

**Geretto, María Laura**

*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*

**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:

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 [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/influencia-condiciones-estres-salino.pdf> [Fecha de consulta:.....]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA  
ARGENTINA**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

---

**Ingeniería en Producción Agropecuaria**

**“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-”**

**Trabajo Final de Graduación  
para optar por el título de:**

**Ingeniero en Producción Agropecuaria**

**Autor:** Geretto María Laura

**Profesor Tutor:** Ing. Prod. Agrop. Vago María Elena, MSc.

**Profesor Cotutor:** Dra. Marina Ciancia

**Profesor Cotutor:** Dr. Jorge Alberto Zavala

**Modalidad:** Experimental

**Fecha:** 27 de Agosto de 2015

### **Resumen**

*Lotus tenuis* es una valiosa leguminosa forrajera naturalizada en la Pampa Deprimida. Presenta una reconocida tolerancia al anegamiento y a la salinidad, postulándose como una especie clave para la producción ganadera de la zona. El objetivo del trabajo fue evaluar la influencia del estrés salino en el crecimiento vegetativo de dos familias de medios hermanos de *L. tenuis*, una reconocida como tolerante a la salinidad y la otra como susceptible. El ensayo se realizó bajo invernáculo en macetas con cinco plantas cada una. Se llevaron a cabo tres tratamientos, uno control y dos salinos con 75mM y 150mM NaCl desde la cuarta hoja pentafoliada desplegada hasta la aparición de la primera flor. Se tomaron datos de temperatura, actividad eléctrica del suelo y radiación. En total se analizaron ocho variables (% de materia seca (MS) en tallo y hoja, y en corona y raíz; MS de tallo y hoja, y de corona y raíz; MS de tallo y de hoja; relación MS aérea/MS radicular y MS tallo/MS hoja) a través de análisis de varianzas y LSD Fisher ( $p < 0,05$ ) comparando entre genotipos y entre dosis. Se encontró interacción entre los factores en dos variables, % MS en corona y raíz, y en MS de tallo. Con respecto a las dosis se encontraron diferencias significativas para todas las variables, mientras que para el genotipo solo ocurrió en tres variables, MS de tallos y hojas, relación MS aérea/MS radicular, y MS de hojas. Frente a las dosis salinas se redujo la producción de MS y solo aumentó el % de MS. Para evaluar la performance de cada genotipo frente al estrés salino, se calculó expresando en porcentaje, la respuesta de cada uno en las dosis salinas frente a los tratamientos testigos. Evaluando la performance de estos genotipos, se considera que se deberían buscar líneas con un mejor comportamiento frente a la salinidad para los programas de mejoramiento forrajero de esta especie.

## **Índice general**

1. Introducción.....	1
1.1 Descripción de <i>Lotus tenuis</i> Waldst. & Kit ( <i>L. glaber</i> Mill).....	1
1.2 El problema de la salinidad .....	5
1.3 <i>Lotus tenuis</i> , ¿la “especie clave” para la Pampa Deprimida?.....	7
2. Objetivos.....	9
2.1 Objetivo general .....	9
2.2 Objetivos específicos e hipótesis.....	9
3. Materiales y métodos.....	9
3.1 Germoplasma utilizado.....	10
3.2 Germinación y trasplante a macetas .....	10
3.3 Tratamientos y variables en estudio .....	11
3.4 Medición de variables del ambiente .....	12
4. Resultados.....	13
4.1 Variables del ambiente .....	13
4.1.1 Temperatura .....	13
4.1.2 Radiación .....	14
4.1.3 Actividad eléctrica y Conductividad.....	14
4.2 Resultados respecto a los parámetros de crecimiento evaluados .....	15
4.2.1 Porcentaje de materia seca en tallo y hoja .....	17
4.2.2 Materia seca de tallos y hojas por planta .....	17
4.2.3 Porcentaje de materia seca en corona y raíz .....	18
4.2.4 Materia seca de corona y raíz por planta.....	19
4.2.5 Relación materia seca aérea/materia seca radicular .....	19
4.2.6 Materia seca de tallos por planta.....	20
4.2.7 Materia seca de hojas por planta .....	21
4.2.8 Relación MS tallo/MS hoja.....	22
4.2.9 Comportamiento de los genotipos .....	22
5. Discusión .....	27
6. Conclusiones.....	29
7. Anexo I .....	30
7.1 Preparado de macetas .....	30
7.2 Supuestos del modelo y análisis de varianzas .....	30
7.2.1 %MS en tallo y hoja.....	30
7.2.2 MS de tallos y hojas por planta.....	32
7.2.3 %MS en corona y raíz.....	34

7.2.4 MS de corona y raíz por planta .....	35
7.2.5 Relación MS aérea/MS radicular .....	38
7.2.6 MS de tallos por planta .....	40
7.2.7 MS de hojas por planta .....	41
7.2.8 Relación MS tallo/MS hoja.....	44
7.3 Comportamiento de los genotipos .....	46
8. Bibliografía .....	47

### **Índice de tablas**

Tabla 1 - Digestibilidad in vitro de la MS (%) de <i>Lotus tenuis</i> y <i>Lotus corniculatus</i> en iguales estados de desarrollo (Echeverría et al., 1986).....	4
Tabla 2 - Contenido de proteína bruta (como % de la MS) para <i>Lotus tenuis</i> y <i>Lotus corniculatus</i> (Miñón et al., 1990 adaptado de Echeverría et al., 1986).....	4
Tabla 3- Resumen de la comparación entre FMH tolerante y susceptible y dosis para las variables con interacción. ....	16
Tabla 4 - Resumen de la comparación entre FMH tolerante y susceptible y dosis para las variables sin interacción. ....	16
Tabla 5 - Datos del comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para cada variable analizada. ....	46

