo 1:2,5 (dS.m⁻¹).

Altura final de individuo

Para esta variable también se encontró una relación negativa entre la salinidad y la altura final de individuos, hallando diferencias significativas para la misma ($p < 0,001$), para ambas especies.

Por cada punto de incremento del tenor salino, la altura final de las plantas de *L. corniculatus* disminuyeron 1,36 cm, mientras que *L. tenuis* disminuyó 1,85 cm.pl⁻¹ un 35% más respecto de *corniculatus* (Figura 5). No hallando diferencias significativas entre las pendientes de ambas especies.

Con valores de conductividad eléctrica por debajo de los 2,5 dS.m⁻¹ *L. corniculatus* alcanzó alturas finales promedio de 6,89 cm.pl⁻¹, mientras que *L. tenuis* presentó alturas finales 64% superiores numéricamente (11,33 cm.pl⁻¹).

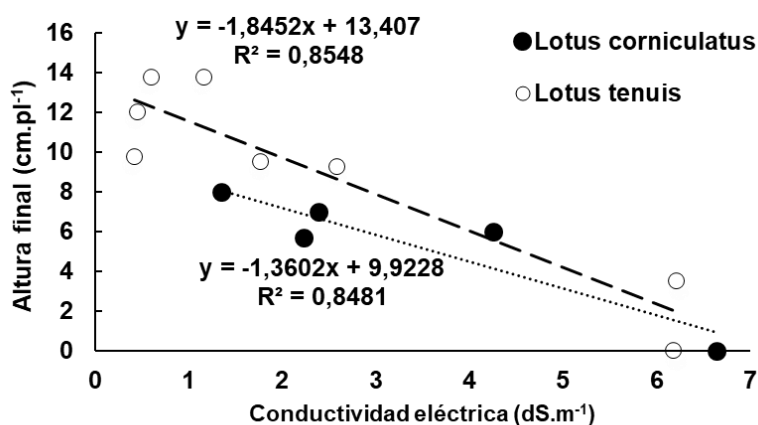


Figura 5: Altura final (cm. pl⁻¹) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de conductividad eléctrica 1:2,5 de suelo (dS.m⁻¹).

Biomasa aérea acumulada

Lotus spp mostró una disminución de la biomasa con el incremento de la conductividad eléctrica, encontrando diferencias significativas en esta relación ($p < 0,001$).

Entre especies no se detectaron diferencias significativas en las pendientes, independientemente de ello, se observaron diferencias numéricas. Así, *L. corniculatus* mostró una caída de -1,53 g MS.m⁻² por cada unidad de aumento de la CE, mientras que *L. tenuis* disminuyó en -5,3 g MS.m⁻² por cada punto de incremento en la CE.

Con CE inferiores a $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$, *L. corniculatus* presentó valores finales de biomasa acumulada 3,4 veces menores que *L. tenuis*, siendo estos de $7,6 \pm 3,85 \text{ g MS.m}^{-2}$ y $26 \pm 8,8 \text{ g MS.m}^{-2}$, respectivamente.

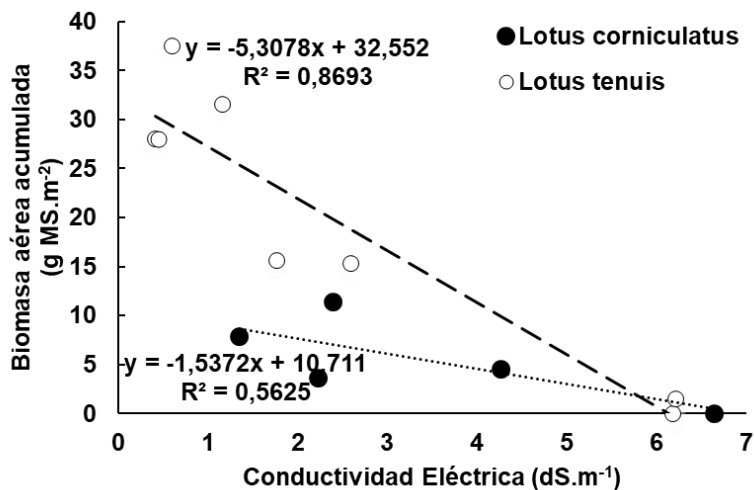


Figura 6: Biomasa aérea acumulada (g MS.m^{-2}) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd , en función de conductividad eléctrica $_{1:2,5}$ de suelo (dS.m^{-1}).

Discusión

Al igual que en otros trabajos, se observó que incrementos en los niveles de salinidad disminuyen el porcentaje de germinación de las semillas de *Lotus spp.*, afectando el número de individuos establecidos (Marinoni *et al.* 2017). En ese trabajo se encontró que las mermas en la densidad de individuos germinados para *L. tenuis*, entre el tratamiento control y el salinizado fueron del 35%, a los 300°Cd, valores similares a los hallados en este experimento para salinidades equivalentes.

