

Nadales, Agustín

Evaluación del comportamiento en estado vegetativo de un cultivar resistente y un cultivar susceptible de Lotus tenuis bajo condiciones de estrés salino . Ciclo 2013

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

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 [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-estado-vegetativo-cultivar-nadales.pdf> [Fecha de consulta:.....]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

**“Evaluación del comportamiento en estado vegetativo de
un cultivar resistente y un cultivar susceptible de *Lotus
tenuis* bajo condiciones de estrés salino”
Ciclo 2013**

**Trabajo Final de Graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Agustín Nadales

Profesor Tutor: Ing. P.A. María Elena Vago Msc.

Profesor Cotutor: Dra. Marina Ciancia

Profesor Cotutor: Dr. Jorge Zavala

Fecha: 25/07/2014

Resumen

Los suelos salinos son uno de los mayores limitantes para el crecimiento normal de las plantas en el mundo, y la Argentina es el tercer país más perjudicado, siendo una de sus áreas principalmente afectada y motivo de investigación, la Pampa Deprimida. Actualmente la solución ha sido la sustitución de cultivos sensibles por nuevas alternativas más resistentes o tolerantes a la salinidad. *Lotus tenuis* aparece como una de las posibles soluciones. Especie perenne, de crecimiento estivo-otoñal, prospera en numerosos ambientes, presenta una alta adaptabilidad y tolerancia a condiciones de suelos salinos teniendo mecanismos que le permiten mantener una alta actividad metabólica aún en condiciones estresantes. El objetivo del presente proyecto consistió en evaluar el comportamiento en estado vegetativo de un cultivar resistente (490) y un cultivar susceptible (2241) de Familia de Medios Hermanos (FMH) de *L. tenuis* frente al estrés salino. El ensayo se realizó bajo invernáculo, utilizando macetas con cinco plantas en cada una. Se realizaron tres tratamientos, uno Testigo, sin sal, y dos tratamientos salinos denominados Dosis 1 con 75mM y Dosis 2 con 150mM de NaCl en el agua de riego que se aplicaron hasta aparición de la primera flor. Las variables de estudio fueron: Biomasa de tallo y hojas (gr/planta), biomasa de raíz y corona (gr/planta), largo de tallos (cm), largo de raíz y corona (cm), cantidad total de ramificaciones y relación entre biomasa aérea y biomasa radicular. Se realizó un análisis comparativo dentro de cada FMH para verificar el efecto de la salinidad con respecto al tratamiento testigo. También se realizó la comparación, mediante el análisis de la varianza en un diseño factorial, del comportamiento de los distintos genotipos según las dosis aplicadas. Las comparaciones entre los tratamientos se efectuaron utilizando la prueba LSD Fisher (p -valor $< 0,01$). Se tomaron datos de temperatura, actividad eléctrica del suelo y radiación. Se observó que el crecimiento de las plantas disminuyó al aumentar la dosis de NaCl. En ambas familias se evidenció una reducción en la producción de biomasa fresca, la longitud de tallos y raíces, y el número total de ramificaciones y que, a igualdad de dosis, los parámetros de crecimiento evaluados fueron mayores en el genotipo tolerante excepto en longitud de raíz y corona. Se observó que los porcentajes de reducción entre ambas FMH fueron similares, e incluso, el genotipo susceptible presentó menores pérdidas que el genotipo tolerante al sufrir la Dosis 1 de estrés, no así con las Dosis 2. Si bien *Lotus tenuis* es una especie que por su plasticidad y características se presenta como de alta importancia para su incorporación en campos bajos de la Cuenca del Salado, de acuerdo a la performance obtenida de estos dos genotipos en este ensayo, se debería seguir trabajando para obtener líneas con mejor comportamiento genético frente a este estrés.

Índice

Resumen	1
Introducción y objetivos	4
1. Salinidad	4
2. Ambiente salino en la Pampa Deprimida	5
3. Descripción de especie <i>Lotus tenuis</i>	6
4. Estrés en plantas por efecto de la salinidad	9
5. Objetivos generales	11
Materiales y métodos	112
1. Lugar de desarrollo del trabajo	12
2. Genotipos utilizados:	12
3. Ambiente controlado.....	12
4. Escarificado y siembra de las semillas	13
5. Preparación de la solución salina	14
6. Desarrollo de la experiencia	14
7. Diseño experimental y análisis estadístico	16
Resultados y discusión	17
Resultados comparativos según la dosis aplicada.....	18
I. Biomasa de tallo y hojas (gr/planta):	18
II. Biomasa de raíz y corona (gr/planta):	19
III. Largo de tallos (cm/planta):	20
IV. Largo de raíz y corona (cm/planta):	21
V. Cantidad total de ramificaciones:	22
VI. La relación que existe entre biomasa aérea y su biomasa radicular	24
Resultados comparativos según el genotipo.....	24
I. Biomasa de tallo y hojas.....	25
II. Biomasa de raíz y corona	26
III. Largo de tallo.....	27
IV. Largo de raíz y corona	28
V. Cantidad total de ramificaciones por planta.....	29
VI. Relación de biomasa aérea y radicular	30
Ambiente controlado.....	30

• Mediciones de temperatura.....	30
• Mediciones con radiómetro	34
• Conductividad, salinidad y humedad del perfil.....	36
Conclusión.....	39
Anexos	40
Bibliografía.....	54

Introducción y objetivos

1. Salinidad

Los suelos salinos son uno de los mayores limitantes para el crecimiento normal de las plantas en el mundo (Mohammad & Szabolcs, 2011). La salinidad es un problema común especialmente en zonas y regiones áridas y semi-áridas, donde la evapotranspiración es mayor que la precipitación anual (Manchanda & Garg, 2008). La salinidad en los suelos se haya determinada por el contenido de sales solubles, electrolitos de cationes y aniones, presentes hasta una profundidad de 75 cm del perfil. La forma más comúnmente utilizada para su determinación es por mediciones indirectas de la conductividad eléctrica (en ds/m) de una pasta de suelo saturada de agua (Cabria, 2012; Manchanda & Garg, 2008). Cuanto más alta sea la concentración salina, mayor será la conductividad y menor el potencial osmótico (Pesqueira, 2008). Un suelo es considerado salino, cuando contiene una alta concentración de sales solubles disueltas en él, siendo su conductividad eléctrica igual a 4 ds/m o mayor, generando una presión osmótica de 0,2 MPa (Munns & Tester, 2008).

SALINIDAD (Hasta 75 cm. de profumdida)	
CLASE	INDICE
Mayor a 15 ds/m.	<i>Fuertemente Salino</i>
15-8 ds/m.	<i>Moderadamente Salino</i>
8-4 ds/m.	<i>Levemente Salino</i>
Menor de 4 ds/m.	<i>No Salino</i>

Tabla N° 1: Figura extraída de Cabria, 2012

Los electrolitos disueltos más comunes son los cationes, Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^+ , y los aniones, Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- y CO_3^{-2} (Manchanda & Garg, 2008).

La concentración salina del suelo depende del tipo de suelo y de la humedad que contiene. Por ello, la concentración de iones de la disolución de suelo depende de su composición química, de su capacidad para retener agua y de los elementos químicos que posea (HANNA, n.d.).

La salinidad disminuye la producción agrícola de la mayoría de los cultivos y forrajes, además, su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo afecta negativamente el equilibrio ecológico de la zona asociada, generando, tanto la erosión del suelo, como un bajo retorno económico debido al bajo rendimiento productivo (Manchanda & Garg, 2008).

Debido a que las técnicas de lavado de suelo para hacerlos reutilizables son de elevado costo, en las zonas afectadas por salinidad, la solución ha sido la sustitución de cultivos sensibles por otros más tolerantes (Leidi & Pardo, 2002).

2. Ambiente salino en la Pampa Deprimida

Los suelos salinos se encuentran distribuidos en todo el mundo. Este fenómeno afecta a la humanidad desde el inicio de la Agricultura, y existen registros históricos de migraciones provocadas por efecto de la salinización de suelos cultivables (Leidi & Pardo, 2002). Actualmente, más de 800 millones de hectáreas en el mundo se encuentran con problemas de salinidad, aproximadamente un 6% de la superficie del planeta (Munns & Tester, 2008). La Argentina es el tercer país con mayor superficie de suelos salinos en el mundo (Lavado & Steinbach, 2010). Una de las regiones principales afectadas y motivo de investigación, es la zona de la Pampa Deprimida. Esta zona se encuentra en el centro este de nuestro país, en parte de la provincia de Buenos Aires. Comúnmente se la denomina, “Cuenca del Salado”, “Depresión del Salado” o “Pampa deprimida”, la misma abarca los partidos de Ayacucho, Maipú, General Madariaga, Tordillo, Castelli, General Guido, Mar Chiquita, General Lavalle, Dolores, Pinamar, Villa Gesell, Partido de la Costa, Pila, General Belgrano, Chascomús, Punta Indio, Magdalena, Azul, Rauch, General Alvear, Tapalqué, Olavarría, Saladillo y Las Flores, cubriendo un área aproximada de 9 millones de hectáreas (INTA, n.d.).



Ilustración 1: Mapa de EEA Cuenca del Salado, Provincia de Buenos Aires. Extraído pagina Web: <http://www.valorcarne.com.ar/haciendo-foco-en-la-cuenca-del-salado/>

En la Pampa Deprimida o “Cuenca del Salado” existe una única red de drenaje desarrollada, el río Salado, para una amplia extensión de hectáreas de ahí su nombre. Debido a las bajas pendientes del terreno en dirección al único curso de agua importante de la región, los campos bajos evacúan con extrema lentitud los excedentes de agua, causando inundaciones y encharcamientos, generando que

las capas freáticas de elevada concentración salina estén frecuentemente cercanas a la superficie. Este origen geomorfológico, a causa de las bajas pendientes y cotas sobre el nivel del mar (Lavado & Steinbach, 2010), genera grandes extensiones de suelos salinos. Además, el continuo uso y explotación del suelo necesario para el desarrollo de las actividades agronómicas, genera un aumento significativo del área de tierras afectadas por salinización (Pesqueira, 2008). La presencia de sales en porcentajes tóxicos, altos niveles de sodio intercambiable en el complejo de intercambio en los suelos y el elevado pH, son otras de las características comunes en toda el área (Maddaloni & Ferrari, 2005). La temperatura media anual de esta región es de 13,8°C y las precipitaciones medias anuales son entre 800 a 1000 mm, de sur a norte (Maddaloni & Ferrari, 2005).

Debido a la creciente expansión agrícola en áreas no tradicionales, ocupadas históricamente por la explotación ganadera, los mejores suelos de la Pampa Deprimida fueron utilizados para la siembra de cultivos para grano. Esto produjo el corrimiento de los planteos ganaderos a lotes de menor calidad obligando a incrementar la producción de especies forrajeras que se adapten a condiciones edáficas cada vez más estresantes (Pesqueira, 2008). Por causa de la elevada salinidad en la zona, el desarrollo de pasturas implantadas destinadas a la ganadería se ve afectado, especialmente la presencia de leguminosas, disminuyendo el número de especies aptas para su implantación, buscándose principalmente alternativas que sean resistentes o tolerantes a la salinidad. La presencia de leguminosas en las pasturas genera una ventaja, obteniendo una mayor complementariedad en el uso de los recursos, y, una mayor calidad, digestibilidad y productividad del lote. Por lo tanto, se obtendrá una utilización más eficiente de suelos pobres en nutrientes, una producción de forraje más estable durante el año, y un importante aporte de nitrógeno al ecosistema (Fernández et al., 2012). En este contexto mencionado anteriormente, el *Lotus tenuis*, especie perenne de la familia de las leguminosas (Carámbula, 1998), se convierte en una posible solución para estos tipos de suelos. Esta especie tiene una gran adaptabilidad, demostrando una gran tolerancia frente a la salinidad en estados de germinación, plántula y planta (Ressia, 2010). Es una especie herbácea y muy valorada por su aporte a la oferta forrajera de los sistemas ganaderos de la región (Pesqueira, 2008).

3. Descripción de especie *Lotus tenuis*

Lotus tenuis, lotus de los bajos o de hoja angosta, es una especie naturalizada en la Región de la Pampa Deprimida Bonaerense. Esta planta fue introducida a la Argentina por primera vez alrededor de 1930, originaria de Europa y Asia Menor (Miñón et al., 1990; Vignolio & Fernandez, 2006). Es una planta herbácea, policárpica, estivo-otoñal, con crecimiento erecto a decumbente (Vignolio & Fernandez, 2006).

Prospera en numerosos ambientes adaptándose tanto a suelos bajos y anegables con excesos de agua o salinos, como a situaciones de sequía. Se desarrolla bien en climas templados-fríos a templados-cálidos, con temperaturas medias anuales entre 7 y 17° C y 400 a 1200 mm de precipitación, y presenta una alta tolerancia a heladas (García et al., 1994). Si bien desarrolla mejor en “bajos dulces”, que son bajos inundables con un pH cercano al neutro en su perfil (Fernández et al., 2012; García et al., 1994), también tolera suelos ácidos y de poca fertilidad, resistiendo una alcalinidad moderada. En condiciones de buena fertilidad y humedad edáfica, puede alcanzar hasta 50 – 70 cm de altura (García et al., 1994).

Posee una raíz pivotante que le permite a la planta explorar el perfil del suelo a mayor profundidad (Carámbula, 1998), y presenta un mayor número de ramificaciones laterales que la alfalfa, (García et al., 1994; Vignolio & Fernandez, 2006), mejorando así su absorción de nutrientes. Las ramificaciones secundarias son de menor diámetro, son abundantes y fibrosas, y se ubican en los primeros 30-40 cm del perfil del suelo, característica que explica su buena adaptación a suelos poco profundos y mal drenados (Maddaloni &

Ferrari, 2005). En condiciones de anegamiento, las plantas presentan cambios morfológicos y anatómicos, pudiéndose observar un mayor porcentaje de espacios aéreos (aerénquimas) en tejidos de las raíces (Fernández et al., 2012), facilitando el intercambio de gases entre los tejidos anegados y el exterior (Vignolio & Fernandez, 2006).

Sus tallos son más finos y menos rígidos que los de alfalfa, las ramificaciones se producen en las yemas axilares de las hojas y sus folíolos son generalmente redondeados a oblanceolados (De Battista, 1998). El número y largo de los brotes que desarrollan a partir de la corona dependen mucho de la fertilidad del suelo, pudiendo sobrepasar los doscientos en una planta adulta bien desarrollada (García et al., 1994). Las hojas están compuestas por cinco folíolos, dos en la base del pecíolo y tres en la parte terminal (Vignolio & Fernandez, 2006). La reproducción es indeterminada y la floración comienza en primavera y se prolonga hasta fines del verano, donde producen tanto frutos como semillas. Las flores son de color amarillo con matices rojizo-anaranjados. Se agrupan de 2 a 7 en una inflorescencia indeterminada (García et al., 1994). Algunas flores no

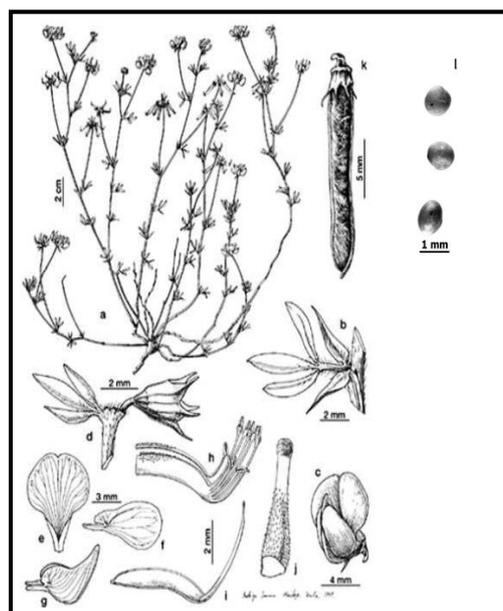


Ilustración 2: Representación gráfica de una planta de *Lotus tenuis* (Franco, 2012)

llegan a desarrollar frutos (Vignolio & Fernandez, 2006). Los frutos en forma de vainas lineares cilíndricas, se agrupan en umbelas, son dehiscentes, y se enrollan helicoidalmente (García et al., 1994). Tienen un diámetro máximo de 2 y 3 mm y mínimo de entre 1,6 y 2 mm, y su longitud es variable. Durante su maduración, cambian de color verde a marrón (Vignolio & Fernandez, 2006). Las semillas son de color marrón oscuro, moteado y duras (García et al., 1994). Durante su crecimiento y desarrollo, *L. tenuis*, presenta dos momentos de floración y de producción de frutos, a comienzo de la primavera, y a mediados del otoño (Vignolio & Fernandez, 2006). El patrón estacional de crecimiento implica variaciones en la producción total de forraje de acuerdo a las condiciones ambientales del momento (Miñón et al., 1990). Además, es una leguminosa que presenta activo crecimiento durante el verano, cuando la mayoría de las especies del pastizal ya han cumplido su ciclo (García et al., 1994).