### **Índice de figuras**

Figura 1 - <i>Lotus tenuis</i> (a) rama en estado reproductivo; (b) hoja; (c) semilla; (d) fruto (De Battista, 2005). ....	1
Figura 2 - Curva estacional de producción de forraje de <i>Lotus tenuis</i> (Miñón et al., 1990).....	1
Figura 3 - Modelo bifásico de crecimiento propuesto por Munns (1993).....	7
Figura 4 - Ubicación de la Pampa Deprimida dentro de la Llanura Pampeana, Argentina (Batista et al., 2005).....	7
Figura 5 - Vista de una caja de Petri con semillas de <i>L. tenuis</i> germinadas.....	10
Figura 6 - Vista de algunas de las macetas dentro del invernáculo durante el ensayo. ....	11
Figura 7 - Medición de actividad eléctrica de la tierra de las macetas (Modelo HI 993310, Hanna Instruments).....	13
Figura 8 - Evolución de la temperatura dentro y fuera del invernáculo medida por el datalogger.....	13
Figura 9 - Evolución de la radiación dentro y fuera del invernáculo medida por el radiómetro.....	14
Figura 10 - Evolución de la conductividad eléctrica a 25°C de la tierra de las macetas. ....	15
Figura 11 - Evolución de la salinidad de la tierra de las macetas.....	15
Figura 12 - % de MS en tallo y hoja para cada tratamiento salino.....	17
Figura 13 - MS de tallos y hojas por planta para cada tratamiento salino.....	18
Figura 14 - % MS en corona y raíz para cada genotipo y dosis salina. ....	18
Figura 15 - MS de corona y raíz por planta para cada tratamiento salino. ....	19
Figura 16 - Relación MS aérea/MS radicular para cada tratamiento salino. ....	20
Figura 17 - MS de tallos por planta para cada genotipo y dosis salina. ....	21
Figura 18 - MS de hojas por planta para cada tratamiento salino. ....	21

---

Figura 19 - Relación MS tallo/MS hoja para cada tratamiento salino.....	22
Figura 20 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para el porcentaje de MS en tallos y hojas. ....	23
Figura 21 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de tallos y hojas por planta. ....	23
Figura 22 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para el porcentaje de MS en corona y raíz. ....	24
Figura 23- Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de corona y raíz por planta.....	24
Figura 24 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para la relación de MS aérea/MS radicular. ....	25
Figura 25 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de tallos por planta. ....	25
Figura 26 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de hojas por planta. ....	26
Figura 27 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para la relación MS tallo/MS hoja. ....	26
Figura 28 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable %MS en tallo y hoja. ....	30
Figura 29 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable % de MS en tallo y hoja. ....	31
Figura 30 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de tallos y hojas por planta. ....	32
Figura 31 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de tallo y hoja por planta. ....	33
Figura 32 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable % de MS en corona y raíz. ....	34
Figura 33 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable % de MS en corona y raíz. ....	35
Figura 34 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de corona y raíz por planta. ....	36
Figura 35 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de corona y raíz por planta. ....	37
Figura 36 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable relación MS aérea/MS radicular. ....	38
Figura 37 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable relación MS aérea/MS radicular. ....	39
Figura 38 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de tallos por planta.....	40
Figura 39 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de tallo por planta.....	41

Figura 40 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de hojas por planta.....	42
Figura 41 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de hoja por planta.....	43
Figura 42 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable relación MS tallo/MS hoja.....	44
Figura 43 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable relación MS tallo/MS hoja.....	45

## 1. Introducción

### 1.1 Descripción de *Lotus tenuis* Waldst. & Kit (*L. glaber* Mill)

*Lotus tenuis* es una especie conocida vulgarmente como “lotus, trébol pata de pájaro o lotus de hoja angosta”, (Figura 1) es una leguminosa perenne originaria de Europa (Montes, 1988; Santos, 2007), aunque las plantas individuales pueden considerarse cortamente perenne (3-4 años). Su ciclo de producción forrajera se caracteriza por seguir un patrón primavero-estivo-otoñal, con una latencia invernal intermedia (Figura 2) (De Battista, 2005). En parcelas experimentales en la EEA INTA Balcarce, Colabelli et al. (1994), determinaron que la distribución en la producción de forraje de esta especie es de un 78% en primavera-verano, 19% en otoño y un 3% en invierno.

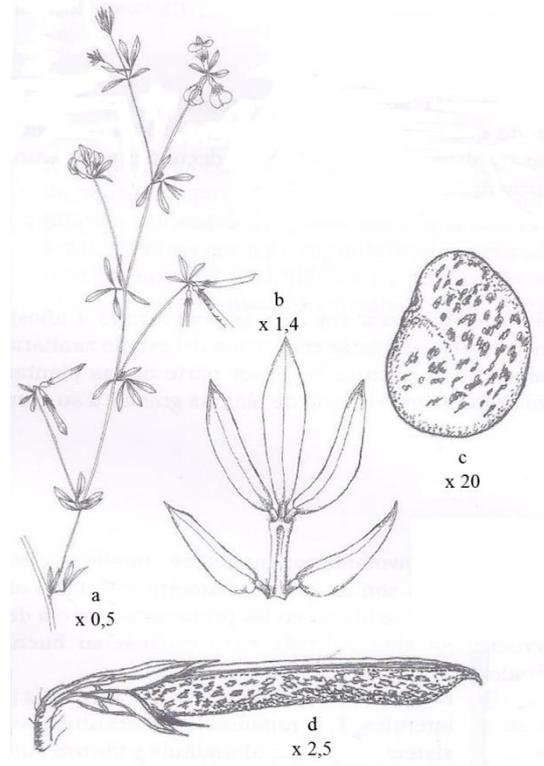


Figura 1 - *Lotus tenuis* (a) rama en estado reproductivo; (b) hoja; (c) semilla; (d) fruto (De Battista, 2005).