Adicionalmente, Teakle, *et al.*, (2007), expone que *L. tenuis* presenta mayor tolerancia tanto a la salinidad como al anegamiento respecto de *L. corniculatus* debido a que el primero posee barreras que limitan el ingreso de Na⁺ y Cl⁻ a la planta (xilema y tallos), teniendo un efecto directo sobre el crecimiento y la acumulación de biomasa. Dicho efecto fue evidente en este trabajo para variables como demografía de individuos y altura, mientras que en otras variables se hallaron solamente diferencias numéricas en el mismo sentido, pero no estadísticas, pudiendo ser necesario incrementar el número de repeticiones. Así, analizando los datos de la demografía poblacional, *L. tenuis* alcanzó un 57% más de individuos, logrados 100°Cd antes, respecto de *L. corniculatus*. Un resultado similar se halló para la variable altura final, en donde *L. tenuis* presentó alturas que superaban a *L. corniculatus* en más de un 50%.

En cuanto a densidad de individuos, altura y peso de individuos medidos al final de la acumulación (550°Cd aproximadamente desde la siembra), se observó una caída para *L. tenuis* como para *L. corniculatus* con el aumento de la salinidad.

Estos tres parámetros morfológicos (altura, peso de individuos y densidad) presentaron diferencias entre *L. tenuis* y *L. corniculatus*, mostrando *tenuis* un mejor comportamiento respecto de *corniculatus* independientemente de la salinidad. Sin embargo, cuando se analizan salinidades consideradas bajas (1,5 dS.m⁻¹) e intermedias (3 dS.m⁻¹), las reducciones de estos parámetros para *L. corniculatus* en comparación con *L. tenuis* se mantienen relativamente estables, hallando disminuciones de aproximadamente un 30% para altura de individuos y densidad, mientras que para peso de individuos mostraron una merma del 45% aproximadamente.

Estos efectos pueden ser explicados debido a que las plantas para tolerar las elevadas salinidades, incrementan la turgencia y cierran estomas produciendo una

disminución del crecimiento (Ixtaina y Mujica, 2004). Este comportamiento está determinado principalmente por la tolerancia de la especie o cultivar y por el tenor salino al que las plantas están sometidas. Así, existen trabajos que muestran reducciones en los componentes de la biomasa aérea para *L. tenuis* de aproximadamente un 25%, comparando materiales tolerantes y susceptibles (Geretto, 2015), datos similares a los hallados para este trabajo en variables como altura y densidad de individuos cuando se compara el comportamiento de *L. tenuis* y *corniculatus*, lo cual demuestra que existe una gran variabilidad en la respuesta a la tolerancia a sales dentro del género *Lotus* spp.

En ensayos realizados en otra leguminosa como alfalfa durante un estadio fenológico similar y bajo situaciones de salinidad semejantes (Bertram *et al.*, 2021), la especie presentó valores intermedios de altura promedio de individuos, respecto de los hallados para *L. tenuis* y *corniculatus*, mientras que en la biomasa aérea acumulada la alfalfa mostró un comportamiento similar a *L. corniculatus*, mientras que *L. tenuis* triplicó los valores alcanzados por las anteriores, para situaciones de baja salinidad, sumado a una mayor tolerancia a sales cuando la salinidad superó los 4 dS.m⁻¹.

Cuando se correlacionaron parámetros como altura y peso promedio de individuos se halló una relación lineal positiva (Figura 7), con un muy buen ajuste entre las variables, tanto para *L. tenuis* como para *L. corniculatus*. Presentando *L. corniculatus* una pendiente un 22% superior respecto de *L. tenuis*, pese a que esta última logro mayores alturas y peso promedio de individuos (Figuras 5 y 4). Así es que *L. tenuis* mostró mayor tolerancia frente a elevadas salinidades debido probablemente a fortalezas frente a la salinidad como, la suberización de la raíz, a la mayor producción de raíces adventicias y una alta tasa de transpiración (Silveira Martinez, 2011)