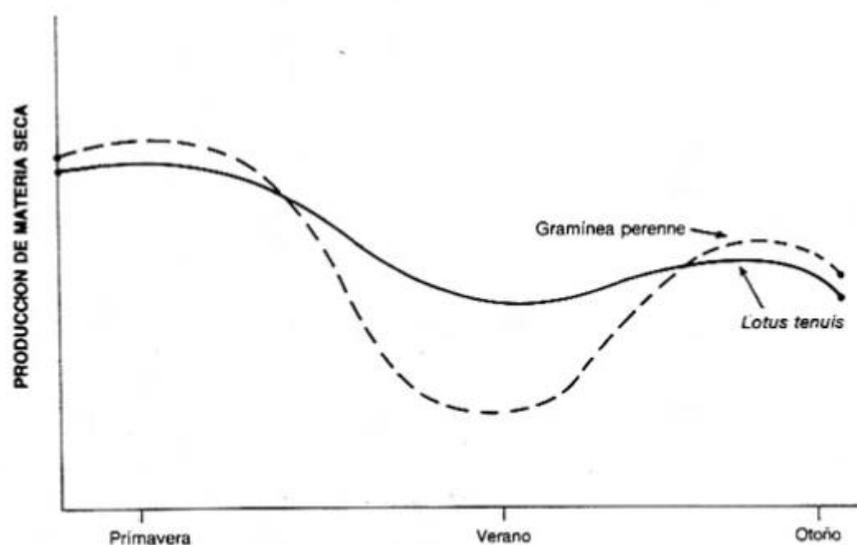


Ilustración 3: Curva estacional de producción de forraje de *Lotus tenuis* (García et al., 1994)

Su buena producción forrajera y alto valor nutritivo en primavera, su resistencia al pastoreo continuo, sumada al potencial para fijar nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis bacteriana (Ressia, 2010), la convierten en una especie con elevado potencial para aumentar la productividad y calidad de los campos naturales de la zona. Otro atributo beneficioso es su excelente aptitud para la resiembra natural y capacidad colonizadora, interfiriendo en el establecimiento de malezas o especies de pobre valor forrajero (Carámbula, 1998; Fernández et al., 2012). Según expresa Carámbula, con el fin de obtener un beneficio más rentable en función del tiempo, estas características de perennidad en la pastura generan una mayor rentabilidad, al momento de elección, sobre cualquier tipo de leguminosa anual (Carámbula, 1998). En el caso de *L. tenuis*, la estrategia de persistencia se basa en una semillazón abundante. Para ello, se deberá asegurar una recarga periódica del banco de semillas del suelo, a los efectos de poder

enfrentar la ocurrencia de pastoreos severos repetidos, inundaciones y sequías (Montes, 1998). *Lotus tenuis*, se disemina con facilidad porque los frutos se abren explosivamente al secarse, arrojando las semillas a cierta distancia de la planta madre. Si las mismas son transportadas por aguas de escurrimiento, su difusión será a mayor distancia, sumando así un beneficio, ya que la densidad de plantas en las áreas más bajas del relieve será mayor (García et al., 1994).

Es una especie alógama y presenta una amplia variación genética. Por lo tanto, posee una alta variabilidad morfo fisiológica, pudiendo resultar diferencial su condición de adaptarse al medio respecto a su crecimiento entre distintos cultivares frente al estrés salino al momento posterior del pastoreo (Pesqueira, 2008). La alta plasticidad fenotípica de las plantas, les permite superar contingencias ambientales que acontecen durante su ciclo y explotar condiciones favorables para el crecimiento y la reproducción (Fernández et al., 2012).

Respecto a su valor nutritivo, *L. tenuis*, es una leguminosa de alto valor forrajero y alta digestibilidad. Al avanzar en su ciclo de madurez, se caracteriza por un menor aumento en fibrosidad y una menor caída de digestibilidad respecto a otras leguminosas (Echeverría et al., 1986). Presenta un porcentaje de digestibilidad - in vitro – promedio para el ciclo vegetativo de 75% de materia seca (Miñón et al., 1990) y un contenido de proteína cruda (21-20%) de la planta entera que no varía significativamente a lo largo de su ciclo de crecimiento (Echeverría et al., 1986). El contenido de Fibra Detergente Ácida (FDA) fluctúa entre 24 y 38% en planta entera, sin encontrarse una relación significativa entre esta fracción y el avance de su estado vegetativo, a diferencia de la alfalfa (Echeverría et al., 1986). El contenido de lignina va en aumento en forma lineal con la edad de la planta, sin embargo, continúa siendo menor que el contenido de lignina de *L. corniculatus* (Echeverría et al., 1986).

4. Estrés en plantas por efecto de la salinidad

El estrés es, en el marco de la fisiología vegetal, el reflejo de la magnitud de la presión ambiental que fuerza el cambio en la fisiología de la planta (Nilsen & Orcutt, 1996; Tambussi, 2009). Los factores externos que generan un ambiente desfavorable al desarrollo normal de la planta, induciendo a este cambio fisiológico en la misma, son considerados factores de estrés (Taíz & Zeiger, 2006). Según varios autores, el estrés se puede dividir en tres escalas temporales: 1) Respuesta al estrés: es el efecto inmediato, en general de carácter perjudicial., ocurre en una escala de segundos a días; 2) Aclimatación: es el ajuste morfológico y fisiológico de la planta para compensar el peor funcionamiento. 3) Adaptación: respuesta evolutiva que resulta de cambios genéticos en la población, conduciendo a una compensación morfológica y fisiológica (Tambussi, 2009).

La salinidad del suelo afecta y limita el crecimiento de la planta generando estrés en la misma de dos maneras: 1) a corto plazo, la reducción del potencial

hídrico y la alta concentración de sales en el suelo dificulta la extracción de agua por medio de las raíces, interfiriendo en la toma de nutrientes, afectando el crecimiento de las células y su metabolismo asociado; y, 2) a largo plazo, las altas concentraciones de sales o, de un ión específico, dentro de la planta generan toxicidad en la misma. En las plantas no adaptadas a la salinidad puede observarse disminución en el crecimiento y desarrollo reproductivo, abscisión continua de órganos, y hasta la muerte de las mismas (Arbona et al., 2013). El efecto principal es la drástica restricción del tamaño de las hojas individuales o el número de las ramificaciones (Munns & Tester, 2008). Al aumentar las concentraciones de sales en las hojas viejas, las mismas mueren a mayor velocidad que la tasa de aparición de nuevas hojas, disminuyendo la capacidad fotosintética de la planta. Como no se logra suplir esta pérdida con la totalidad de los carbohidratos de reserva necesarios para la formación de hojas nuevas, el tamaño final de las mismas se ve disminuido (Munns & Tester, 2008). Dado que la inhibición de crecimiento de hojas es la principal respuesta frente al estrés salino en plantas sensibles, en especies forrajeras tolerantes, se busca la conservación de las mismas ya que es el recurso de primordial importancia como alimento (Pesqueira, 2008; Sibole et al., 2003).

La tolerancia a la salinidad entre especies dicotiledóneas es muy variada. A causa de una fisiología y biología molecular particulares, algunas plantas, son capaces de adaptarse al estrés salino logrando sobrevivir (Munns & Tester, 2008; Pesqueira, 2008; Taíz & Zeiger, 2006). La tolerancia de un cultivo a la reducción de la producción por salinidad es un carácter complejo, que involucra respuestas al estrés iónico y osmótico a nivel celular, la coordinación de esas respuestas a nivel de organismo y su interacción con el medio circundante (Leidi & Pardo, 2002). Algunas especies pueden ser muy sensibles, mientras que otras requieren de alta concentraciones de sales para poder desarrollar un óptimo crecimiento (Munns & Tester, 2008; Taíz & Zeiger, 2006). Además, su tolerancia variará dependiendo el estado de crecimiento en que se encuentren (Pesqueira, 2008).

Como mencionamos anteriormente, *L. tenuis*, presenta una alta adaptabilidad y tolerancia a condiciones de estrés salino. Esta tolerancia a desarrollarse en un medio desfavorable proviene de mecanismos que le permiten mantener una alta actividad metabólica, aún en condiciones estresantes (Pesqueira, 2008; Taíz & Zeiger, 2006). Un ejemplo de estos mecanismos es la capacidad de minimizar el daño, mediante la exclusión de la sal del meristema, sobre todo de los brotes y las hojas que se están expandiendo (Taíz & Zeiger, 2006).

5. Objetivos generales

El objetivo del presente proyecto consiste en evaluar el comportamiento en estado vegetativo de un cultivar resistente y un cultivar susceptible de *Lotus tenuis* frente al estrés salino.

Objetivo e hipótesis específicas:

H0) El estrés salino en el estado vegetativo generará cambios diferenciales entre genotipos tolerantes y susceptibles de *Lotus tenuis* respecto a distintas variables de crecimiento.

H1) Los genotipos sometidos al estrés salinos evidenciarán una menor producción de biomasa aérea (hojas y tallos) y radicular, y un menor número de ramificaciones.

Materiales y métodos

1. Lugar de desarrollo del trabajo

El Trabajo Final de Graduación se desarrolló en el Laboratorio de Producción Vegetal y en el Invernáculo de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina (Capital Federal, Argentina). Las mediciones comparativas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Evaluación de Alimentos para uso Animal, dentro de la misma Facultad.

2. Genotipos utilizados:

Las semillas de *L. tenuis* que se utilizaron en el presente proyecto fueron recolectadas entre los años 2004 y 2006 en campos bajos de la Provincia de Buenos Aires, con un rango de latitud de 33°47' a 37°39' y de longitud de 59°02' a 60°52' y caracterizadas posteriormente morfo-fisiológicamente (Franco, 2012). Posteriormente, se seleccionaron genotipos tolerantes y susceptibles a la salinidad, los cuales fueron cultivados en condiciones de plantas aisladas. En el mes de febrero de 2008 se realizó la cosecha de semillas de cada planta, siendo éstas conservadas en la unidad de Mejoramiento de forrajeras de INTA -Pergamino. La estación Experimental INTA Pergamino suministró las semillas de las dos familias de medios hermanos (FMH), la FMH 490 y la FMH 2241, caracterizadas como tolerante y susceptible a salinidad, respectivamente.

3. Ambiente controlado

Previo al inicio de este Trabajo Final, se realizaron ensayos para verificar cuál era temperatura más conveniente para la germinación de las semillas. Se colocaron, por una parte, 12 semillas de las dos familias de *L. tenuis* en una estufa que alterna entre 10 y 20°C, y, por otra parte, 16 semillas en una estufa con temperatura continua de 25°C. Se obtuvo como resultado un mayor número de semillas germinadas en la estufa con una temperatura continua de 25°C. Se realizó también la preparación e instalación de un registrador de datos (Data Logger, Cavadevices), un dispositivo electrónico que registra datos de temperatura en tiempo real. Los resultados son descargados en una computadora con la capacidad para recopilar automáticamente datos las 24 horas del día. Se preparó el Data Logger en un cajón dentro del invernáculo colocando 14 de sus 16 medidores de temperatura alrededor de las macetas, y dos medidores (el 2 y el 6), del lado exterior del invernáculo, para medir la temperatura externa. Se verificó su correcto funcionamiento mediante la comparación de las mediciones del mismo con el uso de un termómetro de mercurio. También, se midió el contenido hídrico del suelo presente en las macetas por medio de medidores específicos de humedad.

Por otro lado, se realizó un control de medición de la incidencia de luz, mediante el uso de un radiómetro (Ceptómetro LP-80, Decagon Devices, Pullman, Washington, Estados Unidos). Se realizaron mediciones dentro y fuera del invernáculo. Finalmente, se llevaron a cabo mediciones con un conductímetro *Hanna HI 993310* a nivel maceta para determinar la conductividad eléctrica presente.



Ilustración 4: Medición de Conductividad eléctrica con el conductímetro *Hanna HI 993310*

4. Escarificado y siembra de las semillas

A comienzos de agosto, se realizó el escarificado mecánico de las semillas, mediante la utilización de un papel de lija 3M (lija al agua nº 400). Dado que *Lotus tenuis* presenta un alto porcentaje de semillas duras, en estado de dormición, es conveniente escarificarlas previo a la siembra para disminuir su dormición (García et al., 1994).

Las semillas escarificadas fueron sembradas en 14 cajas de Petri (7 para cada familia) previamente esterilizadas con alcohol que tenían en su interior dos papeles de filtro. La siembra se hizo a razón de 10 a 12 semillas por caja y su distribución fue en forma circular. Cada caja se regó con 4 ml de agua destilada y se mantuvo dentro de una bolsa tipo “Ziploc” para reducir la evaporación. Estas luego fueron colocadas en una estufa de condiciones controladas con una temperatura constante de 25°C.

Durante los días siguientes, se realizó un seguimiento diario de la germinación de las semillas, llevando un recuento de las semillas germinadas en cada caja. Se sembró una nueva caja (Caja 8) con 25 semillas de la familia FMH 2241, dado que tuvo menor número de semillas germinadas con respecto a la FMH 490 para asegurar así un stand de plantas similar.

En paralelo, se prepararon bandejas de germinación con compost orgánico y se colocaron sobre una bandeja con agua para lograr saturar el suelo, donde

continuarían el crecimiento las semillas germinadas, generando un ambiente controlado, evitando así muerte de plántulas. En el invernáculo, se armaron 26 macetas con una mezcla de compost orgánico y perlita a razón de 1 bolsa de 25 dm³ de compost con 2 macetas llenas de perlita mezcladas uniformemente. Se determinó el peso de las mismas llenas en estado seco, y en estado de capacidad de campo al día siguiente. Se colocaron sobre 6 bandejas con agua para saturar el suelo y mantenerlo en su capacidad de campo.

A los cuatro días de la siembra, dependiendo del crecimiento de las plántulas dentro de las Cajas de Petri, se comenzó a traspasar las mismas a las bandejas de germinación.

Se mantuvieron las bandejas de germinación en el Laboratorio de Producción Vegetal en condiciones controladas de luz. El riego se realizó por aspersión y manteniendo agua en las bandejas para asegurar la capacidad de campo.

5. Preparación de la solución salina

Para llevar a cabo la evaluación del comportamiento de las plantas de *L. tenuis* bajo condiciones de estrés salino se prepararon dos soluciones de agua salina con distintas concentraciones.

Las soluciones se prepararon en bidones de 20 litros de capacidad a razón de:

- Dosis 1: Para preparar la dosis 1 con una concentración de 75mM de cloruro de sodio (NaCl) a 20 litros de agua destilada se le agregaron 87,6 gramos de cloruro de sodio (PA Anedra).
- Dosis 2: Para preparar la dosis 2 con una concentración de 150mM de cloruro de sodio (NaCl) a 20 litros de agua destilada se le agregaron 175,5 gramos de cloruro de sodio (PA Anedra).

6. Desarrollo de la experiencia

Cuando se observó la aparición de la raíz que sobresalía desde la parte inferior de la bandeja de germinación, se transplantaron las plántulas a las macetas previamente armadas y etiquetadas, a razón de 5 plantas por maceta.

Se logró un stand de 45 plantas del cultivar FMH 2241, susceptible a la salinidad. Las mismas fueron distribuidas aleatoriamente en 9 macetas, alternando entre una distribución circular de plantas y una distribución rectangular, colocando una planta en cada ángulo y una en el centro de la maceta.

En cuanto a las plantas del cultivar FMH 490, tolerante a la salinidad, se logró un stand de 65 plantas desarrolladas. Éstas fueron distribuidas en 13 macetas, colocando 5 plantas en cada una, de igual modo que para la otra FMH.

Las plantas logradas de cada cultivar se dividieron en tres grupos cada una, y recibieron el tratamiento correspondiente. Un grupo testigo control, sin aplicación de cloruro de sodio en el riego. Un grupo llamado “**dosis 1**” que fue regado con una solución 75 mM NaCl y un grupo llamado “**dosis 2**” que fue regado con una solución 150 mM NaCl.

- **Tratamientos:**

Tolerantes:

Testigo: 4 macetas

Dosis1 (75 mM NaCl): 4 macetas

Dosis2 (150mM NaCl): 5 macetas

Susceptibles:

Testigo: 3 macetas

Dosis1 (75 mM NaCl): 3 macetas

Dosis2 (150mM NaCl): 3 macetas

La aplicación de los tratamientos comenzó al mes y medio de haber empezado el ensayo, cuando las plantas presentaron 2 hojas pentafoliadas abiertas. Durante la primera semana, se regaron las plantas con mitad de las dosis para generar un acostumbramiento, y desde entonces fueron regadas diariamente con la dosis completa correspondiente, manteniendo el suelo en condiciones de capacidad de campo.

En el momento en que apareció el primer primordio floral en la planta (fin del período vegetativo), se terminó la aplicación de los tratamientos y se procedió a la cosecha de las mismas. Se retiraron las plantas de las macetas, se lavaron las raíces con agua corriente. Se separó cada planta según su tratamiento correspondiente.

En el laboratorio, se midió el largo de tallo, el largo de raíz y corona, y el número de ramificaciones de cada planta. Se separó la biomasa aérea y radicular y se cuantificó con una balanza analítica (Mettler). Se determinó el porcentaje de materia seca mediante el uso de una estufa a aire forzado a 65° C hasta peso constante.

7. Diseño experimental y análisis estadístico

Se realizó un análisis comparativo dentro de cada Familia de Medios Hermanos para verificar el efecto de la salinidad con respecto al tratamiento testigo.

Luego, se realizó el análisis de la varianza en un diseño factorial del comportamiento de los distintos genotipos según las dosis aplicadas, y se verificó una posible existencia de interacción entre genotipo y tratamiento.

Los factores analizados fueron:

- Genotipos: Susceptible / Tolerante
- Dosis aplicada: Testigo / 1 / 2

La expresión matemática utilizada fue:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

- donde y_{ijk} es la variable en cuestión de cada UE.
- μ es la media general o media de la población de la variable
- α_i es el efecto del factor A (Tolerante o Susceptible)
- β_j es el efecto del factor B (Testigo, D1, D2)
- γ_{ij} es el efecto de la interacción AxB
- ε_{ijk} es el residuo o error aleatorio (dentro) de cada u.e.

Las respuestas de los distintos genotipos frente a las diferentes dosis fueron medidas respecto a los siguientes parámetros:

- Biomasa de tallo y hojas (gr/planta)
- Biomasa de raíz y corona (gr/planta)
- Largo de tallos (cm)
- Largo de raíz y corona (cm)
- Cantidad total de ramificaciones
- Relación entre biomasa aérea y biomasa radicular

Las comparaciones entre los tratamientos se efectuaron utilizando la prueba LSD Fisher. Se consideraron significativas aquellas pruebas con p-valor < 0,01.

Todos los análisis estadísticos fueron efectuados utilizando el programa estadístico InfoStat®.

Resultados y discusión

En las Tablas 2 y 3 se puede observar el comportamiento de cada genotipo según la variable analizada, dependiendo el tratamiento aplicado en cada caso, y la significancia estadística asociada a la diferencia entre las familias de medios hermanos.