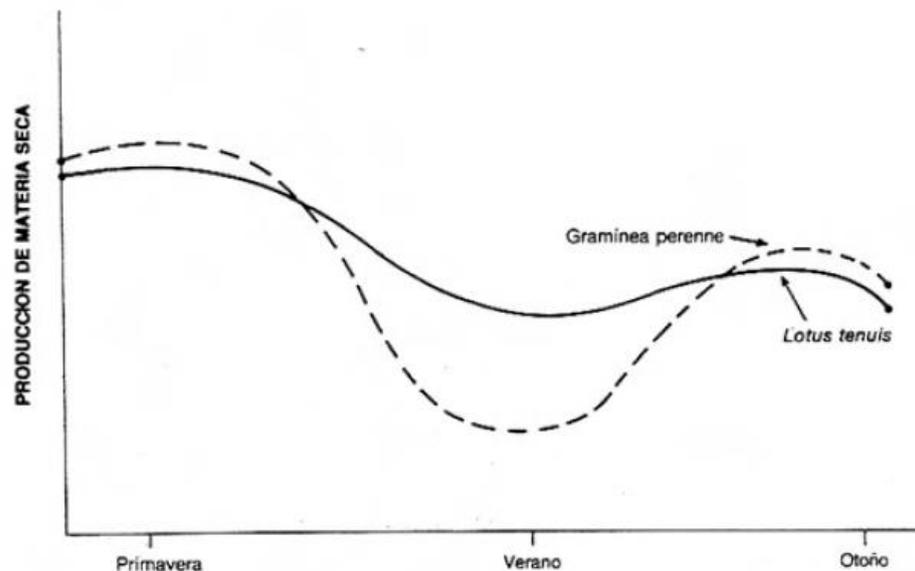


Figura 2 - Curva estacional de producción de forraje de *Lotus tenuis* (Miñón et al., 1990).

Tiene un crecimiento de tipo postrado, pero en condiciones de competencia por luz asociada a pastos altos adquiere un porte erecto (Montes, 1988; García et al., 1994; Vignolio et al., 2006), presentando una alta plasticidad fenotípica según las condiciones del ambiente y a una amplia variabilidad genética en poblaciones naturalizadas (Stoffella et al., 1998; Kade et al., 2003). Esta variabilidad genética está dada por la auto-incompatibilidad que presentan las plantas, por lo que la polinización es cruzada y generalmente entomófila (Díaz et al., 2005; Ixtaina et al., 2010). Cuenta con un tallo principal que a partir del primer año forma una corona con numerosa cantidad de yemas. Esta corona se continúa en una raíz pivotante que ramifica en raíces adventicias (Miñón et al., 1990), fundamentalmente en los primeros centímetros de suelo (Vignolio et al., 2006). En comparación con otras leguminosas, la raíz de *L. tenuis*, es más profunda que la del trébol rojo y más ramificada que la de alfalfa (García et al., 1994). Si bien por lo general se considera que esta especie no muestra propagación de tipo vegetativa, sus tallos en contacto con suelo húmedo son capaces de desarrollar raíces adventicias (Vignolio et al., 2006).

Como se mencionó anteriormente, esta especie se reproduce fundamentalmente por semilla, presentando una gran producción y una importante resiembra natural (Miñón et al., 1990; Colabelli et al., 1994). Las semillas muestran un porcentaje de dormición, por presencia de un tegumento duro (Montes, 1988; Miñón et al., 1990). Esta puede ser quebrada a través de escarificación y/o bajas temperaturas. Existe cierta probabilidad que las bajas temperaturas expliquen el mayor nivel de emergencia de esta especie a fines del invierno (García et al., 1994; Vignolio et al., 2006). La dormición genera un banco de semillas en el suelo, que asegura el stand de plantas dentro de la pastura. Otras formas de diseminar al *Lotus sp.* son mediante las heces de los animales que la pastorean, dispersándola hacia lugares distantes (Miñón et al., 1990; García et al., 1994; Ixtaina et al., 2007) o utilizando rollos de plantas fructificadas (García et al., 1994; Ixtaina et al., 2007). Si bien son técnicas de muy bajo costo, pueden resultar poco eficaces en cuanto a la uniformidad en la distribución de las semillas si no se controla el pastoreo (Cambareri et al., 2012). La mayor parte del banco natural de semillas germinará a principios de primavera, aunque es necesario destacar que la mortalidad de plántulas puede llegar a alcanzar un 90% (Miñón et al., 1990) por la competencia que genera el rebrote primaveral de las pasturas.

Al igual que todas las leguminosas, el *Lotus tenuis* tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de la simbiosis con bacterias, como por ejemplo el *Rhizobium loti* (Miñón et al., 1990), u otros géneros como *Mesorhizobium* y *Bradyrhizobium* (Díaz et al., 2005; Vignolio et al., 2006; Escaray et al., 2012). Esta fijación va a variar según el fotoperíodo, la frecuencia e intensidad de corte, el cultivar de la especie acompañante en la pastura y la estación del año. Con respecto a esta última variable un 35% de la fijación total de nitrógeno se producirá en verano-otoño y el 65% restante en invierno-primavera. Bajo condiciones de anegamiento esta especie aún es capaz de fijar nitrógeno, pero en menor cantidad debido a un menor número y tamaño de nódulos en las raíces (Vignolio et al., 2006). En una pastura consociada de festuca y *L. tenuis* en la Cuenca del Salado, se registró una fijación de 27-42 kg N<sub>2</sub>/ha (Díaz et al., 2005). También puede generar simbiosis con hongos del género *Glomus* formando micorrizas, las cuales cobran considerable importancia en suelos de baja

fertilidad por un aumento de la capacidad de absorción mineral por parte de las raíces, especialmente de fósforo (Mendoza et al., 2005; Vignolio et al., 2006; Escaray et al., 2012). Se han encontrado en asociación a *L. tenuis* a las especies *G. intraradices* y *G. tenue* (Sannazaro et al., 2004; Mendoza et al., 2005). Esta simbiosis ayudaría a las plantas a tolerar condiciones de estrés, (Mendoza et al., 2005) tales como la salinidad (Sannazaro et al., 2006).