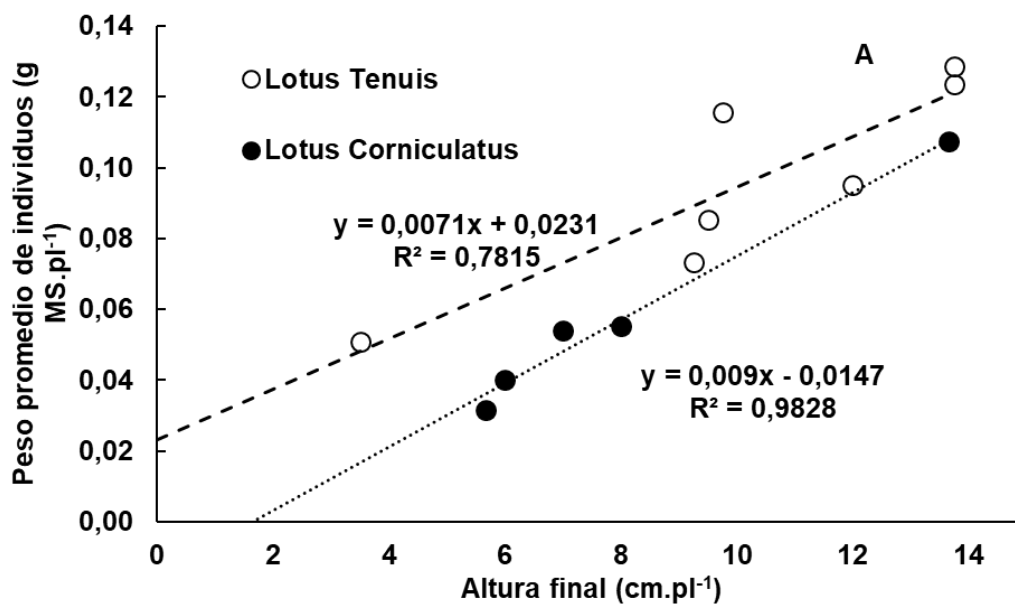


Figura 7: Peso promedio de individuos (g MS.pl⁻¹) de *Lotus corniculatus* y *Lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de altura final (cm.pl⁻¹).

En cuanto a la relación entre el peso y la densidad de plantas, también se halló una asociación directa y positiva, encontrando que por lo menos hasta los 600°Cd aumentaron tanto el número de individuos como el peso de los mismos, no encontrando aparentemente competencia por recursos, presentando *L. corniculatus* una pendiente un 15% superior a *L. tenuis*, pese a encontrar las máximas densidades y pesos de individuos en esta última especie.

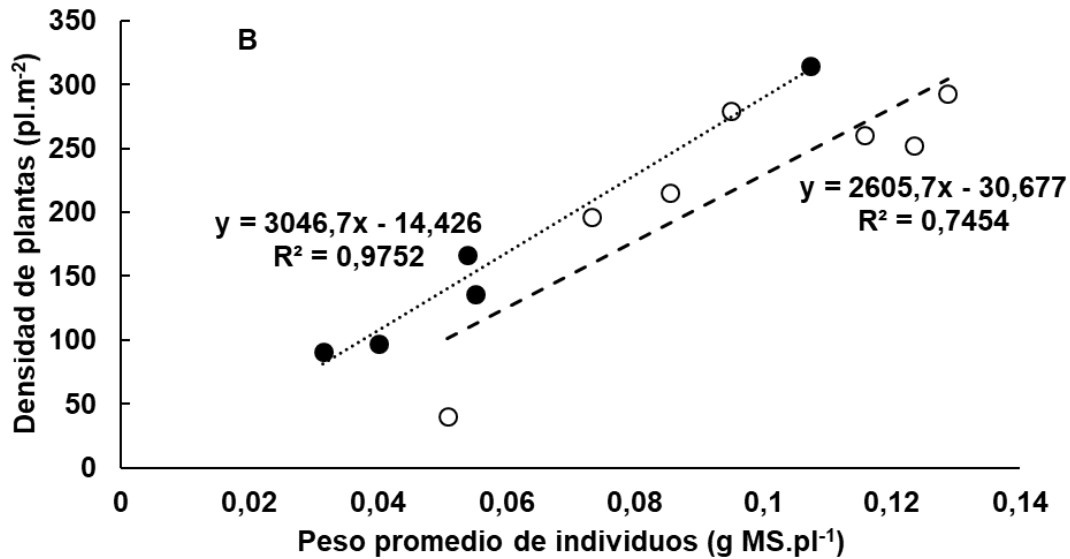


Figura 8: Densidad de individuos (pl.m⁻²) de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* a los 600°Cd, en función de peso promedio de individuos (g MS.pl⁻¹).

También se hallaron asociaciones positivas entre la densidad de plantas y la biomasa aérea acumulada y entre el peso de individuos y la biomasa aérea acumulada en la primer relación *L. tenuis* presentó una pendiente un 20 % superior a *L. corniculatus* mientras que en la segunda relación ambas especies presentaron pendientes similares.