Variable		Familia Medios Hermanos		Dosis			p interacción
		Tolerante	Susceptible	0	75mMCINa	150mMCINa	
Biomasa de tallo y hojas (gr/planta)	Media	20,67 b	15,35 a	31,42 c	13,77 b	8,84 a	
	EE	1,09	1,3	1,49	1,49	1,43	
	p (factor)	0,0065		<0,0001			0,2225
Biomasa de raíz y corona (gr/planta)	Media	9,24 b	6,73 a	11,79 c	8,67 b	3,5 a	
	EE	0,56	0,66	0,76	0,76	0,73	
	p (factor)	0,0105		<0,0001			0,1825
Largo de tallos (cm/planta)	Media	40,08 b	33,60 a	56,42 c	30,02 b	24,08 a	
	EE	1,11	1,32	1,51	1,51	1,45	
	p (factor)	0,0017		<0,0001			0,1246
Largo de raíz y corona (cm/planta)	Media	30,83 b	28,09 a	33,95 c	30,33 b	24,10 a	
	EE	0,77	0,92	1,05	1,05	1	
	p (factor)	<0,0001		0,0361			0,0863
Cantidad total de ramificaciones	Media	52,59 b	38,76 a	80,34 c	35,73 b	20,95 a	
	EE	3,08	3,68	4,21	4,21	4,03	
	p (factor)	<0,0001		0,0108			0,3237
Relación Biomasa aérea / Biomasa radicular por planta	Media	2,21 a	2,77 b	2,73 b	1,67 a	3,06 b	

Tabla N° 2: Comparación de genotipos y dosis para las variables analizadas sin interacción. Medias, error estándar (EE), nivel de significación (p-valor) y diferencias mínimas significativas (<0,05)

Variable	Familia Medios Hermanos	Testigos			Susceptible		
		Dosis	0	75 mMCINa	150 mMCINa	0	75 mMCINa
Relación entre Biomasa Aérea y Biomasa Radicular	Media	2,64 b	1,73 a	2,25 ab	2,83 b	1,6 a	3,87 c
	E.E.	0,28	0,28	0,25	0,33	0,33	0,33
	p (factor) - Interacción	0,0217					

Tabla N° 3: Comparación de genotipos y dosis para las variables analizadas con interacción. Medias, error estándar (EE), nivel de significación, según prueba LSD Fisher, (p-valor) y diferencias mínimas significativas (<0,05)

El estrés salino generó una alteración en el crecimiento de las plantas de *Lotus tenuis* al igual que se había observado previamente en los trabajos realizados por Paz, R. *et al.*, Muns R. *et al.*, y Vignolio, O. *et al.*, (Munns & Tester, 2008; Paz et al., 2014; Vignolio & Fernandez, 2006), reduciendo la producción de biomasa fresca tanto de tallo, hojas y raíces; la longitud de tallos y raíces; y el número total de ramificaciones.

La tasa de mortalidad de las plantas de *L. tenuis*, para ambos genotipos, durante la aplicación de los tratamientos, fue nula. Resultados similares fueron mencionados por Vignolio *et al.*, quienes recopilaron datos extraídos de trabajos realizados por Bañuelos y Bauselinc (Vignolio & Fernandez, 2006); y también por el trabajo realizado por Pesqueira (Pesqueira, 2008).

En el análisis de cada tratamiento, no se encontró interacción significativa entre dosis y genotipo, salvo en la relación entre la biomasa aérea y la biomasa radicular por planta.

Para el resto de las variables analizadas, que no demostraron interacción, se encontraron diferencias significativas entre las FMH Tolerante respecto de la FMH Susceptible. Comparando los resultados de biomasa total entre las plantas testigos de cada FMH, cabe destacar que las plantas tolerantes generan una mayor cantidad de biomasa total que las plantas susceptibles.

Respecto a las dosis aplicadas, también se encontraron diferencias significativas entre las medias de las variables, siendo las de mayor producción las plantas sin tratamiento, y disminuyendo la misma a medida que la dosis salina era más alta.

Resultados comparativos según la dosis aplicada

I. Biomasa de tallo y hojas (gr/planta):

Como se puede observar en la Tabla 2, se encontraron diferencias significativas entre la biomasa de tallo y hojas por planta, tanto para los distintos genotipos (p-valor = 0,0065), como para los distintos tratamientos aplicados (p-valor < 0,0001) (Gráfico 1).

Agustín Nadales

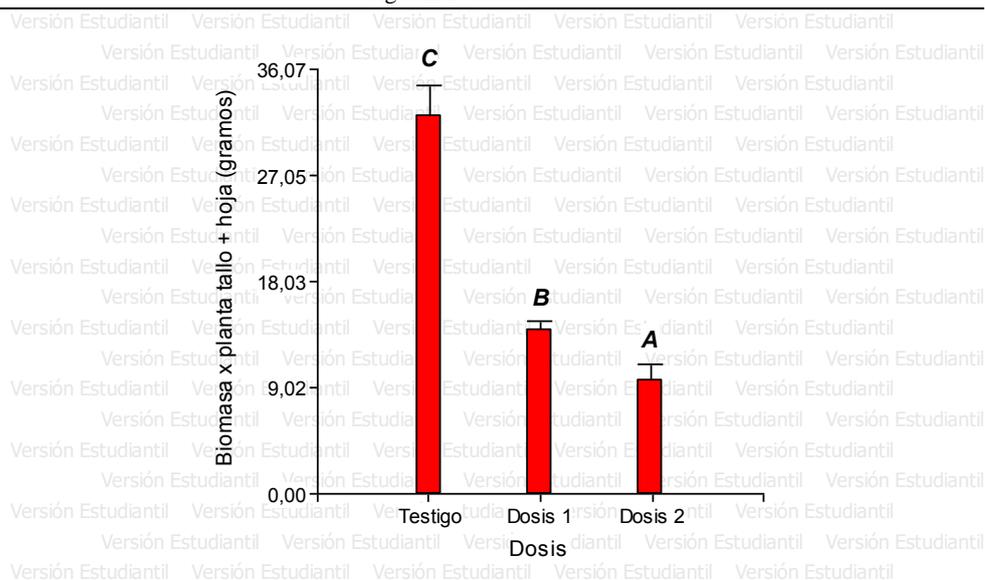


Gráfico 1: Biomasa de tallo + hojas (gr) por planta, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

Se puede observar que las plantas testigo generaron una mayor biomasa de hoja y tallo (31,42 gr), respecto de la Dosis 1 (13,77 gr) y la Dosis 2 (8,84 gr).

Al igual que en trabajos realizados sobre *Lotus tenuis* por Ayers en 1948, recopilados y expuestos por Vignolio *et al.*, se pudieron encontrar diferencias significativas según la concentración de NaCl de la solución aplicada. Se puede concluir que a medida que la concentración de NaCl aumenta, la biomasa de tallo y hojas de las plantas disminuye (Ayers, 1948; Vignolio & Fernandez, 2006). Si bien como aclara Carámbula, *L. tenuis* no es exigente en requerimientos del suelo, ya que es una especie plástica en su desarrollo (Carámbula, 1998), se puede coincidir con lo expuesto por De Battista, ya que se evidenció que existe una mayor respuesta fenotípica y de productividad cuando se riega con agua libre de sales agregadas (De Battista, 1998).

II. Biomasa de raíz y corona (gr/planta):

Dentro de los resultados obtenidos, se puede observar que existen diferencias significativas en el crecimiento de la biomasa radicular y de corona de acuerdo al genotipo (p -valor = 0,0105) y al tratamiento salino aplicado (p -valor < 0,0001), ver Tabla 2. En el Gráfico 2, se observa una disminución en la producción de biomasa radicular a medida que las concentraciones de sales van en aumento.

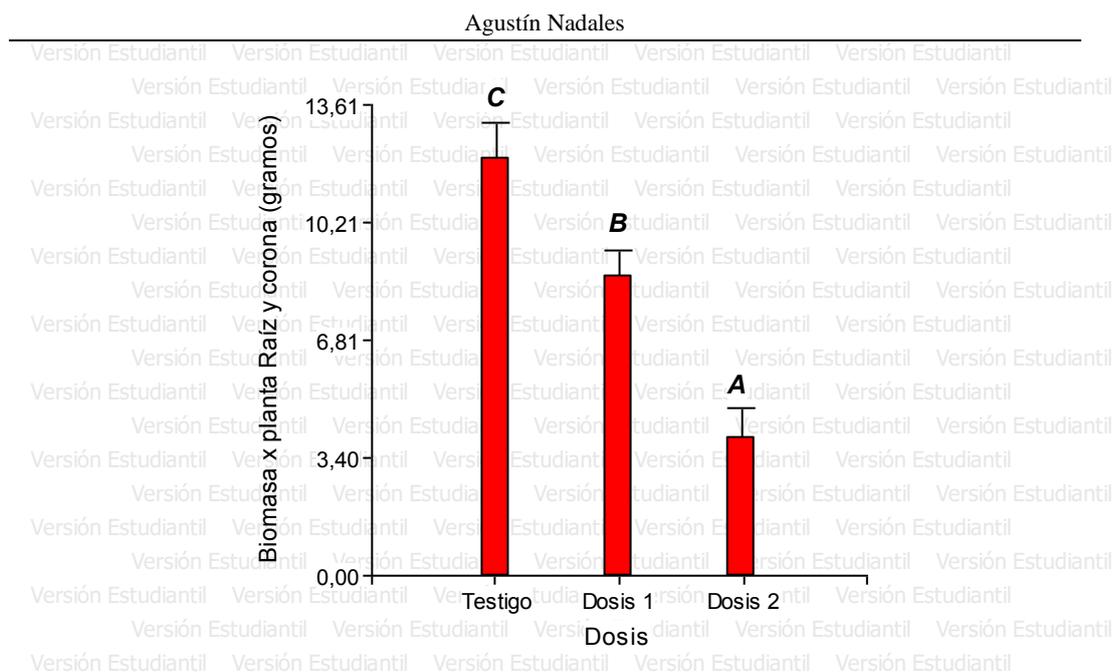


Gráfico 2: Biomasa de raíz + corona (gr) por planta, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

III. Largo de tallos (cm/planta):

Para esta variable analizada, al igual que en los resultados anteriores, existen diferencias significativas entre genotipo (p -valor = 0,0017) y entre las dosis aplicadas (p -valor < 0,0001), (Tabla 2). Como podemos observar en el Gráfico 3, las plantas testigos, de ambos genotipos, generaron tallos con una media de 56,42 cm por planta, mientras que en las plantas regadas con Dosis 1, fue de 30,02 cm de largo por planta, y las aplicadas con la Dosis 2, 24,08 cm por planta.

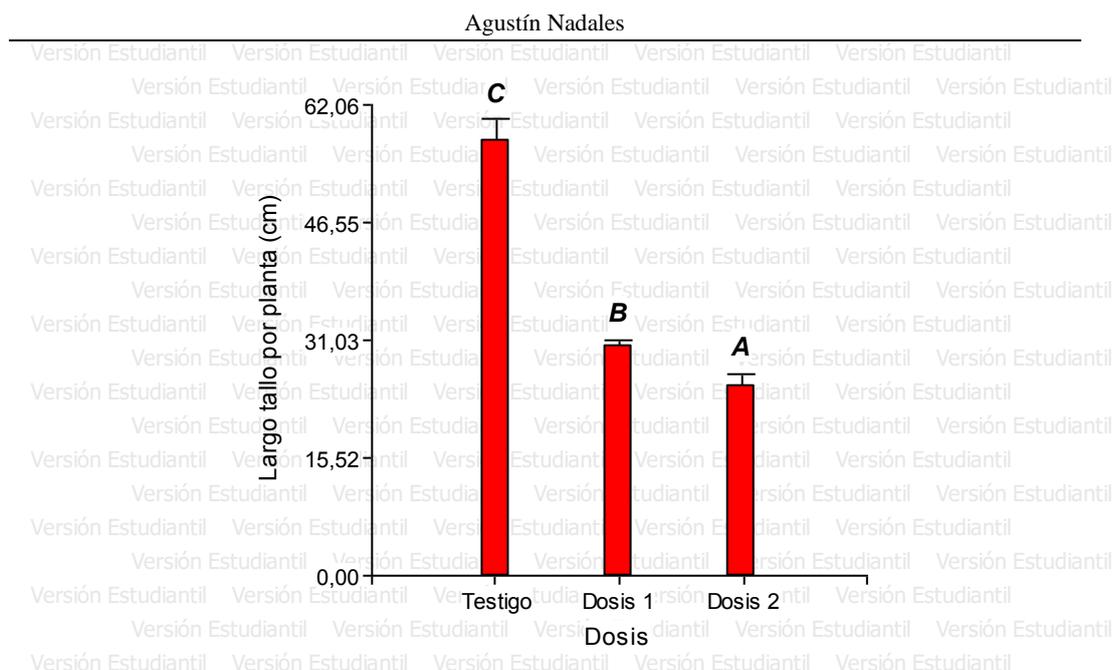


Gráfico 3: Largo de tallo (cm) por planta, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

Los resultados coinciden con lo expuesto por García *et al.*, en el Boletín de Divulgación Técnica del INTA “*Lotus tenuis* Waldst ET. KIT.: Un importante recurso forrajero para la Pampa Deprimida Argentina”, donde aclara que las plantas pueden adquirir tallos de hasta 50-70 cm de altura, resultando variable el largo de los brotes que desarrolla desde la corona, si la fertilidad del suelo disminuye o si existen condiciones de salinidad (García *et al.*, 1994).

IV. Largo de raíz y corona (cm/planta):

Se observaron diferencias significativas en el largo de raíces y corona, tanto entre genotipos (p -valor $< 0,0001$), como entre los distintos tratamientos (p -valor = 0,0361) (Tabla 2). A medida que la concentración salina aumenta en el agua de riego, el largo de raíz y corona disminuye. Las Dosis de 150mM se vieron perjudicadas en 29,02% respecto de las plantas testigo, mientras que las plantas tratadas con las Dosis 1 disminuyeron un 10,1% respecto de las testigo.

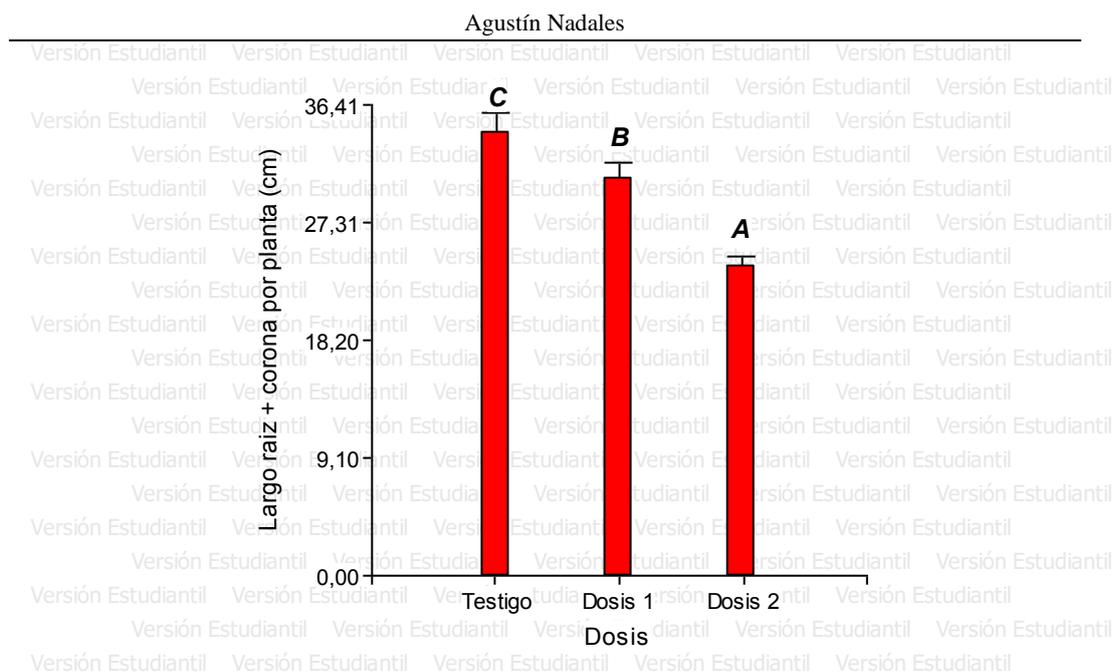


Gráfico 4: Largo de raíz y corona (cm) por planta, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

V. Cantidad total de ramificaciones:

En el Gráfico 5, se puede visualizar el efecto de la salinidad en la cantidad total de ramificaciones. Se observa como a medida que las dosis de sal aumentan, las medias disminuyen significativamente (p -valor $< 0,0001$). En el caso de las plantas testigo, la media fue de 80,34 ramificaciones por planta, mientras que las plantas tratadas con la Dosis 1 tuvieron una media de 35,73 ramificaciones, y las tratadas con la Dosis 2 de 20,95 ramificaciones por planta. También, existieron diferencias significativas entre ambos genotipos de FMH (p -valor = 0,0108).

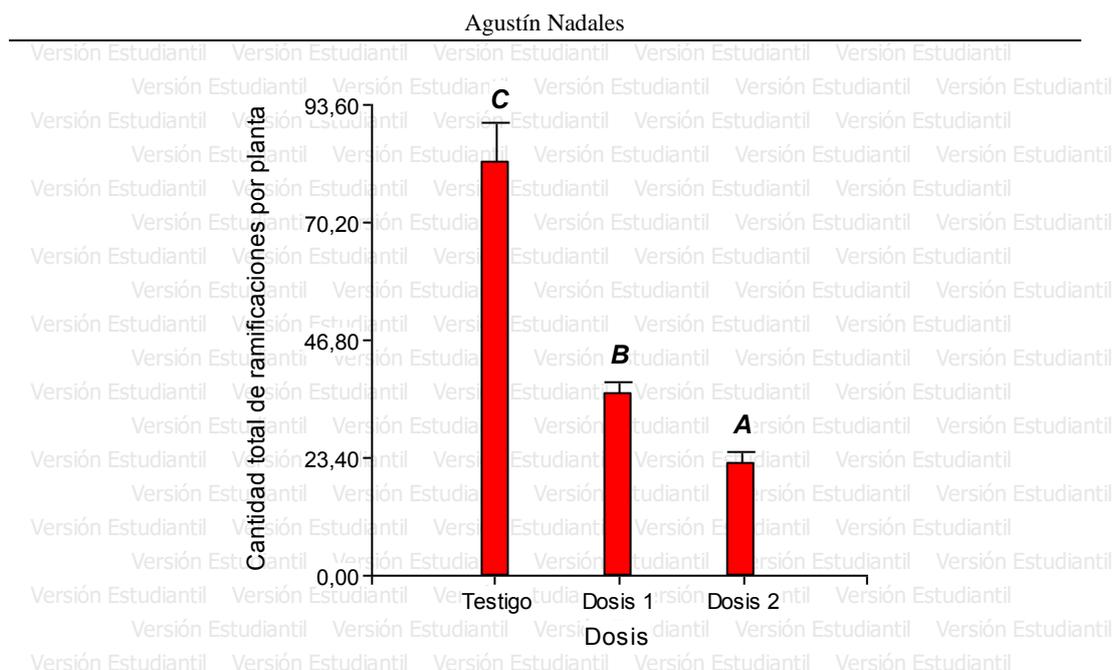


Gráfico 5: Cantidad total de ramificaciones por planta, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

Piergentilli y Bozzo aclaran que el número y largo de los brotes que desarrollan a partir de la corona depende mucho de la fertilidad del suelo, pudiendo sobrepasar los doscientos en una planta adulta bien desarrollada (Piergentilli & Bozzo, 1968). Además, como se aclara en el trabajo realizado por Paz, *et al.*, el efecto de la salinidad en suelos produce la inhibición y reducción del desarrollo normal del número de brotes en plantas de *Lotus tenuis* (Paz et al., 2014). También se demuestran evidencias que existe una reducción del número de tallos y ramificaciones por planta al ser sometidas a estrés salino en ensayos realizados por Pesqueira (Pesqueira, 2008), resultados similares a los obtenidos por Franco (Franco, 2012).