Para definir el ambiente en el que se desarrolla esta especie se puede mencionar que se adapta bien a climas templados con temperaturas anuales entre 7°C y 17°C con precipitaciones anuales de 400mm a 1.200mm (Montes, 1988; García et al., 1994), sin embargo también es capaz de soportar las heladas (Montes, 1988; Vignolio et al., 2006). Durante el invierno conserva biomasa aérea verde y es menos afectada por las altas temperaturas estivales que otras leguminosas (Cambareri et al., 2012). Esta especie es considerada como tolerante a la salinidad y a la anoxia radical por anegamiento, al igual que a las sequías estivales (Montes, 1988; García et al., 1994; Mendoza et al., 2005; Vignolio et al., 2006; Teakle et al., 2006; Pesqueira et al., 2007; Teakle et al. 2010a; Escaray et al., 2012). La tolerancia a la salinidad se define como la habilidad de una planta para crecer y completar su ciclo de vida en un medio que contiene altas concentraciones de sal (Parida et al., 2005; Pesqueira, 2008). Su comportamiento frente a la salinidad se ha comprobado en estado de germinación, plántula y planta (Zamolinski, 2000; Vignolio et al., 2006; Teakle et al., 2010b), observándose una menor producción a mayor salinidad (Vignolio et al., 2006; Teakle et al., 2006). Su tolerancia a la salinidad y a períodos prolongados de anegamiento es notablemente superior a la de *Lotus corniculatus* que requiere suelos más altos y mejor drenados, siendo menos afectado en su germinación, crecimiento y supervivencia (Vignolio et al., 1994; Vignolio et al., 1995; Stiker et al., 2005; Teakle et al., 2006; Teakle et al., 2007; Teakle et al., 2010a), por poseer una mayor proporción de aerénquima en sus raíces cuando se trata de anegamiento (Stiker et al., 2005; Teakle et al., 2006; Teakle et al., 2007). También se la considera más tolerante a la salinidad que *Medicago sativa*, *M. polymorpha* y *Trifolium subterraneum* (Teakle et al., 2010b). Es capaz de desarrollarse en suelos con pH entre 4,8 y 8 (Montes, 1988; Teakle et al., 2010b), aunque hay autores que afirman como Stoffella et al. (1998), que han comprobado el crecimiento de esta especie en algunas poblaciones naturales a un valor extremo de 9.

En cuanto a su calidad forrajera es necesario recordar que los valores de digestibilidad dependen de la edad del rebrote, de la proporción de hoja y tallo y de la estación del año (De Battista, 2005). Esta leguminosa con crecimiento de tipo postrado presenta una digestibilidad *in vitro* promedio de 75%, (Tabla 1) mostrando una caída menos acentuada a la madurez en comparación a especies como *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa*, pertenecientes también a la familia de las leguminosas, principalmente explicado por un menor contenido de lignina y de pared celular (Miñón et al., 1990). Echeverría et al. (1986) registraron que la digestibilidad en hojas disminuyó con la madurez de la planta, pero no así los tallos, los cuales evidenciaron un ligero aumento en la digestibilidad probablemente explicado por un aumento en el contenido de hemicelulosa, pero no así de celulosa y fibra detergente ácida (FDA). Con referencia al porcentaje de proteína bruta se encuentra entre 20% y 24%, presentando valores muy similares a los encontrados en alfalfa pero no así en *Lotus corniculatus*, donde el porcentaje

disminuye considerablemente a medida que avanza a la madurez (Tabla 2) (Echeverría et al., 1986; Montes, 1989; Miñón et al., 1990; Escaray et al., 2012). Echeverría et al. (1986) encontraron que el porcentaje de proteína bruta en hoja varía de 27,8% a 22,6%, mientras que en tallo permanece casi constante en un promedio de 12, 2%. Otro parámetro de calidad reportado es el contenido de fibra detergente ácida que se encuentra entre 24% y 30% (Echeverría et al., 1986; Montes, 1988; Escaray et al., 2012).

Estado fenológico	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Vegetativo	75,2	73,1
10% floración	76,1	69,2
50% floración	74,82	64,5
Máximo crecimiento	72,1	66,3

Tabla 1 - Digestibilidad *in vitro* de la MS (%) de *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* en iguales estados de desarrollo (Echeverría et al., 1986).

Estado fenológico	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
Vegetativo	21,7	27,1
Plena floración	20	15,9
Dehiscencia de semillas	21,4	11,6

Tabla 2 - Contenido de proteína bruta (como % de la MS) para *Lotus tenuis* y *Lotus corniculatus* (Miñón et al., 1990 adaptado de Echeverría et al., 1986).

Una característica particular del género *Lotus*, es que sus estructuras vegetales contienen taninos condensados, los cuales son metabolitos secundarios de naturaleza polifenólica y de estructura variable (Barry et al., 1999; Taiz et al., 2006; Escaray et al., 2007; Escaray et al., 2012). El contenido de taninos es distinto en hojas, flores y tallos y pueden variar como consecuencia de factores ambientales, como la sequía (Díaz et al., 2005). Estos compuestos evitan la formación de espumas y gases en el rumen del ganado, (Miñón et al., 1990) debido a su interacción con las proteínas solubles del forraje (Barry et al., 1999; Díaz et al., 2005; Taiz et al., 2006; De Battista, 2005; Escaray et al., 2007), impidiendo así la ocurrencia de timpanismo, que se produce con el pastoreo de otras leguminosas como alfalfa o trébol blanco pudiendo llegar a causar la muerte en casos de curso agudo. Sin embargo para que esto suceda los taninos deben encontrarse en una concentración entre 2 y 4% de la materia seca. En un ensayo realizado por Escaray et al. (2007), se afirma que en *Lotus tenuis* esta proporción es menor que la citada aunque otros autores mencionan haber encontrado concentraciones variables según la población evaluada (Montes, 1988). Otros aspectos agrónomicamente importantes derivados de la presencia de taninos son el control sobre los parásitos internos, habiéndose encontrado una merma de hasta un 50% de la carga parasitaria en animales en pastoreo en lotes con alta incidencia de especies del género *Lotus* (Otero et al., 2004; Escaray et al., 2012). También producen una menor pérdida de proteína de la dieta provocada por la proteólisis generada por los microorganismos presentes en el rumen, aumentando el nitrógeno y los aminoácidos esenciales absorbidos en el intestino delgado y una