Ambas asociaciones muestran en primer lugar, que hasta los 600°Cd no existe competencia aparente por recursos (agua, luz, o nutrientes), mostrando un crecimiento sostenido, sumado a no hallar mesetas en el crecimiento en altura ni mortandad de individuos en aquellos tratamientos con salinidades menores a 4 dS.m⁻¹, no hallando efectos notorios de regulación poblacional de individuos, lo cual puede colaborar con la primera afirmación. En segundo lugar, se puede visualizar que la densidad de individuos es un parámetro que mostró una mayor plasticidad entre *L. tenuis* y *L. corniculatus*, en relación a lo que mostró el peso de los individuos, siendo una variable menos sensible.

Respecto a la relación positiva hallada entre altura de individuos y biomasa aérea acumulada, *L. tenuis* presentó una pendiente de un 20% superior a *L. corniculatus*, siendo un parámetro que podría asociarse al peso de individuos presentó una plasticidad diferente.

Este tipo de relaciones positivas entre biomasa y componentes de la misma (altura, peso y densidad de individuos) son frecuentes de hallar en etapas de implantación donde

la competencia entre individuos no afecta significativamente el crecimiento, las mismas se han hallado en diferentes especies desde anuales a perennes y desde gramíneas a leguminosas (Moreno, 2016; Luque y Fernandez Chavez, 2017; Pentón, 2000).