VI. Relación entre biomasa aérea y biomasa radicular

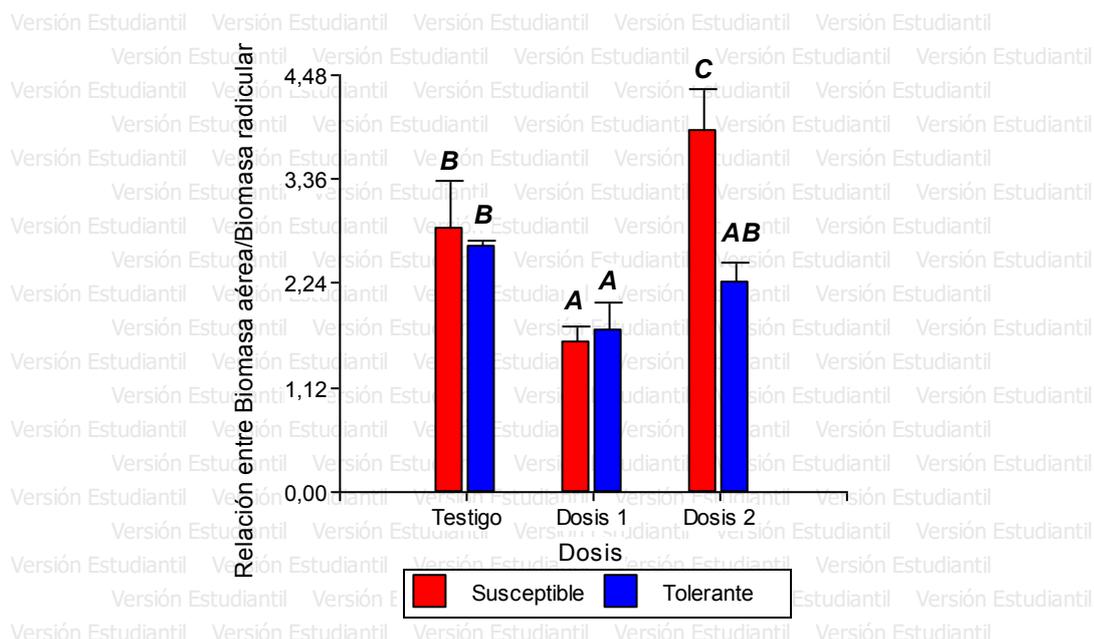


Gráfico 65: Relación entre Biomasa aérea y biomasa radicular, según el tratamiento salino aplicado. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p > 0,05$).

Existió una interacción entre la relación de biomasa aérea y la biomasa radicular de los genotipos y la concentración del tratamiento aplicado (p -valor 0,0217). Por lo tanto, se analizarán ambos factores en conjunto, ya que el efecto entre los mismos variará simultáneamente, dependiendo el uno del otro.

En el Gráfico 6, se puede observar que las plantas susceptibles, tratadas con una dosis de 150mM, lograron una relación significativamente mayor entre biomasa aérea y biomasa radicular. Tanto las plantas testigo de ambos genotipos, como las plantas tolerantes regadas con mayor concentración de NaCl, no demostraron diferencias significativas entre sí, pero sí una menor relación con respecto a la FMH Susceptible de mayor concentración. Por último, las plantas de ambos genotipos, regadas con una dosis de 75 mM de NaCl, demostraron generar una relación significativamente menor de biomasa aérea y biomasa radicular, respecto del resto de los tratamientos, salvo por las plantas Tolerantes, regadas con la Dosis 2, las cuales son significativamente similares.

Resultados comparativos según el genotipo

Para el análisis del comportamiento entre genotipos, tolerantes y susceptibles, se procedió al armado de gráficos en porcentaje considerando los resultados encontrados para los testigos como el cien por ciento, y refiriendo a la respuesta respecto al tratamiento Dosis 1 y Dosis 2 a ese testigo, en cada una de las variables analizadas.

En base a los siguientes gráficos de barra, se puede concluir que mediante los resultados comparativos de cada variable, a excepción del porcentaje de largo de raíces y corona; si bien parte de una mayor producción de biomasa, la FMH denominada Tolerante, en general, disminuye en mayor porcentaje al aplicar dosis bajas de salinidad (75mMNaCl) respecto a las plantas Testigo del mismo genotipo, y que, la FMH denominada Susceptible, en general muestra una mayor tolerancia y una menor disminución en porcentaje a bajas dosis.

Distinto es el comportamiento cuando la dosis aplicada es de mayor concentración salina (Dosis 2, 150mMNaCl), observándose como resultado general, que las plantas del genotipo Tolerante disminuyen en menor proporción que las de genotipo Susceptible respecto a las plantas Testigos correspondientes, demostrando mayor tolerancia.

En el caso del porcentaje de largo de raíces y corona, se puede evidenciar un comportamiento inverso, siendo superior la respuesta de las plantas FMH Tolerantes a bajas concentraciones, pero las plantas de FMH Susceptibles disminuyen en menor proporción cuando la concentración de sal es superior.

I. Biomasa de tallo y hojas

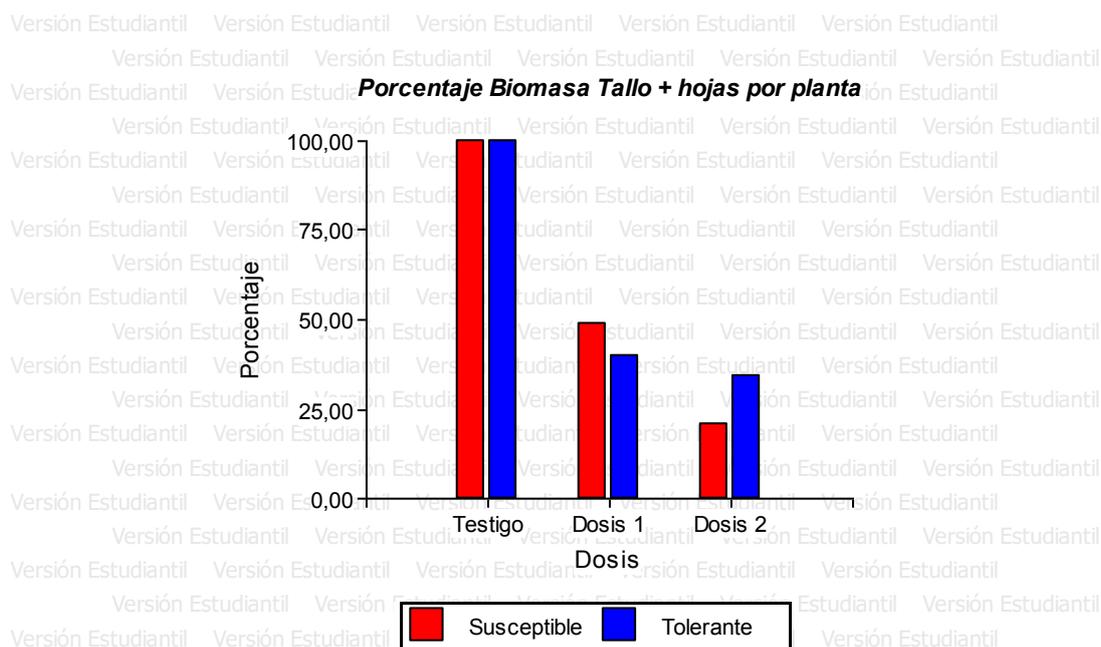


Gráfico 7: Diferencias en porcentaje de Biomasa de tallo + hojas por planta, según genotipo y dosis aplicada.

Como se mencionó en los resultados anteriores, se puede evidenciar que existen diferencias significativas de producción total de biomasa entre las FMH Tolerante y la FMH Susceptible, a diferencia de los resultados obtenidos por el trabajo realizado por Franco (Franco, 2012).

Se pudo evidenciar que por el lado de la FMH Tolerante, la producción de biomasa de hoja y tallo de las plantas Testigo se vieron disminuidas en su producción un 59,9% con concentraciones de 75 mM y un 66,31% con 150 mM; en el caso de las FMH Susceptibles, la producción disminuyó un 51,25% en las plantas tratadas con la Dosis 1, y un 79,11% en las plantas tratadas con la Dosis 2.

II. Biomasa de raíz y corona

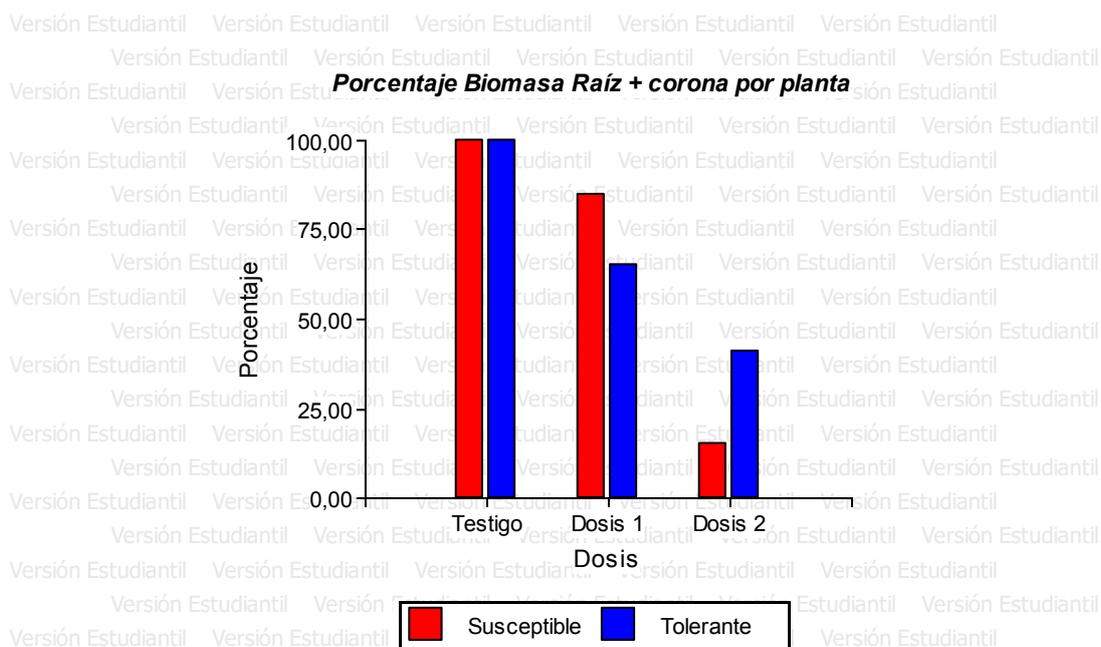


Gráfico 6: Diferencias en porcentaje de Biomasa de raíz + corona por planta, según genotipo y dosis aplicada.

En el Gráfico 8, se puede observar que al igual que se comentó anteriormente, las plantas susceptibles tratadas con una menor concentración de NaCl disminuyeron en un menor porcentaje (14,67%) que las plantas Tolerantes a igual concentración (35,23%). Caso contrario sucede cuando las concentraciones de NaCl son mayores, viéndose afectada las plantas de la FMH Susceptible un 84,95% menos respecto que las plantas testigos, y las FMH Tolerantes un 59,34%.

III. Largo de tallo

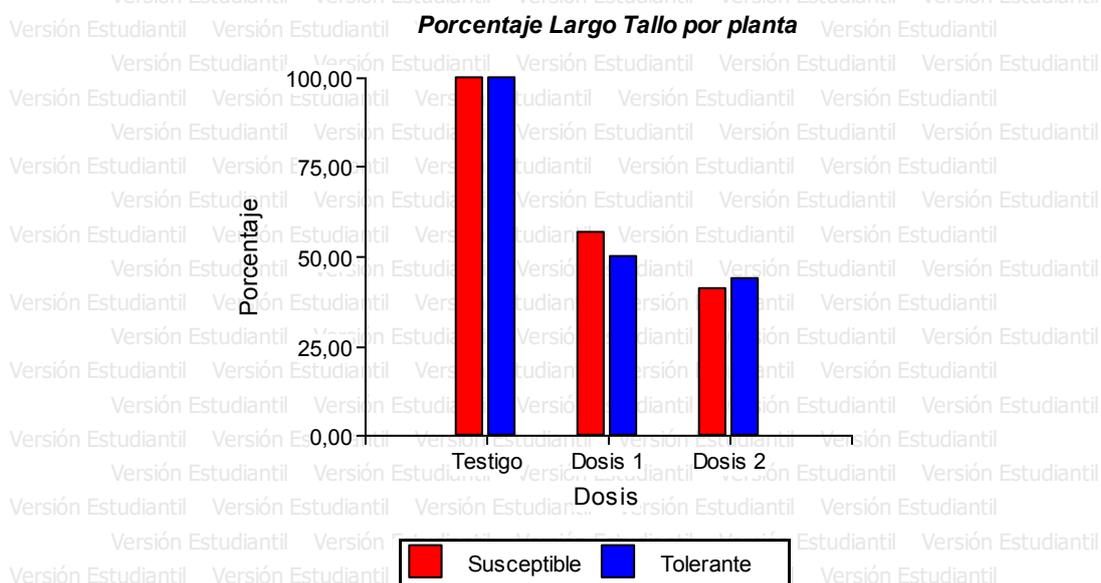


Gráfico 97: Diferencia en porcentaje de largo de tallo por planta, según genotipo y dosis aplicada.

Comparando los genotipos de acuerdo a la dosis aplicada podemos observar que la FMH Tolerante disminuye un 50,14% el largo de tallo por planta respecto a las plantas testigos al aplicarse la dosis 1, mientras que la FMH Susceptible disminuye un 42,72%. Diferente es cuando se aplica el tratamiento con la segunda dosis, en la que la FMH Susceptible disminuye en mayor proporción (59,10%) el largo de tallo por planta que las FMH Tolerante (disminuye un 55,85%). Resultados similares se pueden encontrar expuestos por Franco (Franco, 2012).

IV. Largo de raíz y corona

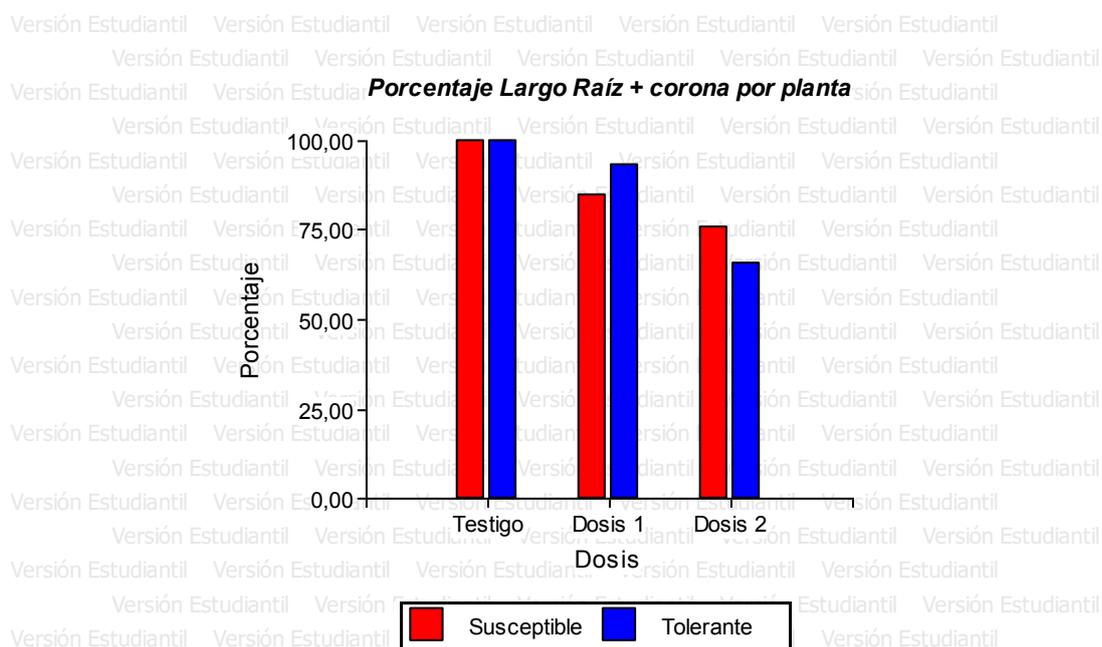


Gráfico 108: Diferencias en porcentajes de Largo de raíz + corona por planta, según genotipo y dosis aplicada.

Como se puede observar en el Gráfico 10, a diferencia del resto de los resultados, la FMH Susceptible disminuyó en menor medida, respecto de las plantas testigo, al sufrir las Dosis 1 de estrés. Distinto fue cuando se aplicó las Dosis 2, sufriendo un mayor porcentaje de pérdida en el largo de raíz y corona.