mayor eficiencia en el reciclado de la urea, (Barry et al., 1999; Díaz et al., 2005) disminuyendo así la necesidad de suplementación proteica en la dieta.

## **1.2. El problema de la salinidad**

A través del mapa mundial de suelos (1980), la FAO estimó que el área de suelos afectados por la salinidad es de 397 millones de hectáreas representando el 3,1% del área total de suelos. Szabolcs (1994) a su vez estimó que este problema afecta aproximadamente al 7% del área total, por lo que el número de hectáreas asciende a 930 millones.

La salinidad del suelo es un factor importante que limita la agricultura sostenible, amenazando la oferta de alimentos (Flowers, 2004; Manchanda et al., 2008; Parvaiz et al., 2008; Araújo et al., 2015). Se trata de la concentración de sales minerales disueltas presentes en los suelos (solución del suelo) y agua. Se considera salino a un suelo cuando presenta una conductividad eléctrica mayor o igual que 4 dS/m (Richards, 1954; Rengasamy, 2010), equivalente a 40 mM de cloruro de sodio aproximadamente (Munns et al., 2008). En general las sales se presentan en distintas combinaciones, como cloruros, sulfatos y a veces nitratos de sodio, calcio y magnesio. Estas sales son consideradas sales neutras, debido a que no alcalinizan el suelo. Por el contrario, las sales alcalinas, que son el carbonato y bicarbonato de sodio, provocan un incremento del valor del pH edáfico (Richards, 1954; Rengasamy, 2010; Paz et al., 2012). La sales neutras y alcalinas tiene un efecto similar sobre el detrimento en el crecimiento vegetal, mientras que las sales mixtas generan un efecto sinérgico (Paz et al., 2012; Paz et al., 2014).

En base al origen de las sales Ghassemi et al. (1995) (citado por Manchanda et al., 2008) clasificaron la salinidad en “primaria” y “secundaria”. La salinidad de tipo primaria es el resultado de la acumulación de sales durante largos períodos de tiempo, a partir de dos procesos naturales, como son: la erosión de las rocas que contienen sales solubles de diversos tipos, principalmente cloruros de sodio, calcio y magnesio, y en menor medida, sulfatos y carbonatos, y la deposición de sal oceánica en el suelo arrastrada por la acción del viento y la lluvia. La composición de sal de esta sal depositada es el de agua de mar, es decir, principalmente cloruro de sodio. La salinidad de tipo secundaria resulta de las actividades antrópicas que afectan el equilibrio hidrológico en el suelo entre el agua aplicada (riego o lluvia) y el agua utilizada por los cultivos (transpiración). Las causas más comunes son: el desmonte y la sustitución de la vegetación perenne con cultivos anuales, y los sistemas de riego utilizando agua rica en sales, muchas veces en suelos con drenaje deficiente.

La tolerancia a la salinidad es por lo general evaluada como el porcentaje de biomasa producida por la planta en condiciones salinas contra plantas testigos durante un cierto período de tiempo (Richards, 1954; Munns, 2002; Royo et al., 2002). La evaluación a campo de este fenómeno tomando un gran número de genotipos es sumamente difícil debido a la heterogeneidad espacial de las propiedades químicas y físicas del suelo y a la fluctuación estacional de las lluvias que pueden afectar los resultados (Munns et al., 2003). Debido a esto varios intentos a campo de lograr potenciales heredabilidades han fracasado (Helyar, 1994). Uno de los métodos que se ha propuesto como de gran utilidad es el ensayo bajo condiciones controladas o semi-controladas en hidroponía o con sustrato

artificial, para evitar los problemas citados anteriormente (Munns et al., 2003; Flowers, 2004). Otro inconveniente en la evaluación de esta tolerancia es que está regulada por una gran cantidad de genes y que a su vez sus efectos interactúan fuertemente con el ambiente (Flowers, 2004; Carillo et al., 2011; Araújo et al., 2015). Los factores de transcripción también tienen un rol fundamental en esta cuestión (Araújo et al., 2015). Esta variabilidad genética solo puede demostrarse en forma indirecta al medir la respuesta en el crecimiento de las plantas en condiciones de salinidad, siendo muy difícil evidenciar diferencias en especies muy emparentadas (Munns, 2002; Carillo et al., 2011). Se debe tener en cuenta también, que la tolerancia varía según el estado fisiológico de la planta (Flowers, 2004).

El estrés salino se deriva de la alta concentración iónica en la rizosfera que interfiere en la absorción de agua y por la acumulación de iones en los tejidos que finalmente generan un efecto tóxico (Munns, 2002; Munns et al., 2008; Parida et al., 2005; Taiz et al., 2006; Arbona et al., 2013). Las sales disueltas en la zona radicular reducen el potencial osmótico, obligando a la planta a generar un potencial hídrico más negativo para mantener un gradiente favorable a las hojas (Taiz et al., 2006). La concentración de sales, la textura del suelo y el tipo de arcilla, determinarán en gran parte la cantidad de agua que podrán absorber las plantas (Rengasamy, 2010). Este estrés afectará distintos procesos bioquímicos y fisiológicos como la síntesis proteica, energética y lipídica, la absorción de nutrientes y la fotosíntesis (Munns, 2002; Munns et al., 2008; Parida et al., 2005; Parvaiz et al., 2008; Manchanda et al., 2008), como consecuencia de la reducción de la expansión foliar, la duración media de las hojas y el índice de área foliar (Munns, 1993; Helyar, 1994; Manchanda et al., 2008). Por lo tanto se reducirá el desarrollo, crecimiento y la supervivencia de las plantas (Munns, 2002; Munns et al., 2008; Arbona et al., 2013).