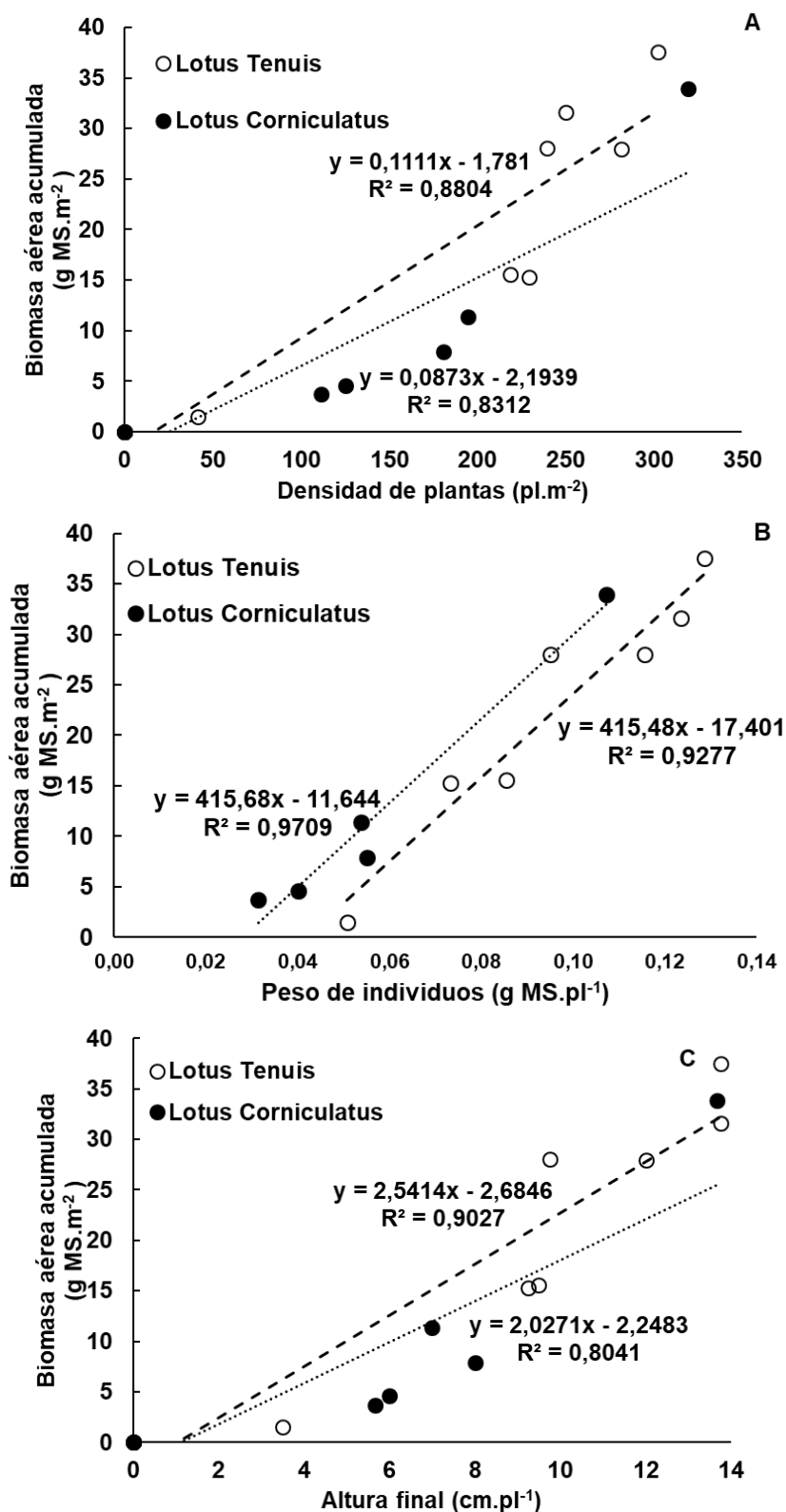


Figura 9 A, B Y C: (A) Biomasa aérea acumulada (g MS.m⁻²) de *lotus corniculatus* y *lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de Densidad de plantas (pl.m⁻²). (B) Biomasa aérea acumulada (g MS.m⁻²) de *lotus corniculatus* y *lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de peso de individuos (g MS.pl⁻¹). (C) Biomasa aérea acumulada (g MS.m⁻²) de *lotus corniculatus* y *lotus tenuis* a los 600°Cd, en función de Altura final (cm.pl⁻¹).

Si bien, el incremento de la salinidad de suelo tuvo efectos negativos sobre las variables de crecimiento medidas tanto en *L. tenuis* como en *L. corniculatus*, el primero evidenció una mayor tolerancia a la salinidad.

Es importante aclarar, que este ensayo fue realizado para una situación de implantación, se desconoce el comportamiento de la especie en su desarrollo posterior y vida adulta, ya que la planta está sometida no solo al estrés salino sino que tiene un fuerte impacto el manejo de la misma, la forma de cosecha, influencia del clima, y cualquier tipo de estrés que pueda afectar a las especies, siendo necesario continuar con ensayos que complementen la información presentada y aporten mayor claridad a estos aspectos.

Conclusiones

El incremento de la salinidad afectó negativamente todos los parámetros de crecimiento evaluados (biomasa aérea, altura, peso y densidad de individuos, y demografía de plantas) tanto de *L. tenuis* como de *L. corniculatus*.

Ambas especies presentaron tolerancia diferencial frente a la salinidad edáfica. Así, *L. tenuis* presentó mayor tolerancia a sales respecto de *L. corniculatus* en la dinámica de demografía y altura promedio de plantas.

En lo que respecta a densidad de plántulas, peso promedio de individuos, altura final y biomasa aérea acumulada no se hallaron diferencias entre especies, posiblemente debido a que el tiempo de evaluación pudo haber sido escaso, o a la variabilidad impuesta por los tratamientos de salinidad.

La información generada es de suma importancia para poder recomendar distintas especies en función a las limitantes edáficas con que nos encontremos y así poder aumentar la productividad de los ambientes con menor capacidad de uso por restricciones de salinidad, siendo necesario generar mayor información al respecto, sobre todo en etapas posteriores a la implantación.

Bibliografía

- Acosta, A., Rossi, J. J., Acosta, G., Bailerres, M., Golliscio, R., Schor, A. y Filipini, S. (2015). *Comportamiento ingestivo y respuesta productiva de novillos en pasturas de Lotus tenuis*. Trabajo presentado en el 38° Congreso Argentino de Producción animal, 2015, Santa Rosa, La Pampa.
- Antonelli, C.J., Bailerres, MA., Escaray, F., Menéndez, AB., Estrella, MJ., Sannazzaro, A., Pieckenstein, FL., Babuin, FM., Campestre, MP., Ruiz, OA. (2015). *Estrategias biotecnológicas de biofertilización y de promoción del género Lotus spp. para potenciar la producción forrajera y el desarrollo sustentable de la ganadería de la Pampa Deprimida del Río Salado (Argentina)*. IIB-INTECH. UNSAM-CONICET. Chacra Experimental Integrada chascomús (INTA-MAA).
- Agr David Silveira Martínez, I. E., & Exp Bernardo Rosengurt, E. (2011). *Caracterización agronómica de las leguminosas mas utilizadas em el uruguay*.
- Aizen, M., Garibaldi, L., & Dondo, M. (2009). *Expansión de la soja y diversidad de la agricultura argentina*.
http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1367/733
- Antonelli, C. J. (2010). *Estrés por inundación en leguminosas del género Lotus : e studios morfológicos, anatómicos, fisiológicos, moleculares y de su relación simbiótica con rizobios*. 95.
- Arrigo, N. M., & Conti, M. E. (1985). *Significance of root interception, mass flow and difussion processes of Ca-Mg-K and P in corn plants of the pampa region*. Rev. Facultad de Agronomía, 6(3), 183–188.
- Ayars, J. E., Christen, A. E. W., Soppe, A. R. W., & Meyer, W. S. (2006). *The resource potential of in-situ shallow ground water use in irrigated agriculture: a review*.
<https://doi.org/10.1007/s00271-005-0003-y>
- Bandera, R. (2013). *Rehabilitación de suelos salino-sódicos: evaluación de enmiendas y de especies forrajeras*. 56.
- Berasain Gomes de Freitas, I., Duret Vignolo, L., & Sosa Reverditto, E. (2015).