V. Cantidad total de ramificaciones por planta

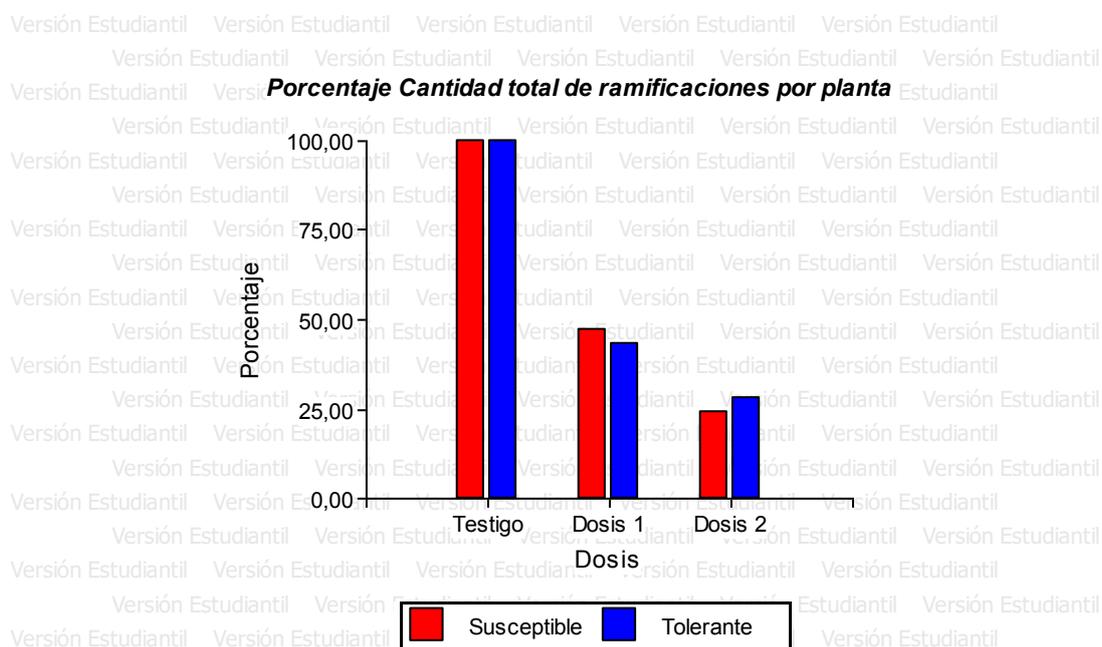


Gráfico 11: Diferencias en porcentaje de Cantidad de ramificaciones por planta, según genotipo y dosis aplicada.

Al igual que se aclaró al inicio, se puede observar que la FMH Susceptible disminuye en menor proporción que la FMH Tolerante a concentraciones bajas de NaCl. Distinto es, cuando las concentraciones de NaCl son mayores, mostrando una mayor tolerancia la FMH Tolerante, generando una mayor cantidad de ramificaciones por planta.

VI. Relación de biomasa aérea y radicular

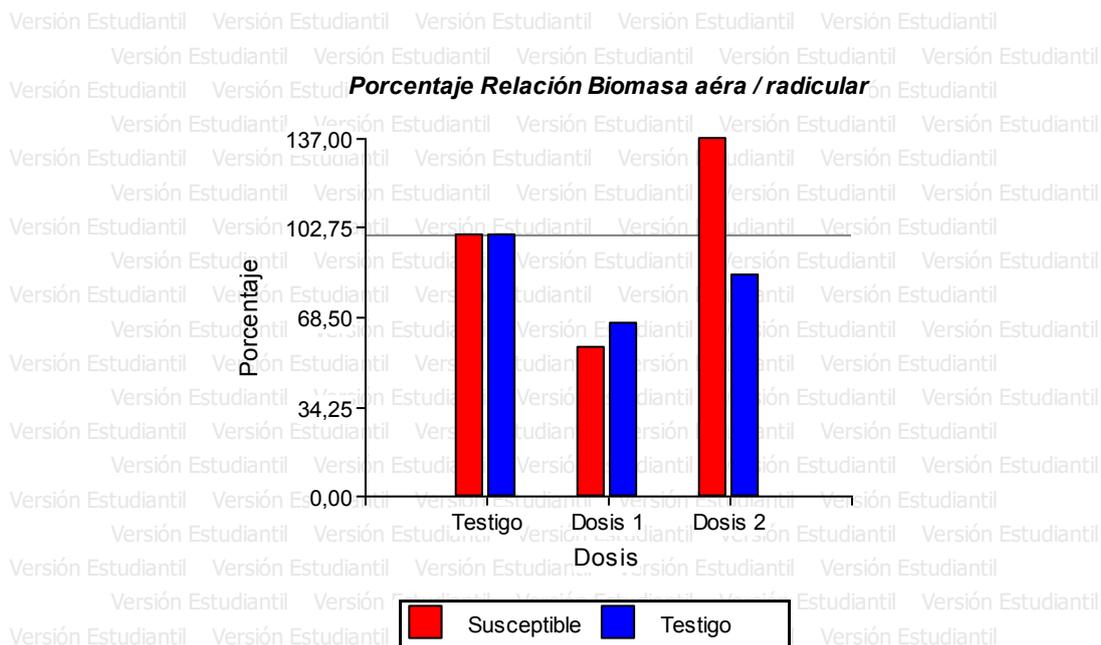


Gráfico 12: Diferencias en porcentaje de la Relación de Biomasa aérea/radicular, según genotipo y dosis aplicada.

Ambiente controlado

- **Mediciones de temperatura**

Se llevó a cabo la medición de temperatura diaria durante todo el desarrollo de cultivo, tanto dentro del invernáculo, como fuera del mismo.

El promedio mensual se puede ver en la Tabla 4, a continuación, junto con las ilustraciones de las temperaturas medias de cada mes.

Se observó que dentro del invernáculo existió una diferencia promedio de 6,4° C más que en el exterior del mismo cada mes. Esta diferencia podría haber favorecido el crecimiento de las plantas y evitado varios días de bajas temperaturas, cercanas a 0°C, que hubieran sido perjudiciales para las mismas.

Promedio Mensuales		
Meses	Temperatura (°C)	
	Adentro	Afuera
Agosto	11,98	5,49
Septiembre	13,31	7,33
Octubre	18,06	11,20
Noviembre	20,00	14,39
Diciembre	26,84	21,15

Tabla N° 4: Promedio mensual de temperatura dentro y fuera del invernáculo

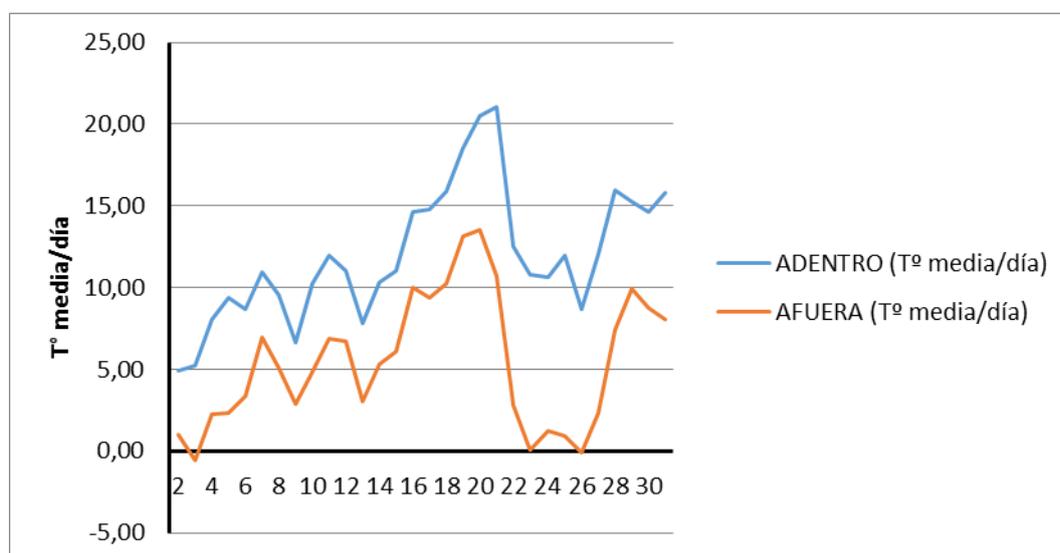


Gráfico 13: Temperatura media del mes de agosto dentro y fuera del invernáculo

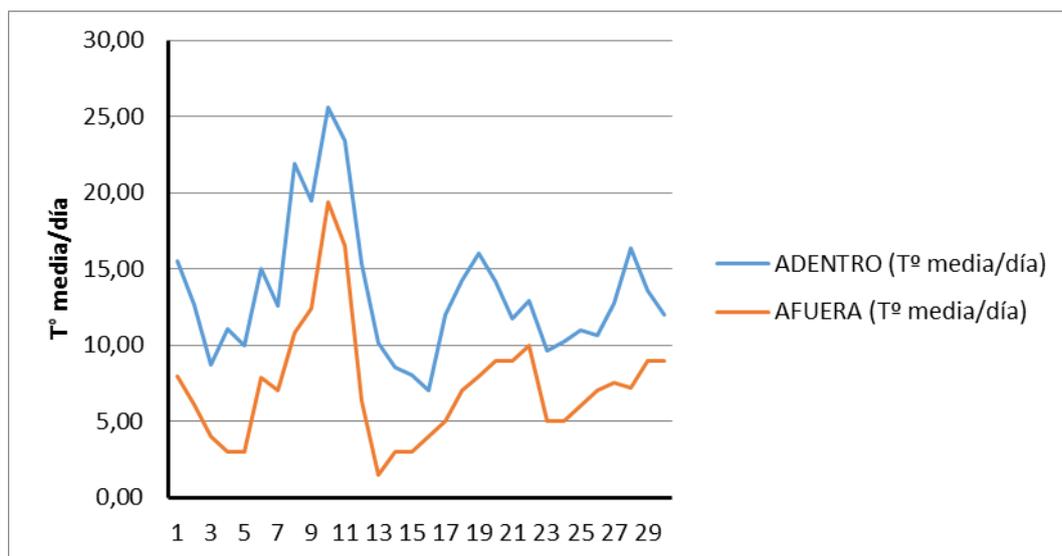


Gráfico 14: Temperatura media del mes de septiembre dentro y fuera del invernáculo

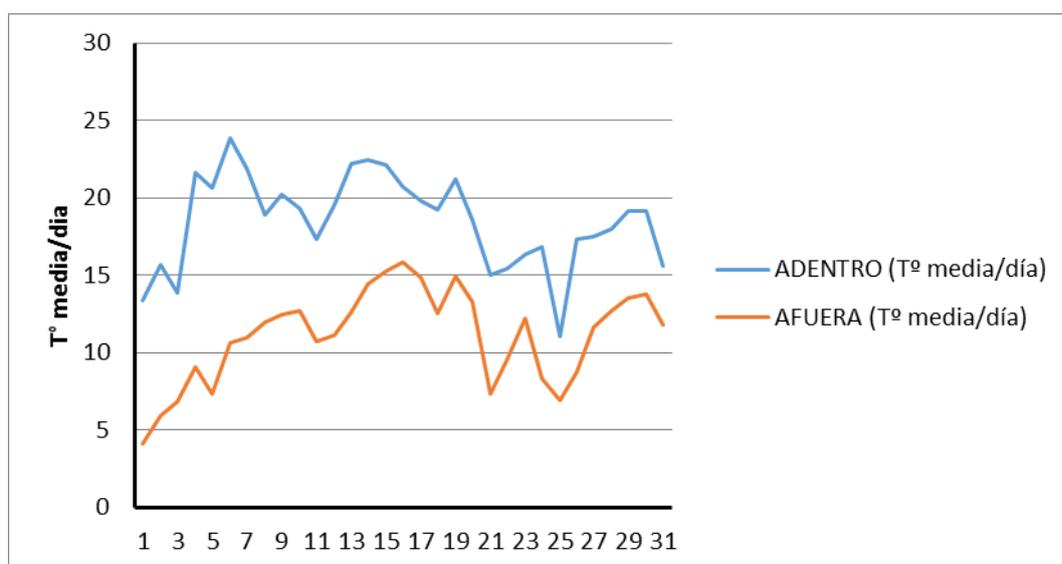


Gráfico 15: Temperatura media del mes de octubre dentro y fuera del invernáculo

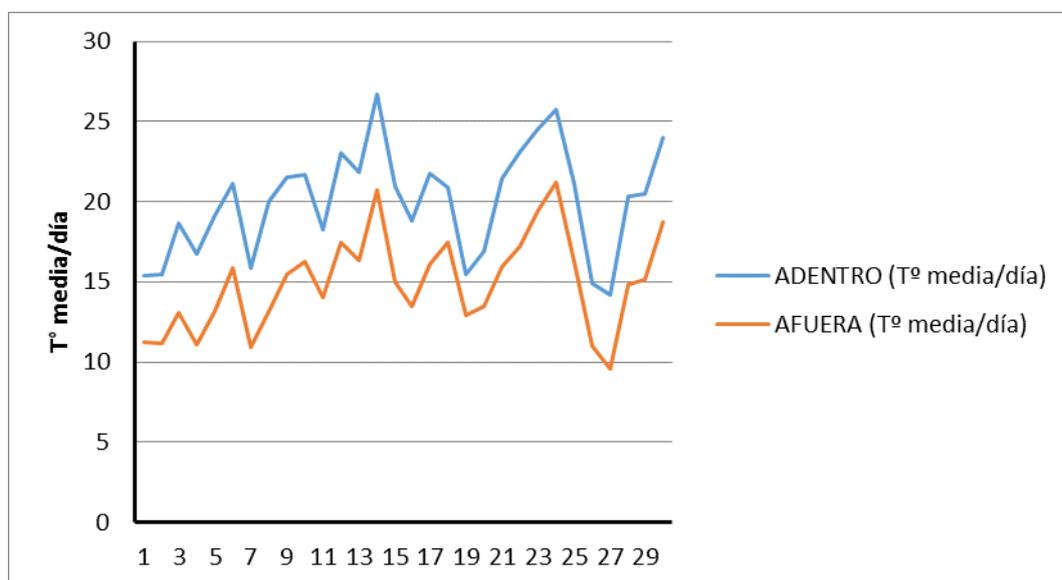


Gráfico 16: Temperatura media del mes de noviembre dentro y fuera del invernáculo

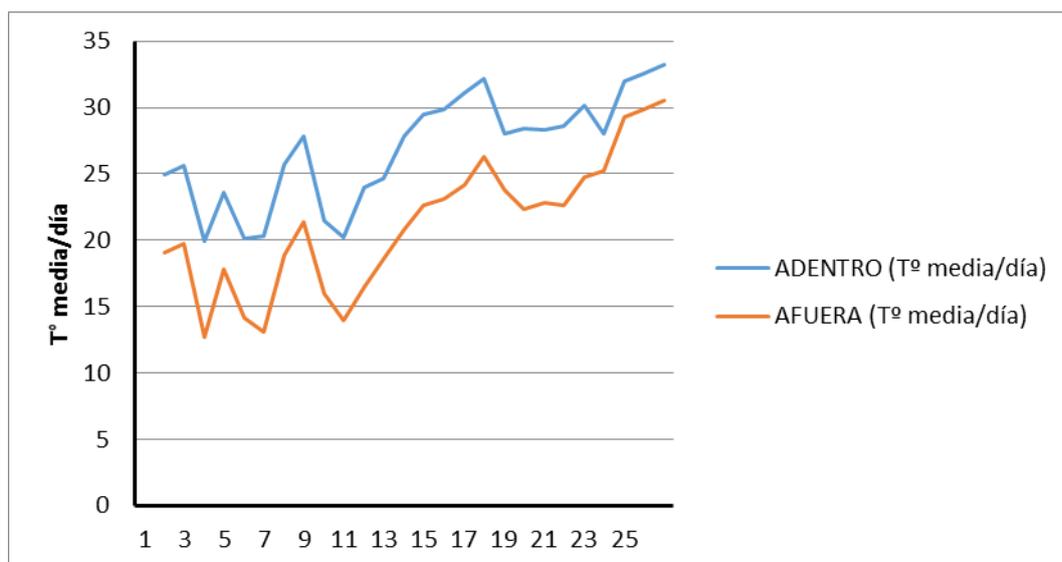


Gráfico 17: Temperatura media del mes de diciembre dentro y fuera del invernáculo

- **Mediciones con radiómetro**

En la Tabla 5 se presentan los valores de las mediciones realizadas dentro y fuera del invernáculo con el uso del radiómetro Ceptometer LP-80 (Decagon Devises).

Se puede evidenciar el aumento de las mediciones de intensidad de la radiación solar a medida que nos acercamos al verano, y las diferencias significativas que existen dentro y fuera del invernáculo por la atenuación de la luz solar que existe al impactar la luz solar previamente en las cubiertas del invernáculo.

Fecha	Mediciones ($\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{seg}$)		Promedio Mensual	
	<i>Afuera</i>	<i>Adentro</i>	<i>Afuera</i>	<i>Adentro</i>
20-ago	1160	570	1579,00	720,33
22-ago	1965	866		
29-ago	1612	725		
04-sep	1306	645	1624,20	740,60
10-sep	1574	741		
19-sep	1615	749		
23-sep	1765	733		
26-sep	1861	835		
08-oct	1921	767	1861,33	795,00
15-oct	1825	840		
24-oct	1838	778		
05-nov	2223	954	2222,00	950,00
12-nov	2099	877		
14-nov	2344	1019		

Tabla N° 5: Mediciones de intensidad de luz solar en $\mu\text{mol}/\text{m}^2.\text{seg}$ de acuerdo a fecha de medición realizada dentro y fuera del invernáculo y promedio mensual



Gráfico 18: Intensidad de luz fuera y dentro del invernáculo

- **Conductividad, salinidad y humedad del perfil**

Mediante el uso del Conductímetro HI 993310 se realizó la medición de la conductividad eléctrica y actividad eléctrica del suelo de las macetas. De acuerdo a las mediciones obtenidas se calculó la salinidad y conductividad eléctrica referida a 25° C mediante el procedimiento indicado en el Manual de Instrucciones del Medidor Portátil (HANNA, n.d.).

Las Tablas 6 y 7 muestran los datos obtenidos mediante cálculos de salinidad y CE 25.