La tolerancia al estrés se produce cuando la planta logra resistir o escapar de la situación impuesta. La respuesta va a depender de la especie y del genotipo particular, de la concentración salina, la etapa de desarrollo de la planta, el órgano y el tipo de célula (Parvaiz et al., 2008). Se han identificado tres tipos de respuestas genéricas como son: la tolerancia osmótica, la exclusión del  $\text{Na}^+$  de la hoja y la tolerancia a nivel tisular (Munns et al., 2008). Parida et al. (2005), también han propuesto, además de los mecanismos de tolerancia mencionados, el cambio en la ruta fotosintética, la alteración de la estructura de la membrana celular y la inducción de enzimas antioxidantes. Siguiendo el modelo de respuesta de dos fases propuesto por Munns (1993) (Figura 3), se puede evidenciar una reducción inicial en la tasa de crecimiento sin importar si la planta es tolerante o susceptible a la salinidad, es decir que tiene un muy leve efecto genético. Esta primera fase se debe al efecto osmótico de las sales que se cree desencadenan una señal hormonal desde las raíces para frenar el crecimiento de las hojas más nuevas y reducir la conductancia estomática en las hojas maduras. La segunda fase de la respuesta, que toma más tiempo en evidenciarse, se debe a la acumulación de iones en las hojas adultas alcanzando niveles tóxicos, que causan la senescencia temprana y por lo tanto la reducción del área fotosintética. Esto ocurre cuando las células foliares ven excedida su capacidad de almacenamiento de sales dentro de sus vacuolas. La diferencia radica en que las plantas tolerantes a este fenómeno tienen una tasa de transporte de sales a las hojas mucho menor que las plantas

susceptibles y una mayor capacidad de compartimentar los electrolitos dentro de las vacuolas, evitando así el efecto tóxico de las sales. El problema se presenta cuando la tasa de senescencia foliar se hace equivalente a la tasa de expansión foliar ocasionando la muerte prematura de la planta. Con bajos niveles de salinidad se expresarían tanto el estrés osmótico como iónico, mientras que con altos niveles predominaría el efecto osmótico (Rengasamy, 2010).

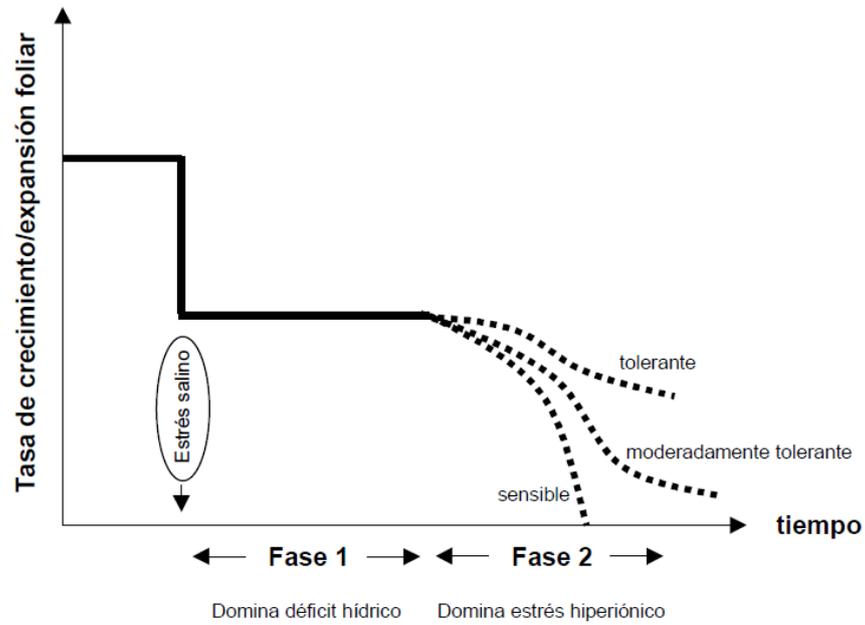


Figura 3 - Modelo bifásico de crecimiento propuesto por Munns (1993).

### 1.3 *Lotus tenuis*. ¿la “especie clave” para la Pampa Deprimida?

En la década del '30 se registró la primera siembra de *Lotus tenuis* en la ciudad de Pigüé, provincia de Buenos Aires, y ya para el año 1980 esta especie se



Figura 4 - Ubicación de la Pampa Deprimida dentro de la Llanura Pampeana, Argentina (Batista et al., 2005).

encontraba naturalizada en una gran proporción de la Pampa Deprimida (Montes, 1989; García et al., 1994; Vignolio et al., 2006; Ixtaina et al., 2007). Esta vasta región de la provincia de Buenos Aires, ocupa aproximadamente unas 9.500.000 hectáreas (Pesqueira, 2008) que incluyen la Depresión del Salado y la Región de Laprida (Figura 4) (Batista et al., 2005), caracterizándose por poseer problemas de alcalinidad, que disminuye la permeabilidad del suelo por