Evaluación de la implantación de tres mezclas forrajeras en siembra directa.

https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20645/1/TTS_BerasainGomesdeFreitasInés.pdf

- Bertram, N. (2008). *Respuesta de agropiro alargado (Thinopyrum ponticum) a la densidad de siembra y al arreglo espacial: desarrollo del área foliar, estructura poblacional e intercepción lumínica en el año de implantación.*
- Bertram, N, Alfonso, C., Grande, S., Chiacchiera, S., Ohanian, A., Bonvillani, J., Conde, M., & Angeletti, F. (2021). *Efecto de la concentración salina y el régimen hídrico sobre la germinación, emergencia y establecimiento de alfalfa (Medicago sativa L.)* .
https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/10208/RIA_VOLUMEN47_n2_p.267-272.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bertram, Nicolás, Chiacchiera, S., & Inta, M. J. (2011). *Los ambientes no agrícolas de la región centro y la potencialidad forrajera.*
- Capdevielle, B. (2016). *La ganadería en tiempos agrícolas: estancamiento, competencia por el uso de la tierra y cambios productivos.*
- Casal, A. (2005). *“Alternativas para aumentar la producción de forraje en pastizales.*
- Chiacchiera, S., & Agr Esteban Jobbágy Bióloga Edith Taleisnik, I. (2017). *Efecto de la profundidad de napa freático y la salinidad sobre la dinámica de crecimiento de grama rhodes(Chloris gayana).*
- Cisneros, José M.(1), Degioanni, Américo J.(1) Cantero, Juan J.(2), Cantero G., A. (1986). *Caracterización y manejo de suelos salinos de el Área Pampeana Central. “La salinización de Suelos En La Argentina: Su Impacto En La Producción Agropecuaria.* Edith Taleisnik, Karina Grunberg, Guillermo Santa María (Eds.), 1, 1–39.
- Criado, C. A. (2014). *LOTUS “PAMPA” INTA Una herramienta de trabajo para los suelos bajos-inundables.*
- Degioanni, A., Cisneros, J., Cantero, J., Plevich, O., & Cantero, A. (2020). *Vista de Tecnologías para recuperar la producción de biomasa en suelos salinos.*
http://www.ayv.unrc.edu.ar/ojs/index.php/Ab_Intus/article/view/134/85

- Entio, L.J., Ruquet, V., Corbetta, C., Masci, C., Elustondo, E., y Mujica, M.M. (2015). *Producción de materia seca de variedades de Lotus puros y consociados en un suelo aptitud agricola*. Revista Argentina de Producción Animal, 35(1), 149.
- FOGLINO LOPEZ, F., & FERNANDEZ ZANETTI, J. (2009). *UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA FACULTAD DE AGRONOMIA*.
- Frank, F., & Viglizzo, E. (2010). *Coastal ecosystem and human well-being. The case of MAFU Brazil and a program in progress with India and South Africa*
Comportamento de um leão-marinho em cativeiro View project AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS DURANTE A AQUISIÇÃO DE DADOS SÍSMICOS SOBRE A REPRODUÇÃO E O RECRUTAMENTO DE CAMARÕES E LAGOSTAS View project José Milton Andriguetto-Filho Universidade Federal do Paraná. <https://www.researchgate.net/publication/269576085>
- Garcia Bonilla et al. (2014). *Rendimiento y calidad de forraje de genotipos de Lotus corniculatus en el Estado de México*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-07052015000100010
- Geretto, M. L. (2015). *Influencia de las condiciones del estrés salino sobre parámetros de crecimiento de un cultivar tolerante y un cultivar susceptible de Lotus tenuis al estado vegetativo. Ciclo 2013*.
<https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/406/1/doc.pdf>
- González-Naranjo, V., Leal, M., Lillo, J., De Bustamante, I., & Palacios-Díaz, P. (2012). *Guía de caracterización edáfica para actividades de regeneración de aguas residuales en usos ambientales*.
- Ixtaina, V. Y., & Mujica, M. M. (2004). *Variability in the salt tolerance in Lotus glaber Mill. genotypes selected in situ in a saline basin of the Flooding Pampas (Province of Buenos Aires, Argentina)*. Revista Pastos (España).
- Jobbágy, E. G., & Nosetto, M. D. (2015). *Las napas freáticas superficiales como agente de degradación de suelos*.
- Jobbágy, E., Nosetto, M., Santoni, C., & Baldi, G. (2008, December). *Vista de El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la*

llanura Chaco-Pampeana.

http://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1377/74
3

JUAN DE LA CRUZ JIMÉNEZ S., LIZ PATRICIA MORENO F., & STANISLAV
MAGNITSKIY. (2012). *Vista de Respuesta de las plantas a estrés por inundación.
Una revisión.*