Cuadro Salinidad (gr/l)							
Fecha	Testigo Conduct.	Test Susc.	Test Toleran.	Dosis 1 Susc.	Dosis 1 Toleran.	Dosis 2 Susc.	Dosis 2 Toleran.
20/09/2014	1,54	1,04	1,45	2,48	2,16	3,08	2,12
25/09/2014	1,29	1,43	1,20	2,58	2,25	2,05	2,74
01/10/2014	1,33	1,04	1,10	2,42	3,17	3,20	2,99
03/10/2014	1,29	1,24	1,08	2,58	2,90	2,97	3,84
09/10/2014	1,17	1,15	1,50	2,94	2,71	2,74	3,50
11/10/2014	1,17	0,81	1,24	3,15	3,43	2,97	3,80
15/10/2014	1,06	0,78	1,33	3,34	2,85	3,29	3,75
18/10/2014	1,36	1,29	1,52	3,45	3,75	3,68	4,14
25/10/2014	1,17	1,01	1,86	3,29	3,13	4,03	4,21
05/11/2014	1,17	1,27	0,99	3,86	4,00	3,29	3,52
12/11/2014	0,74	1,33	1,22	3,82	4,19	4,14	4,32
14/11/2014	1,01	1,61	1,17	3,57	3,59	3,93	4,00
19/11/2014	0,83	0,92	1,15	3,91	3,86	3,98	4,23
27/11/2014	0,97	1,47	1,06	3,29	3,77	4,42	4,67
03/12/2014	0,81	0,92	1,20	4,26	3,96	4,26	4,03
09/12/2014	0,87	1,01	0,92	4,35	4,21	4,14	4,37

Tabla N° 6: Salinidad (gr/l).

Cuadro Conductividad Eléctrica 25 (gr/l)							
Fecha	Testigo Conduct.	Test Susc.	Test Toleran.	Dosis 1 Susc.	Dosis 1 Toleran.	Dosis 2 Susc.	Dosis 2 Toleran.
20/09/2014	2,41	1,62	2,26	3,88	3,38	4,82	3,31
25/09/2014	2,01	2,23	1,87	4,03	3,52	3,20	4,28
01/10/2014	2,08	1,62	1,73	3,77	4,96	5,00	4,67
03/10/2014	2,01	1,94	1,69	4,03	4,53	4,64	6,00
09/10/2014	1,83	1,80	2,34	4,60	4,24	4,28	5,46
11/10/2014	1,83	1,26	1,94	4,92	5,35	4,64	5,93
15/10/2014	1,65	1,22	2,08	5,21	4,46	5,14	5,86
18/10/2014	2,12	2,01	2,37	5,39	5,86	5,75	6,47
25/10/2014	1,83	1,58	2,91	5,14	4,89	6,29	6,58
05/11/2014	1,83	1,98	1,55	6,04	6,25	5,14	5,50
12/11/2014	1,15	2,08	1,90	5,97	6,54	6,47	6,76
14/11/2014	1,58	2,52	1,83	5,57	5,61	6,15	6,25
19/11/2014	1,29	1,44	1,80	6,11	6,04	6,22	6,61
27/11/2014	1,51	2,30	1,65	5,14	5,89	6,90	7,30
03/12/2014	1,26	1,44	1,87	6,65	6,18	6,65	6,29
09/12/2014	1,37	1,58	1,44	6,79	6,58	6,47	6,83

Tabla N° 7: Conductividad Eléctrica referida a 25° C (gr/l).

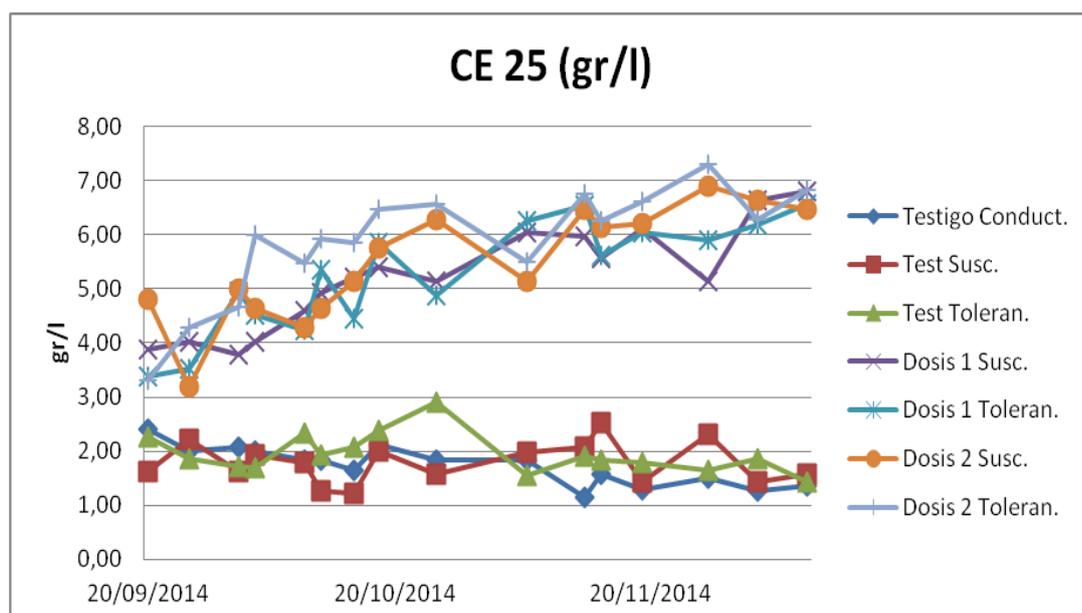


Gráfico 19: Conductividad Eléctrica referida a 25° C (gr/l)

En la Tabla 7 y el gráfico 19 se puede observar que las plantas tratadas con diferentes dosis fueron cultivadas en un suelo salino, como se afirmó en el comienzo, ya que se considera así a partir de 4 de CE.

También, se puede observar que a medida que avanzamos en el tiempo a lo largo del ensayo, manteniendo constante la aplicación de las dosis, la conductividad eléctrica en las macetas va en aumento, sin encontrarse diferencias significativas entre las macetas con diferentes dosis aplicadas.

En las Tablas 8 y 9 del Anexo, podemos observar las distintas lecturas o mediciones obtenidas durante el ensayo de conductividad y actividad.

Conclusión

Lotus tenuis es una especie perenne de la familia de las leguminosas, que, sumado a sus excelentes valores nutritivos, posee una gran adaptabilidad y tolerancia frente a suelos salinos en estados de germinación, plántula y planta; los resultados evidenciaron que el comportamiento en estado vegetativo del cultivar resistente y el cultivar susceptible de *L. tenuis* frente a condiciones de estrés salino fue diferente.

Primero y principal, cabe remarcar, que para ambos genotipos, la tasa de mortalidad para los diferentes tratamientos aplicados, fue nula.

Se demostró, mediante los ensayos realizados en esta Tesis, que el estrés salino durante el estado vegetativo del cultivo produjo cambios diferenciales, según el cultivar y la dosis de salinidad aplicada, en los siguientes parámetros de crecimiento analizados: biomasa de tallo y hojas (gr/planta), biomasa de raíz y corona (gr/planta), largo de tallos (cm), largo de raíz y corona (cm), cantidad total de ramificaciones y relación entre biomasa aérea y biomasa radicular.

El cultivar susceptible, según los parámetros de crecimiento analizados, reveló una mayor tolerancia y un mejor crecimiento de su estado vegetativo, al aplicar menores dosis de agua salada como tratamiento, a excepción del largo de raíz y corona.

El cultivar tolerante, demostró una mayor tolerancia y un mejor desarrollo de su estado vegetativo que el susceptible cuando las concentraciones de sal en la solución aplicada fueron de mayores.

Basándonos en los resultados obtenidos en este ensayo, se puede interpretar que, en condiciones semejantes a las estudiadas, desde el punto de vista agronómico, el cultivar de la FMH 490 posee la capacidad de desarrollar y generar una mayor cantidad de biomasa que la FMH 2241.

En conclusión, la tolerancia frente a condiciones de salinidad y las características propias de producción de la especie *Lotus tenuis*, hacen de la misma una leguminosa perenne de importante valor forrajero, ideal para las condiciones edáficas y climáticas de la Cuenca del Salado.

Habrà que continuar nuevas investigaciones acerca del efecto del estrés salino en el valor nutritivo de esta especie.

Anexos

Mezcla de suelo utilizada:

La mezcla de tierra se preparó con 2 macetas llenas de perlita (2,56 litros cada maceta) y una bolsa de 25dm³ del compost orgánico (Bertinat, Bella Vista, Buenos Aires, Argentina).

El compost presenta las siguientes características:

- Materia Orgánica: 20-25%
- Ph: 5-5,5
- Relación C/N: 19,8
- Cenizas: 20-25%
- Humedad: 45-50%

Análisis estadístico desarrollado de las variables analizadas

- **Biomasa de tallo y hoja (gramos por planta)**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(UnilateralD)
RDUO_Biomasa x plant_o + ho..	22	0,00	3,41	0,92	0,1890

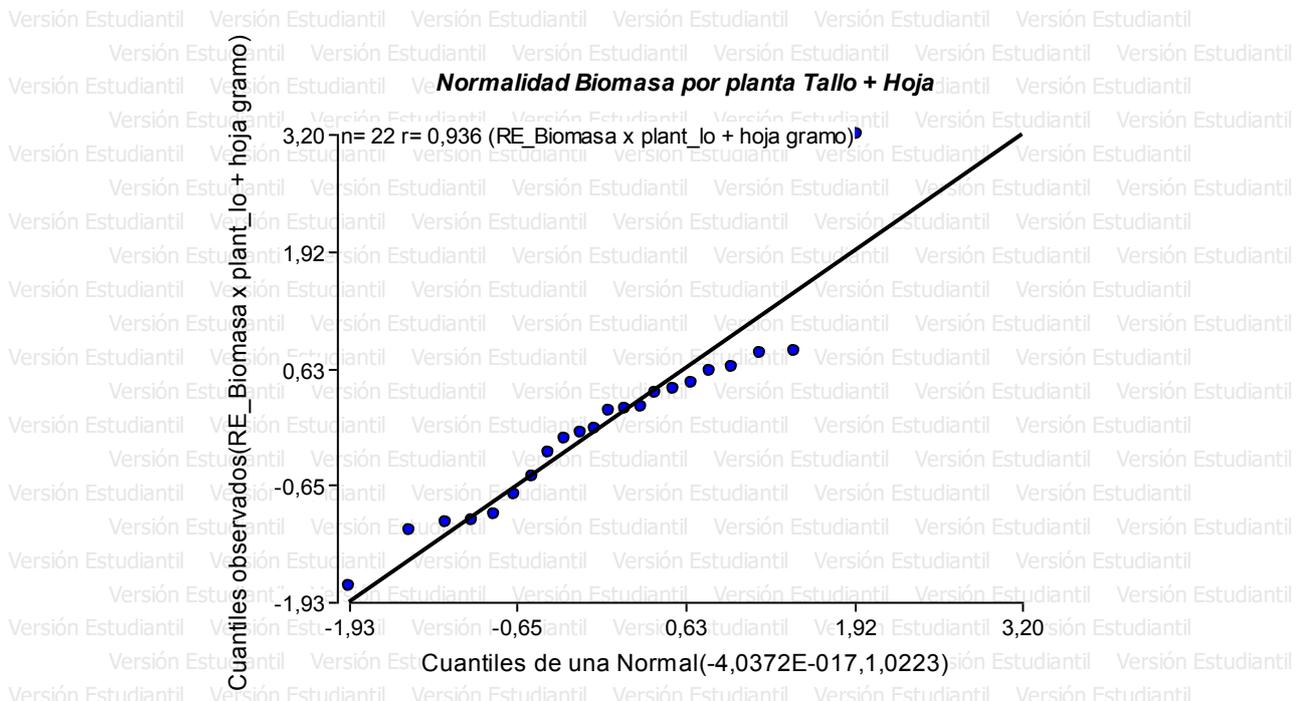


Gráfico 20: QQ-Plot: Gráfico de Normalidad de Biomasa de tallo y hoja por planta

- Prueba de Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Biomasa x plan_o + ho..	22	0,44	0,26	85,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	51,94	5	10,39	2,48	0,0761
Tratamiento	51,94	5	10,39	2,48	0,0761
Error	67,03	16	4,19		
Total	118,97	21			

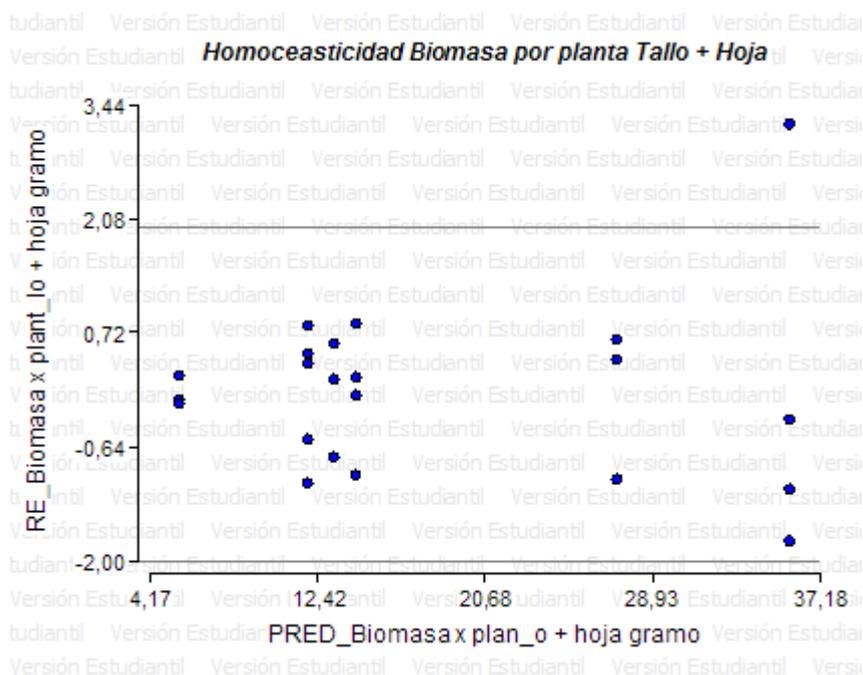


Gráfico 21: Diagrama de Dispersión: Homocedasticidad de Biomasa de tallo y hoja por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Biomasa x planta tallo + h..	22	0,90	0,87	21,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2259,15	5	451,83	29,53	<0,0001
Dosis	1984,21	2	992,10	64,84	<0,0001
Genotipo	149,52	1	149,52	9,77	0,0065
Dosis*Genotipo	50,59	2	25,30	1,65	0,2225
Error	244,79	16	15,30		
Total	2503,94	21			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,33891

Error: 15,2996 gl: 16

Dosis	Medias	n	E. E.	
Dosis 2	8,84	8	1,43	A
Dosis 1	13,77	7	1,49	B
Testigo	31,42	7	1,49	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,59563

Error: 15,2996 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E. E.	
Susceptible	15,35	9	1,30	A
Tolerante	20,67	13	1,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- **Biomasa de raíces y corona (gramos por planta)**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(UnilateralD)
RDUO_Raíz + corona_Biomasa..	22	0,00	1,74	0,95	0,6093

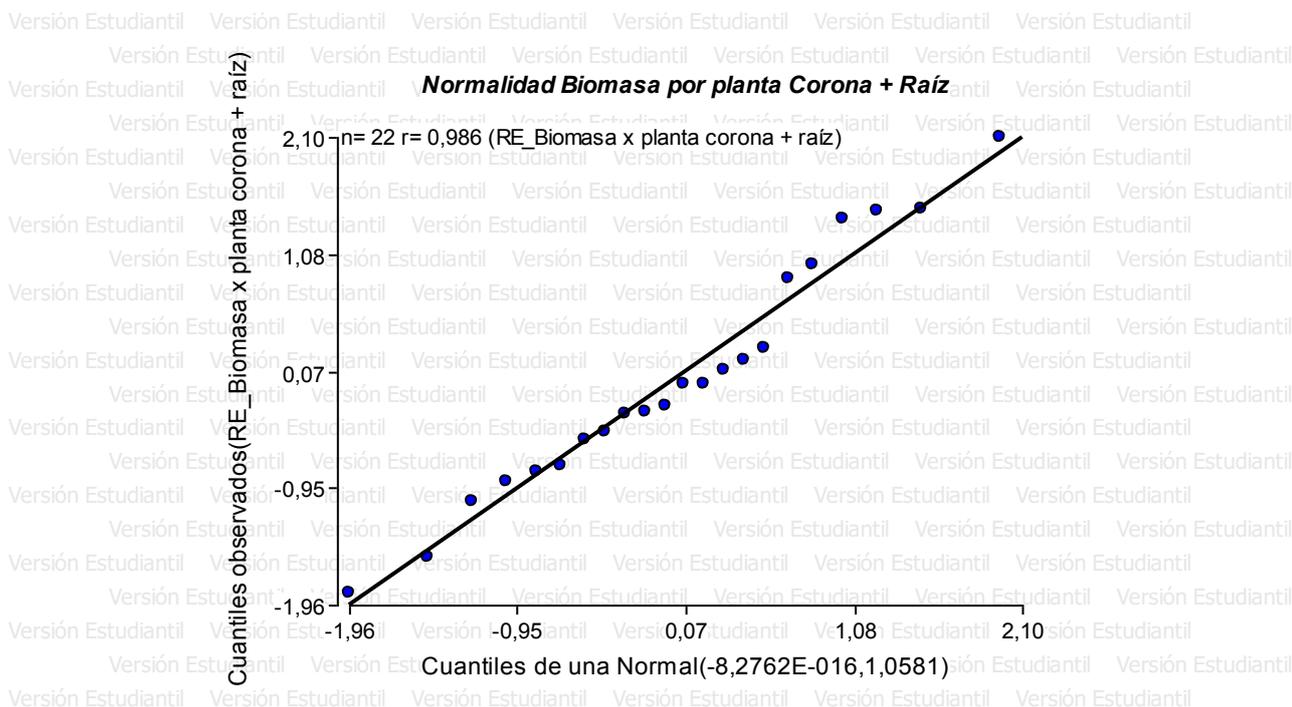


Gráfico 22: QQ-Plot: Gráfico de Normalidad de Biomasa raíces y corona por planta

- Prueba Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Biomasa x plan_ coron..	22	0,27	0,04	75,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,16	5	1,23	1,17	0,3672
Tratamiento	6,16	5	1,23	1,17	0,3672
Error	16,88	16	1,05		
Total	23,03	21			