la pérdida de la estructura, y problemas de salinidad, producidos por el ascenso capilar de las aguas freáticas cercanas que contienen sales en solución y que luego al evaporarse dejan las sales en el horizonte superficial del suelo (Zamolinski, 2000; Pesqueira, 2008; Bandera, 2009). Los suelos más comunes en la extensa llanura de la Pampa Deprimida son los Natracuoles, que forman asociaciones con Natracualfes y Natralboles. Los excesos de lluvia invernales y los déficits estivales, el drenaje lento, y el carácter salino sódico de los suelos determinan que sea frecuente la alternancia de anegamiento y sequía (Batista et al., 2005). Dentro de la región, los suelos bajos como los descritos representan alrededor del 68% del área (Cambareri et al., 2012). Para favorecer la recuperación de estos tipos de suelos es necesario definir cada escenario en particular, teniendo en cuenta también la comunidad vegetal que se encuentra presente que será indicadora de las características del suelo teniendo en cuenta la gran heterogeneidad del ambiente edáfico presente en la Pampa Deprimida (Miñón et al., 1993; Batista et al., 2005; Cambareri et al., 2012). Como primera medida a tomar, se debe buscar que el suelo se encuentre cubierto para cortar el ciclo de ascenso de sales. Las principales especies que presentan un buen comportamiento frente a estos ambientes son *Lotus tenuis* junto con *Festuca arundinacea* “Festuca alta”, *Thinopyrum ponticum* “Agropiro alargado”, *Melilotus sp.* “Trébol de olor” (Mazzanti et al., 1988; Colabelli et al., 1994; García et al., 1994; Zamolinski, 2000; Bandera, 2009) y *Chloris gayana* “Grama rhodes” (Fernández Madero, 2011). Hace algunos años se sugería hacer siembra convencional preparando la cama de siembra con un disco o un cincel (Mazzanti et al., 1988; García et al., 1994) y actualmente se sabe que es mejor hacerlo en siembra directa (Bandera, 2009) o al voleo (Cambareri et al., 2012). En caso de contar con cobertura vegetal lo más recomendado es la interseembra (Mazzanti et al., 1988; García et al., 1994; Ixtaina et al., 2007; Bandera, 2009; Escaray et al., 2012), teniendo la precaución de que la especie intersembrada no sufra problemas de implantación por competencia con otras especies (Miñón et al., 1993), ya que la disponibilidad lumínica y de agua tienen un gran efecto sobre el vigor de las plántulas (Ixtaina et al., 2010). Otra posibilidad sería favorecer el crecimiento de la especie deseada a través de la promoción (Bailleres et al., 2009). Para el caso especial del *Lotus tenuis* es necesario reducir la competencia de otras especies cuando se va a intersembrar. Esto puede realizarse a través de pastoreos intensos (Miñón et al., 1993), con la aplicación de algún herbicida como glifosato (Bailleres et al., 2009) o con la quema de la cobertura (Cambareri et al., 2012) para favorecer el crecimiento inicial de esta especie.

*Lotus tenuis* puede utilizarse en pastoreo directo, y también como forraje conservado o henificado (Díaz et al., 2005; Escaray et al., 2012), permitiéndole al productor aumentar la oferta forrajera, la calidad y la estabilidad de los pastizales naturales o pasturas destinados a la cría vacuna (Colabelli et al., 1994; García et al., 1994; Cahuépé, 2004; Pieckenstain et al., 2007; Fernandez et al., 2007; Cambareri et al., 2012). Este aporte al sistema se debe no solo por su producción individual sino fundamentalmente por el nitrógeno fijado (Cahuépé, 2004; Díaz et al., 2005; Cambareri et al., 2012). De esta forma se logra aumentar la carga animal y la producción de carne por hectárea (Miñón et al., 1993; García et al., 1994; Cahuépé, 2004; Bailleres et al., 2009). Estos atributos hacen que sea muy valorada por los productores de la zona (Mazzanti et al., 1988; Ixtaina et al., 2007).

Hace ya algunos años, gracias al avance tecnológico y al mejoramiento de los cultivos, la agricultura ha avanzado sobre las tradicionales zonas de invernada y cría apoyada en la demanda sostenida de granos y en los interesantes márgenes brutos que arroja la actividad (Bandera, 2009). Por estos motivos, se viene registrando una creciente intensificación en términos de aumento en el uso agrícola del suelo, carga ganadera y subsidios energéticos empleados para aumentar la productividad de cultivos y rodeos vacunos. Este proceso obliga a los productores a salir a la búsqueda de nuevas técnicas y especies que les permitan mejorar la oferta forrajera. (Fernandez et al., 2007). Bajo este planteo, la utilización de una especie como *Lotus tenuis* resulta prometedora a la hora de llevar a cabo un sistema ganadero en ambientes como los descriptos, cobrando un papel interesante como mejoradora de suelos (Escaray et al., 2012) y sobre todo aumentando la oferta forrajera y aportando calidad a las pasturas de estas zonas marginales.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia del estrés salino sobre parámetros de crecimiento de dos familias de medios hermanos de la especie *Lotus tenuis*, una reconocida como tolerante a la salinidad y la otra como susceptible a la misma.

### **2.2. Objetivos específicos e hipótesis**

Hipótesis I: La respuesta al estrés salino es diferente según el genotipo, sea tolerante o susceptible, evidenciando un efecto diferencial de interacción.

Objetivo 1: Evaluar para cada variable si existe interacción entre el genotipo y el tratamiento salino.

Hipótesis II: El tratamiento salino en estado vegetativo afecta la producción y porcentaje de materia seca de las plantas.

Objetivo 2: Evaluar y cuantificar el efecto del estrés salino en la producción y porcentaje de materia seca de las plantas.

Hipótesis III: Existen diferencias en la producción y porcentaje de materia seca según el genotipo de las plantas.

Objetivo 3: Comparar la producción y porcentaje de materia seca de los distintos genotipos.

Objetivo 4: Analizar el comportamiento de los genotipos evaluados, expresando en términos de porcentaje la respuesta en las dosis salinas frente a los tratamientos testigos.