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/1287/1283

Karlin M. S., Moreno, M. A., Rollán, A. A., & Bachmeier O. A. (2013). *Causas y
efectos de la dinámica hídrica del suelo sobre las comunidades vegetales en
Salinas Grandes, Catamarca (Argentina).*

<https://www.redalyc.org/pdf/428/42829408001.pdf>

Kugler, W. (2015). *XV REUNIÓN ANUAL DE FORRAJERAS.*

Leidi, E. O., & Pardo José M. (2002, February). *Tolerancia de los cultivos al estrés
salino: qué hay de nuevo .*

[https://digital.csic.es/bitstream/10261/55867/1/Tolerancia de los cultivos al estrés
salino.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/55867/1/Tolerancia%20de%20los%20cultivos%20al%20estr%C3%A9s%20salino.pdf)

Maguire, V., Campestre, P., Antonelli, C., & Ruiz, O. A. (2020). *El mejoramiento de
especies forrajeras del género Lotus spp y su importancia económica y ambiental
en los pastizales de la pampa deprimida del Salado. May.*

Manuel-Navarrete, D., Gallopín, G., Blanco, M., Díaz-Zorita, M., Ferraro, D., Herzer,
H., Laterra, P., Morello, J., Murmis, M. R., Pengue, W., Piñeiro, M., Podestá, G.,
Satorre, E. H., Torrent, M., Torres, F., Viglizzo, E., Caputo, M. G., & Celis, A.
(2005). *Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y
sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de
conocimiento e integración de políticas .*

[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5656/S051013_es.pdf?sequen
ce=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5656/S051013_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Marinoni, L., Zabala, J. M., Patiño, J., & Pensiero, J. F. (2017). *Efecto de la
temperatura y salinidad en la germinación y crecimiento inicial de un material
naturalizado de Lotus Tenuis WALDST. & KIT.*

<http://www.scielo.org.ar/pdf/fave/v16n2/v16n2a05.pdf>

- Mercau, J. L., Jobbágy, E. G., Viglizzo, E., Menendez, A., Di Bella, C., Bert, F., Portela, S., Figueroa Schiebber, E., Florio, E., Gimenez, R., García, P., Murray, F., Jobbágy, E. G., Viglizzo, E., Portela, S., & Murray, F. (2013). *Sequía e inundación en la hiperllanura pampeana. Una mirada desde el lote al municipio. Rev. Agronomía & Ambiente*, 33(2), 71–77.
<http://www.agrohidrollanuras.unsl.edu.ar>
- Ministerio de Agricultura, G. y P.-D. N. de A. (2021). *Datos Argentina - Serie de tiempo de soja*. https://datos.gob.ar/dataset/agroindustria-soja---siembra-cosecha-produccion-rendimiento/archivo/agroindustria_3bfe4630-91e2-46cd-82ad-cf8dc94d3dfb
- Miñón Daniel P, Sevilla Gabriel H, Montes Leopoldo, & Fernandez Osvaldo. (1990, April). *LOTUS TENUIS: leguminosa forrajera para la pampa deprimida*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_artificiales/104-lotus.pdf
- Moreno, A., Barletta, P., Beribe, M. J., & Scheneiter, J. O. (2016). *Evaluación temprana de la productividad de una pastura de alfalfa en el año de establecimiento*.
- Munns, R., & Gilliam, M. (2015). *Salinity tolerance of crops - what is the cost? New Phytologist*, 208(3), 668–673. <https://doi.org/10.1111/NPH.13519/FORMAT/PDF>
- MUTTONI PASTORINO, G. (2008). *Evaluación bioquímica y fisiológica de poblaciones de Lotus corniculatus sensibles y tolerantes a sequía*.
- Nadales, A. (2014). *Evaluación del comportamiento en estado vegetativo de un cultivar resistente y un cultivar susceptible de Lotus tenuis bajo condiciones de estrés salino. Ciclo 2013*. <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-estado-vegetativo-cultivar-nadales.pdf>
- Nina Luque, E., & Fernández Chávez, C. (2017). *Uso de dos métodos de producción bajo tres densidades de siembra en el cultivo verde hidropónico de cebada (Hordeum vulgare L.) en carpa solar*.
http://www.scielo.org.bo/pdf/riiarn/v4n2/v4n2_a07.pdf
- Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Jackson, R. B., & Sznajder, G. A. (2009). *Reciprocal*

influence of crops and shallow ground water in sandy landscapes of the Inland Pampas. Field Crops Research, 113(2), 138–148.
<https://doi.org/10.1016/J.FCR.2009.04.016>

Otondo José. (2004). *características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable.*

Parés, J., Arizaleta, M., Sanabria, M. E., & García, G. (2008). *Efecto de los niveles de salinidad sobre la densidad estomática, índice estomático y grosor foliar en plantas de carica papaya L.*
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062008000100003