Homoceasticidad Biomasa por planta Corona + Raíz

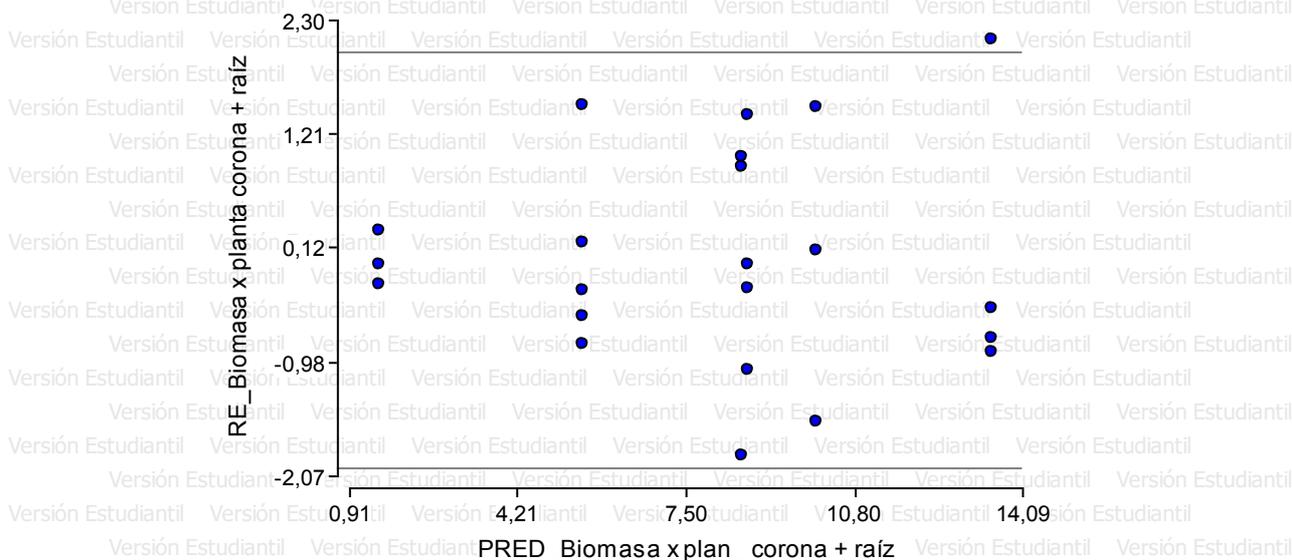


Gráfico 23: Diagrama de dispersión: Homocedasticidad de Biomasa de raíces y corona por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Raíz + corona gramos Bioma..	22	0,82	0,77	24,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	294,59	5	58,92	14,85	<0,0001
Dosis	252,71	2	126,36	31,84	<0,0001
Genotipo	33,27	1	33,27	8,38	0,0105
Dosis*Genotipo	15,04	2	7,52	1,90	0,1825
Error	63,49	16	3,97		
Total	358,08	21			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,20975

Error: 3,9683 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	3,50	8	0,73	A
Dosis 1	8,67	7	0,76	B
Testigo	11,79	7	0,76	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,83120

Error: 3,9683 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	6,73	9	0,66	A
Tolerante	9,24	13	0,56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- **Largo de tallo (cm por planta)**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO_Largo tallo (cm)	22	0,00	3,46	0,94	0,4614

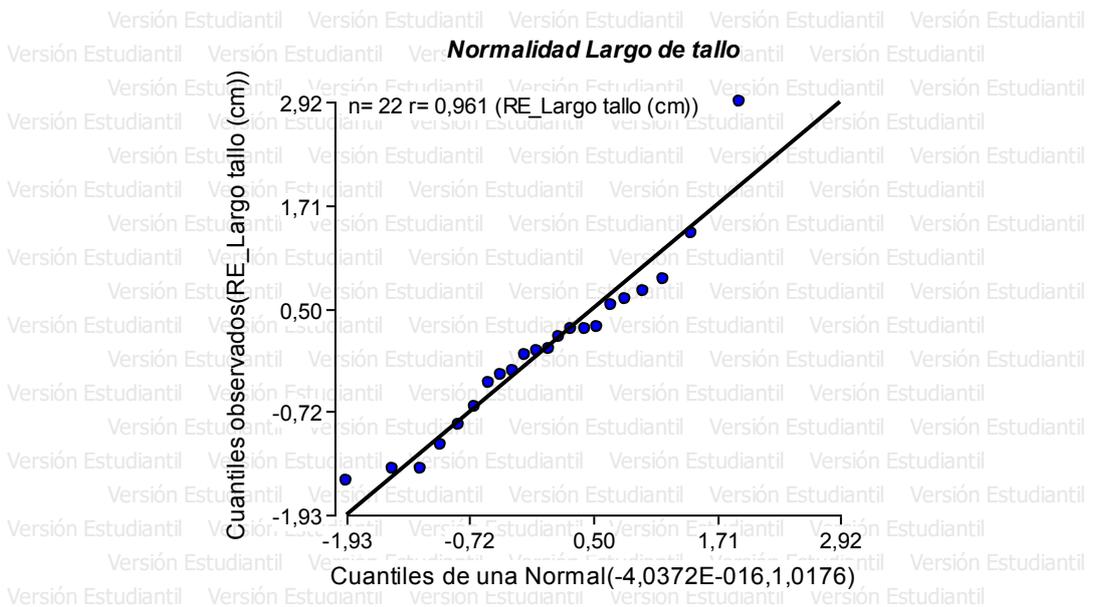


Gráfico 94: QQ- Plot: Gráfico de Normalidad de Largo del tallo por planta

- Prueba Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Largo tallo (cm)	22	0,42	0,24	84,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	49,94	5	9,99	2,31	0,0922
Tratamiento	49,94	5	9,99	2,31	0,0922
Error	69,08	16	4,32		
Total	119,02	21			

Agustín Nadales

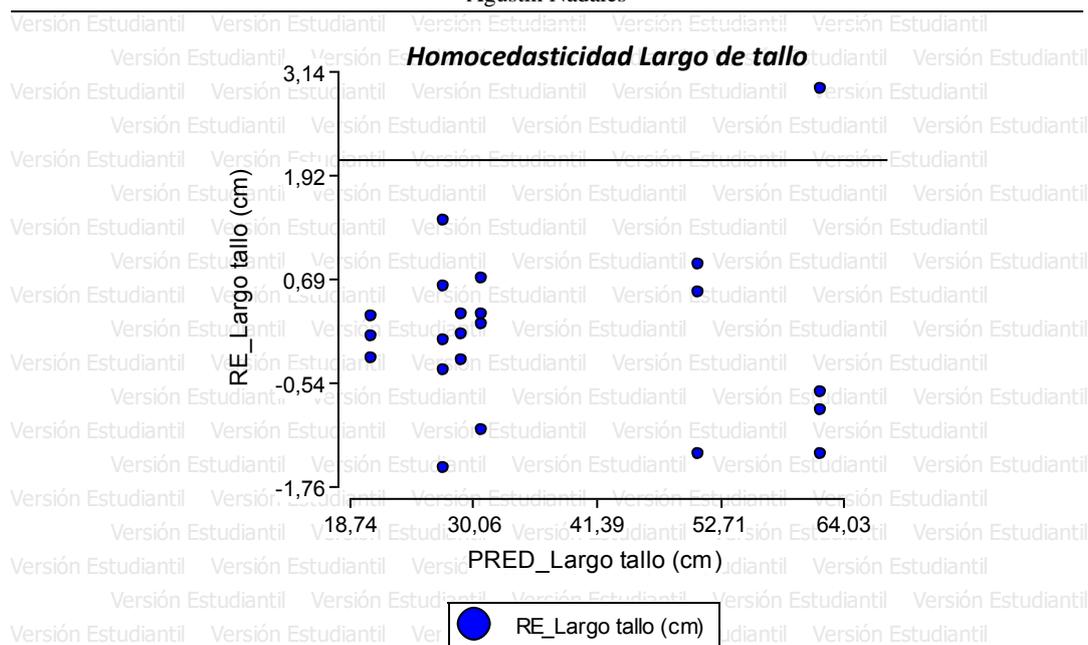


Gráfico 105: Diagrama de dispersión: Homocedasticidad de Largo de tallo por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo tallo (cm)	22	0,95	0,93	10,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4657,82	5	931,56	59,24	<0,0001
Dosis	4166,29	2	2083,15	132,47	<0,0001
Genotipo	222,19	1	222,19	14,13	0,0017
Dosis*Genotipo	74,82	2	37,41	2,38	0,1246
Error	251,61	16	15,73		
Total	4909,44	21			

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Largo tallo (cm)	22	0,93	0,92	11,56

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,68159

Error: 18,1351 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	24,09	8	1,52	A
Dosis 1	29,68	7	1,61	B
Testigo	56,75	7	1,61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,87961

Error: 18,1351 gl: 18

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	33,60	9	1,42	A
Tolerante	40,08	13	1,19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

• **Largo de raíces y corona (cm por planta)**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(UnilateralD)
RDUO_largo raiz + corona c..	22	0,00	2,40	0,95	0,6396

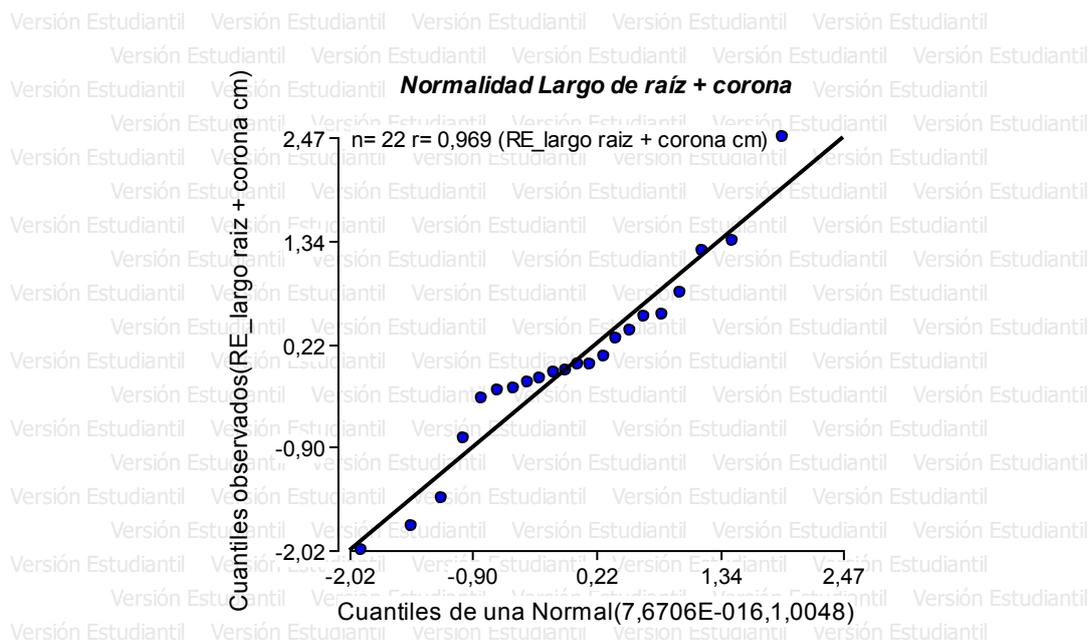


Gráfico 116: QQ- Plot: Gráfico de Normalidad de Largo de raíces y tallo por planta

- Prueba de Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_largo raiz + corona c..	22	0,79	0,72	55,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	48,97	5	9,79	11,73	0,0001
Tratamiento	48,97	5	9,79	11,73	0,0001
Error	13,36	16	0,83		
Total	62,32	21			

Agustín Nadales

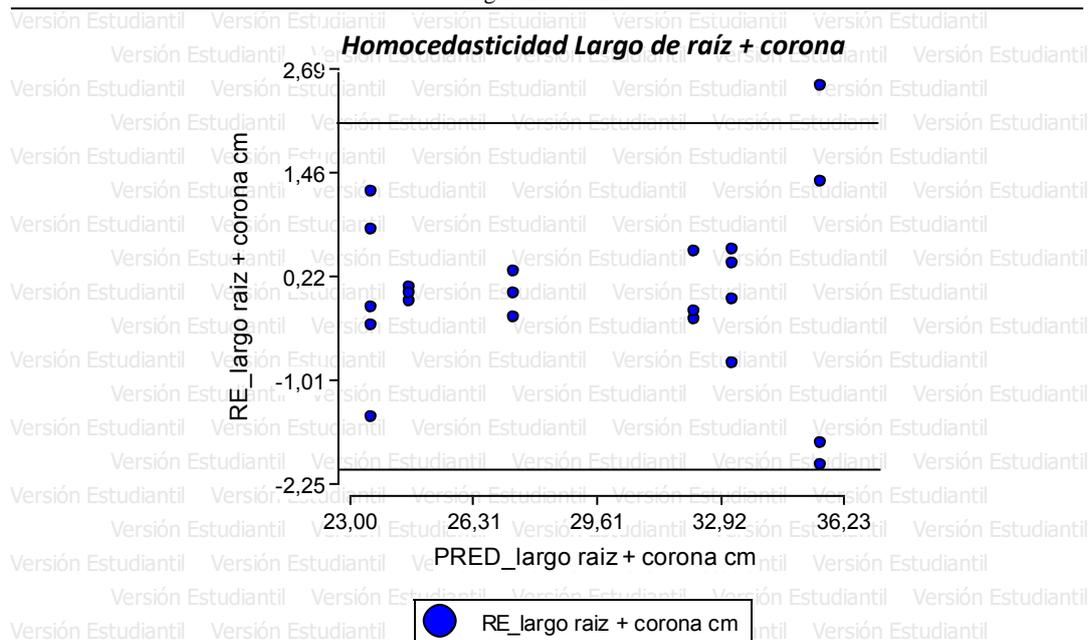


Gráfico 127: Diagrama de dispersión: Homocedasticidad de Largo de raíces y corona por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
largo raiz + corona cm	22	0,73	0,69	10,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	444,86	3	148,29	16,22	<0,0001
Dosis	419,58	2	209,79	22,95	<0,0001
Genotipo	36,49	1	36,49	3,99	0,0611
Error	164,51	18	9,14		
Total	609,38	21			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=3,32353

Error: 9,1397 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	23,65	8	1,08	A
Dosis 1	30,56	7	1,15	B
Testigo	34,00	7	1,15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,75419

Error: 9,1397 gl: 18

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	28,09	9	1,01	A
Tolerante	30,83	13	0,84	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

- **Cantidad total de ramificaciones por planta**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W	p(UnilateralD)
RDUO_Cant de ramif por pla..	22	0,00	9,63	0,92	0,2055

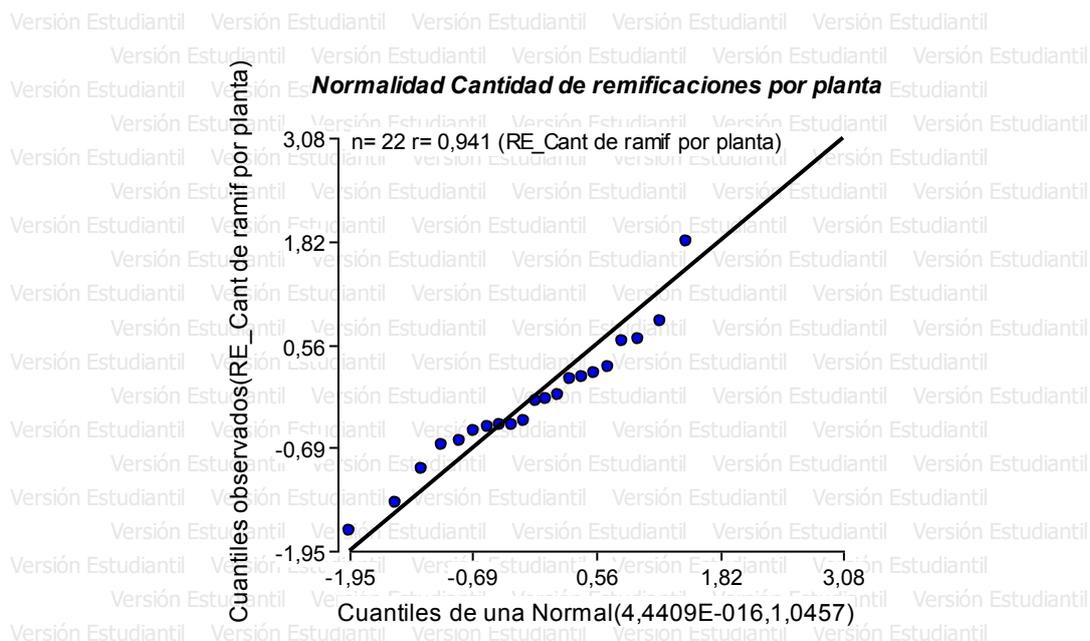


Gráfico 138: QQ- Plot: Gráfico de Normalidad de Cantidad de ramificaciones por planta

- Prueba de Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Cant de ramif por pla..	22	0,46	0,30	86,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	454,03	5	90,81	2,78	0,0544
Tratamiento	454,03	5	90,81	2,78	0,0544
Error	523,39	16	32,71		
Total	977,42	21			