Paruelo, J., Guerschman, J., & Verón, S. (2005). *Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo.*

Paz, R. C., Rocco, R. A., Reinoso, H., Menéndez, A. B., Pieckenstain, F. L., & Ruiz, O. A. (2012). *Comparative Study of Alkaline, Saline, and Mixed Saline-Alkaline Stresses with Regard to Their Effects on Growth, Nutrient Accumulation, and Root Morphology of Lotus tenuis. Journal of Plant Growth Regulation, 31(3), 448–459.*
<https://doi.org/10.1007/s00344-011-9254-4>

Pentón, G. (2000). *Tolerancia del Panicum Maximum CV. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes, 23(1).*

Rabinovich, J. ., & Torres, F. (2004). *Caracterización de los Síndromes de sostenibilidad del desarrollo. El caso de Argentina.*

Rachetti, F. (2020). *Variabilidad de la fijación biológica de nitrógeno de leguminosas forrajeras en uruguay: posibles causas y consecuencias nutricionales.*

Rearte, D. (2011). *Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina, un enfoque regional Actual situation and prospective of Argentina livestock sector a regional approach. www.alpa.org.ve/ojs.index/php*

Richards, L. A. (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils - Google Libros.*
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Tb70rM2B4p8C&oi=fnd&pg=PA1&dq=Origin+and+nature+of+saline+and+alkali+soils.+Diagnosis+and+improvement+of+saline+and+alkali+soils&ots=xpR->

foMp0l&sig=2attKDZDXwGmMwrJ83ye5_SF5oU#v=onepage&q&f=true

- Rivas Joaquin E, Lopez Britos, A. F., & Paradedá Cabrera, I. (2001). *Estudio sobre el comportamiento de diferentes procedencias de lotus pedunculatus y lotus tenuis en el año de implantación*.
<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/25782/1/EstolRivasJoaquín.pdf>
- Rodríguez, A., & Jacobo, E. (2012). *Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la Pampa DEPRIMI*. www.vidasilvestre.org.ar
- Rodríguez Vázquez, G. (2010). *Análisis Comparativo de las Existencias Ganaderas*.
- Rompani, J. M. (2016). *Efecto del estrés salino en el contenido y la composición de las pectinas y en el contenido de fibra detergente neutro de la pared celular de tallos de Lotus tenuis*. <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/272/1/doc.pdf>
- Rush, D. W., & Epstein, E. (1981). *Comparative Studies on the Sodium, Potassium, and Chloride Relations of a Wild Halophytic and a Domestic Salt-Sensitive Tomato Species*. *Plant Physiol*, 68, 1308–1313.
<https://academic.oup.com/plphys/article/68/6/1308/6077850>
- Taboada, M., & Lavado, R. (2008). *Funcionamiento de los suelos salinos y sódicos*.
- Teakle, N. L., Flowers, T. J., Real, D., & Colmer, T. D. (2007). *Lotus tenuis tolerates the interactive effects of salinity and waterlogging by 'excluding' Na⁺ and Cl⁻ from the xylem*. *Journal of Experimental Botany*, 58(8), 2169–2180.
<https://doi.org/10.1093/JXB/ERM102>
- Teakle, N. L., Real, A. D., & Colmer, A. T. D. (2006). *Growth and ion relations in response to combined salinity and waterlogging in the perennial forage legumes Lotus corniculatus and Lotus tenuis*. <https://doi.org/10.1007/s11104-006-9146-8>
- Terrazas Rueda, J. (2019). *Aprovechamiento del suelo salino: agricultura salina y recuperación de suelos Saline soil application: saline agriculture and soil recovery AUTOR*.
- US Department of Agriculture. (2007). *Determination of the Properties of Saline and Alkali Soils*. *Agricultural Handbook: US Department of Agriculture*, 60, 7–33.

- Vignolio, O. R., Cambareri, G. S., & Maceira, N. O. (2009). *Lotus tenuis* (Fabaceae). *Productividad y manejo agronómico*. <https://studylib.es/doc/7471701/lotus-tenuis--fabaceae--productividad-y-manejo-agronómico>
- Wahome, P. K., Jesch, H. H., & Grittner, I. (2000). *Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: Rosa chinensis`Majorchinensis`Major` and R. rubiginosa*.
- Zamolinski, A. (2000). *Experiencia en recuperación de suelos sanilinizados*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/suelos_salinos/35-salinizados.pdf
- Zarrilli, A. G. (2016). *Transformaciones ambientales y producción agroforestal: El Gran Chaco Argentino en el siglo XX*. *Revista História: Debates e Tendências*, 16(1). <https://doi.org/10.5335/hdtv.16n.1.6253>