Agustín Nadales

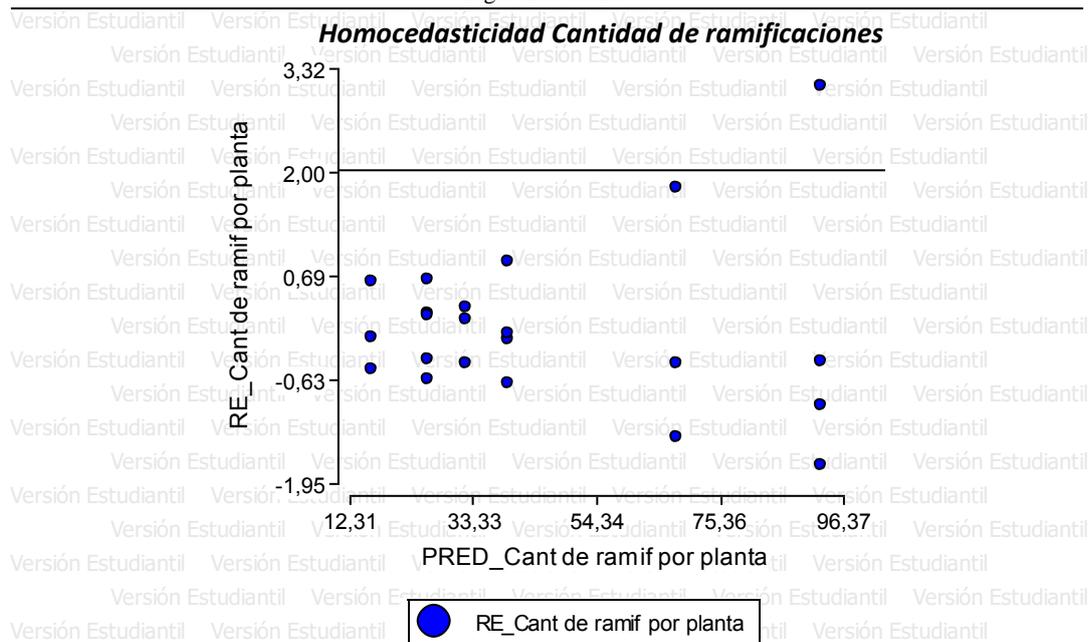


Gráfico 29: Diagrama de dispersión: Homocedasticidad de Cantidad de ramificaciones por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cant de ramif por planta	22	0,87	0,85	24,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15619,35	5	3123,87	25,66	<0,0001
Dosis	13493,78	2	6746,89	55,42	<0,0001
Genotipo	1012,76	1	1012,76	8,32	0,0108
Dosis*Genotipo	294,95	2	147,48	1,21	0,3237
Error	1947,75	16	121,73		
Total	17567,10	21			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=12,27110

Error: 124,5945 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	20,44	8	3,99	A
Dosis 1	35,28	7	4,23	B
Testigo	81,11	7	4,23	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=10,16899

Error: 124,5945 gl: 18

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	38,76	9	3,72	A
Tolerante	52,46	13	3,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

• **Relación biomasa aérea y biomasa radicular por planta**

Análisis de supuestos y normalidad de datos:

- Shapiro Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*p (UnilateralD)
RDUO_Relacion bioma_ea y r..	22	0,00	0,50	0,90

0,0916

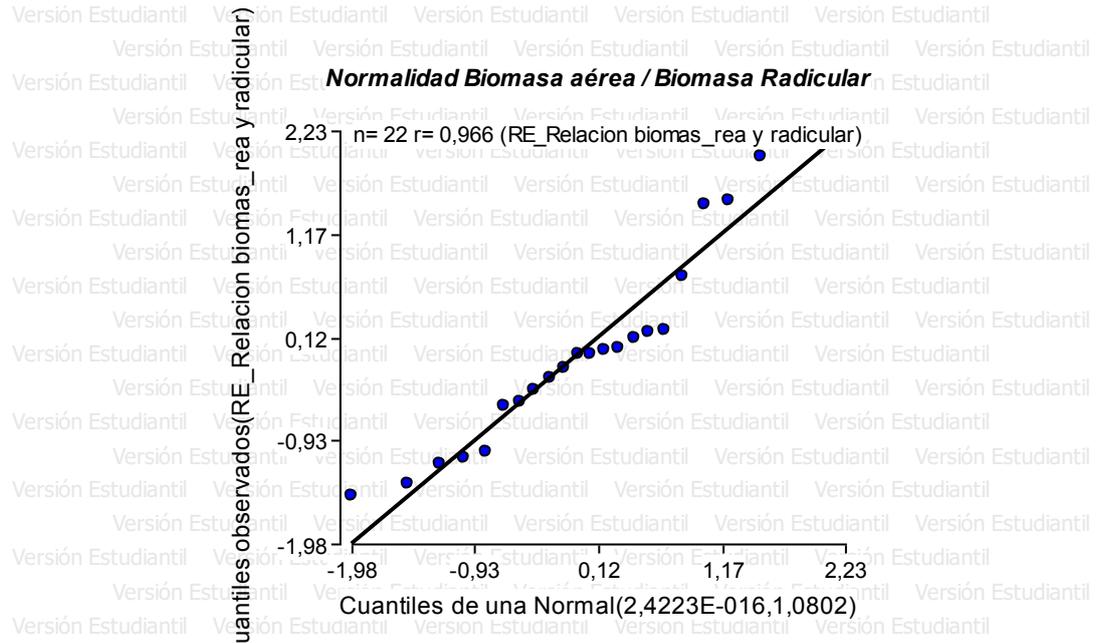


Gráfico 30: QQ- Plot: Gráfico de Normalidad la Relación de biomasa aérea y radicular por planta

- Prueba de Levene:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS_Relacion bioma_ea y r..	22	0,38	0,19	80,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,86	5	0,17	1,99	0,1351
Tratamiento	0,86	5	0,17	1,99	0,1351
Error	1,39	16	0,09		
Total	2,25	21			

Agustín Nadales

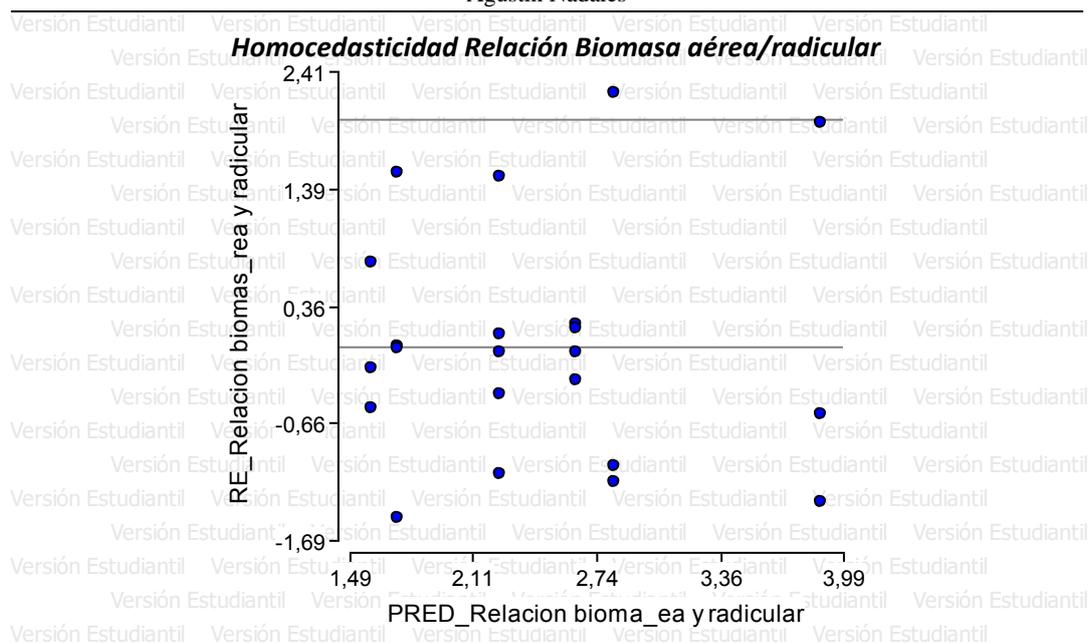


Gráfico 31: Diagrama de dispersión: Homocedasticidad de la Relación entre biomasa aérea y biomasa radicular por planta

Análisis de la varianza de datos y Test LSD Fisher:

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Relacion biomasa aerea y r..	22	0,68	0,58	23,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,09	5	2,22	6,86	0,0013
Dosis	7,51	2	3,75	11,62	0,0008
Genotipo	1,67	1	1,67	5,17	0,0372
Dosis*Genotipo	3,17	2	1,59	4,91	0,0217
Error	5,17	16	0,32		
Total	16,26	21			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,90716

Error: 0,3232 gl: 16

Dosis	Genotipo	Medias	n	E.E.	
Dosis 1	Susceptible	1,60	3	0,33	A
Dosis 1	Tolerante	1,73	4	0,28	A
Dosis 2	Tolerante	2,25	5	0,25	A B
Testigo	Tolerante	2,64	4	0,28	B
Testigo	Susceptible	2,83	3	0,33	B
Dosis 2	Susceptible	3,87	3	0,33	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Cuadros de mediciones de Conductividad durante el ensayo:

Cuadro de Conductividad							
Fecha	Testigo Conduct.	Test Susc.	Test Toleran.	Dosis 1 Susc.	Dosis 1 Toleran.	Dosis 2 Susc.	Dosis 2 Toleran.
20/09/2014	3,78	2,26	3,29	5,96	5	7,63	5,03
25/09/2014	3,4	3,12	2,66	6,16	5,5	4,68	6,48
01/10/2014	3,14	2,18	2,42	5,6	7,5	7,4	7,01
03/10/2014	3,27	2,18	2,42	6,23	6,95	6,96	8,59
09/10/2014	2,97	2,45	3,46	6,95	6,4	6,7	8,35
11/10/2014	3,02	1,68	2,78	7,37	8,22	7,2	8,99
15/10/2014	2,56	1,7	3,04	7,9	6,9	8,1	8,98
18/10/2014	3,04	2,7	3,29	8,02	8,87	9,04	9,8
25/10/2014	2,94	2,22	3,84	7,82	7,7	9,75	10,19
05/11/2014	2,53	2,87	2,1	9,19	9,35	8,2	8,88
12/11/2014	1,7	3,17	2,77	9,14	9,98	9,67	10,25
14/11/2014	2,32	3,66	2,72	8,78	8,54	9,4	9,66
19/11/2014	2,04	2,03	2,74	9,25	9,07	9,45	9,95
27/11/2014	2,35	3,23	2,36	10,43	8,73	10,54	10,9
03/12/2014	2,06	2	2,75	10,02	9,4	10,05	9,86
09/12/2014	1,96	2,2	2,07	10,26	10,04	9,95	10,24

Tabla N° 8: Datos medidos de conductividad medida en maceta.

Cuadro de mediciones de Actividad durante el ensayo:

Cuadro Actividad (No corregido)							
Fecha	Testigo Conduct.	Test Susc.	Test Toleran.	Dosis 1 Susc.	Dosis 1 Toleran.	Dosis 2 Susc.	Dosis 2 Toleran.
20/09/2014	0,67	0,45	0,63	1,08	0,94	1,34	0,92
25/09/2014	0,56	0,62	0,52	1,12	0,98	0,89	1,19
01/10/2014	0,58	0,45	0,48	1,05	1,38	1,39	1,3
03/10/2014	0,56	0,54	0,47	1,12	1,26	1,29	1,67
09/10/2014	0,51	0,5	0,65	1,28	1,18	1,19	1,52
11/10/2014	0,51	0,35	0,54	1,37	1,49	1,29	1,65
15/10/2014	0,46	0,34	0,58	1,45	1,24	1,43	1,63
18/10/2014	0,59	0,56	0,66	1,5	1,63	1,6	1,8
25/10/2014	0,51	0,44	0,81	1,43	1,36	1,75	1,83
05/11/2014	0,51	0,55	0,43	1,68	1,74	1,43	1,53
12/11/2014	0,32	0,58	0,53	1,66	1,82	1,8	1,88
14/11/2014	0,44	0,7	0,51	1,55	1,56	1,71	1,74
19/11/2014	0,36	0,4	0,5	1,7	1,68	1,73	1,84
27/11/2014	0,42	0,64	0,46	1,43	1,64	1,92	2,03
03/12/2014	0,35	0,4	0,52	1,85	1,72	1,85	1,75
09/12/2014	0,38	0,44	0,4	1,89	1,83	1,8	1,9

Tabla N° 9: Datos medidos de actividad medida en maceta.

En la Tabla 10 se pueden ver los resultados de las mediciones de humedad promedio mensuales realizadas por medio de cuatro canales del Data Logger, en cuatro macetas distintas.

Meses	Promedio Humedad			
	Canal 13	Canal 14	Canal 15	Canal 16
Agosto	136,40	139,05	129,59	123,88
Septiembre	912,34	703,38	1100,19	1084,51
Octubre	1036,44	676,33	1176,25	1139,98
Noviembre	1189,72	542,04	1192,66	1145,59
Diciembre	1220,97	406,12	1206,30	1153,41
* Medido hasta el 10/12				

Tabla N°10: Mediciones de humedad promedio, de 4 macetas del ensayo.

Bibliografía

- Arbona, V., Manzi, M., Ollas, C. De, & Gómez-Cadenas, A. (2013). Metabolomics as a tool to investigate abiotic stress tolerance in plants. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(3), 4885–911. <http://doi.org/10.3390/ijms14034885>
- Ayers, A. D. (1948). Salt Tolerance of Birdsfoot Trefoil. *Agronomy Journal*, 40(4), 331–334.
- Cabria, F. N. (2012). Génesis, clasificación y cartografía de suelos. *Sistemas de Clasificación Y Evaluación de Tierras*, IV.
- Carámbula, M. (1998). Las Leguminosas. In *Pasturas y Forrajes. Potenciales y alternativas para producir forraje*. (pp. 187–189). Montevideo, Uruguay: Hemisferio Sur.
- De Battista, J. (1998). Trébol de cuernitos de hoja angosta. In *Forrajes y pasturas del ecosistema Templado húmedo de la Argentina*. (pp. 79–92). Buenos Aires, Argentina: Univ. Nacional Lomas de Zamora - INTA.
- Echeverría, D., Wernly, C. K., & Cosio, F. G. (1986). Características nutricionales de una pradera naturalizada de lotera de hoja angosta (*Lotus tenuis* Wald et Kit). II. Variación en la calidad de las plantas en el tiempo.
- Fernández, N. O., Vignolio, O. R., & Cambareri, J. C. (2012). *Lotus Tenuis: un recurso forrajero estratégico para la ganadería de la Pampa Deprimida*. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Ed.) (Primera ed). Buenos Aires, Argentina.
- Franco, M. E. (2012). *Estudio de la variabilidad genética en familias de medios hermanos de Lotus tenuis sometido a estrés salino*. Universidad Nacional de Rosario INTA.
- García, M. E., Rambeaud, O. E., Serpa, P. G., & Serrano, P. M. (1994). *Lotus tenuis* Waldst. ET. KIT: Un importante recurso forrajero para la Pampa Deprimida Argentina. *Boletín de Divulgación Técnica (INTA)*, 102, 4–18.
- HANNA, I. (n.d.). *Manual de Instrucciones: Medidor Portátil de Conductividad Eléctrica del Agua y Activdad Eléctrica del Suelo (HI993310)*.
- INTA. (n.d.). <http://inta.gob.ar/unidades/725000/sobre-725000>.
- Lavado, R. S., & Steinbach, H. S. (2010). Principales rasgos de la agricultura pampeana. In *Fertilidad de suelos. Caracterización y manejo de la Región pampeana*. (pp. 14–15, 27). Buenos Aires, Argentina: Facultad de Agronomía.
- Leidi, E., & Pardo, J. O. (2002). Tolerancia de los cultivos al estrés salino : qué hay de nuevo Crop tolerance to salinity : what is new ? *Revista de Investigaciones de La Facultad de Ciencias Agrarias UNR*, 2, 70–91.
- Maddaloni, J., & Ferrari, L. (2005). Características y descripción de las principales áreas del ecosistema Templado Húmedo. In *Forrajes y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina* (p. 24). Buenos Aires, Argentina: Univ. Nacional Lomas de Zamora - INTA.

- Maddaloni, J., & Ferrari, L. (2005). *Lotus tenuis*. In *Forrajes y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina: Univ. Nacional de Lomas de Zamora - INTA.
- Manchanda, G., & Garg, N. (2008). Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 30(5), 595–618. <http://doi.org/10.1007/s11738-008-0173-3>
- Miñón, D. P., Sevilla, G. H., Montes, L., & Fernández, O. N. (1990). *Lotus tenuis*: Leguminosa Forrajera para la Pampa Deprimida. *Boletín Técnico N° 98 Unidad Integrada Balcarce*.
- Mohammad, P., & Szabolcs, I. (2011). Soil Salinity and Sodidity as Particular Plant/Crop Stress Factors. *Handbook of Plant and Crop Stress*, 3–21.
- Montes, L. (1998). *Lotus tenuis*. *Revista Argentina de Produccion Animal N° 8*, 367–376.
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–81.
- Nilsen, E. T., & Orcutt, D. M. (1996). *Physiology of plants under stress. Abiotic factors*. New York.
- Paz, R. C., Reinoso, H., Espasandin, F. D., González Antivilo, F. a., Sansberro, P. a., Rocco, R. a., ... Menéndez, a. B. (2014). Alkaline, saline and mixed saline-alkaline stresses induce physiological and morpho-anatomical changes in *lotus tenuis* shoots. *Plant Biology*, 3, 1042–1049.
- Pesqueira, J. (2008). Cambios bioquímicos, morfológicos y ecofisiológicos en plantas del género *Lotus* bajo estrés salino. *Biología Vegetal, Doctoral*.
- Piergentilli, D., & Bozzo, A. (1968). El Lotus - La alfalfa de la pradera húmeda. *Ministerio de Asuntos Agrarios*, 15.
- Ressia, M. A. (2010). Más producción en la Cuenca del Salado. *Producir XXI N° 219*, 37–39.
- Sibole, J. V., Cabot, C., Poschenrieder, C., & Barceló, J. (2003). Efficient leaf ion partitioning, an overriding condition for abscisic acid-controlled stomatal and leaf growth responses to NaCl salinization in two legumes. *Journal of Experimental Botany*, 54(390), 2111–2119. <http://doi.org/10.1093/jxb/erg231>
- Taíz, L., & Zeiger, E. (2006). *Plant physiology. Science (New York, N.Y.)*.
- Tambussi, E. (2009). Fotosíntesis, Fotoprotección, Productividad Y Estrés Abiótico: Algunos Casos De Estudio.
- Vignolio, O. R., & Fernandez, O. N. (2006). Bioecología de *Lotus glaber* Mill . (Fabaceae) en la Pampa Deprimida (provincia de. *Revista Argentina de Produccion Animal*, 263, 113–130.