## **3. Materiales y métodos**

El ensayo se desarrolló durante el segundo semestre del año 2013 en el invernáculo presente en el predio de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Católica Argentina, y en el laboratorio de Producción Vegetal. Los resultados del mismo fueron obtenidos en el Laboratorio de Evaluación de

Alimentos para uso Animal (LEAA) ubicado en el edificio de la Facultad mencionada.

### **3.1. Germoplasma utilizado**

Las semillas utilizadas pertenecen a dos familias de medios hermanos (FMH) de la especie *Lotus tenuis*, una reconocida como tolerante (FMH 490) y la otra como susceptible (FMH 2241) a la salinidad (Franco, 2012). Estas fueron obtenidas gracias a diversos ensayos dentro del Programa de selección recurrente fenotípica y gentilmente cedidas por la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del INTA. Este germoplasma proviene de poblaciones naturalizadas que fueron recolectadas en campos bajos de la Provincia de Buenos Aires (rango de latitud de 33°47' a 37°39' y de longitud de 59°02' a 60°52') y que se caracterizaron morfo-fisiológica y productivamente (Andrés et al., 2007).

### **3.2. Germinación y trasplante a macetas**

Como primera medida se procedió a escarificar mecánicamente las semillas con una lija al agua P400 (3M, Escobar, Buenos Aires, Argentina), ya que la especie presenta tegumento duro (Montes, 1988; Miñón, 1990). Se las lijó suavemente para evitar que se quiebren y se las dispuso de a diez o doce en cajas de Petri con papel de filtro húmedo, que luego fueron colocadas en cámaras de germinación a una temperatura de 25°C. También se evaluó una temperatura alternada de 10/20°C, pero se obtuvieron plántulas más débiles por lo que se desistió de este método. Se controlaron las cajas y se registró diariamente el número de semillas germinadas. Una vez obtenidas las plántulas se dispusieron en bandejas de germinación con compost orgánico y perlita, y se les suministró luz artificial de 400 watts (24 hs) y riego diario con aspersor manual. Al momento que las raíces de las plantas alcanzaron a asomarse por debajo de la bandeja, se decidió su trasplante a las macetas, previamente armadas y dispuestas en bandejas dentro del invernáculo, colocando 5 plantas en cada una. Las macetas de 2,56 litros se prepararon con compost orgánico (Bertinat, Bella Vista, Buenos Aires, Argentina) y perlita (Anexo I, 7.1), y se procuró que estuvieran saturadas de agua para garantizar un mejor desarrollo de las plantas. También se prepararon de la misma manera dos macetas como testigo para las mediciones de conductividad y actividad del suelo.



Figura 5 - Vista de una caja de Petri con semillas de *L. tenuis* germinadas.

### **3.3. Tratamientos y variables en estudio**

Cuando las plantas alcanzaron el estado de cuarta hoja pentafoliada desplegada, se comenzaron a aplicar los distintos tratamientos, en función del agua de riego utilizada. Se utilizó un diseño experimental con una distribución completamente aleatorizada de tipo factorial, siendo los factores el genotipo (con dos niveles: tolerante y susceptible) y la dosis de cloruro de sodio en el agua de riego (con tres niveles: 0 mM, 75 mM y 150 mM NaCl).

#### Familia Tolerante:

- Testigo (agua común): 4 macetas
- Dosis 1 (solución de 75 mM NaCl): 4 macetas
- Dosis 2 (solución de 150 mM NaCl): 5 macetas

#### Familia Susceptible:

- Testigo (agua común): 3 macetas
- Dosis 1 (solución de 75 mM NaCl): 3 macetas
- Dosis 2 (solución de 150 mM NaCl): 3 macetas

Las macetas fueron regadas diariamente hasta lo que se consideró aproximadamente capacidad de campo, es decir en términos prácticos, al momento en que el agua de riego comenzaba a salir por debajo de la maceta.



*Figura 6 - Vista de algunas de las macetas dentro del invernáculo durante el ensayo.*

La cosecha de las plantas se realizó al evidenciar la aparición de la primera flor y numerosos primordios florales, separando cuidadosamente cada una de las plantas de la tierra y la perlita. En total las plantas estuvieron en maceta durante 102 días. Se registró la biomasa de cada ejemplar, y luego de colocarlas en estufas de aire forzado a 65°C hasta peso constante se determinó el contenido de materia seca. También se procedió a separar las hojas de los tallos para registrar su peso de materia seca por separado. Las variables en estudio de este trabajo son:

- % de materia seca (MS) en tallo y hoja
- Peso de MS de tallo y hoja por planta

- % de MS en corona y raíz
- Peso de MS de corona y raíz por planta
- Relación MS aérea/MS radicular
- Peso de MS de tallos por planta
- Peso de MS de hojas por planta
- Relación MS tallo/MS hoja

Los resultados obtenidos fueron evaluados a través de un análisis de la varianza utilizando el software estadístico Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina) tomando como nivel de significación un 5%. Para hacer los distintos análisis estadísticos se comprobaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad para cada variable, tanto en forma analítica como gráfica (Anexo I, 7.2). Las comparaciones entre genotipos y entre tratamientos se efectuaron utilizando la prueba de las diferencias mínimas significativas (LSD) de Fisher, siguiendo el siguiente modelo estadístico:

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

Donde:

- $y_{ijk}$  es la variable estudiada de cada maceta,
- $\mu$  es la media general,
- $\alpha_i$  es el efecto del factor genotipo,
- $\beta_j$  es el efecto del factor dosis de concentración salina en el agua,
- $\gamma_{ij}$  es el efecto de la interacción entre los factores,
- $\varepsilon_{ijk}$  es el error aleatorio dentro cada maceta.

Para evaluar la performance de cada genotipo frente al estrés salino, se calculó expresando en términos de porcentaje, la respuesta de cada uno en las dosis salinas frente a los tratamientos testigos.

### **3.4 Medición de variables del ambiente**

Para contar con un mayor control del ambiente en que se desarrollaban las plantas, se tomaron datos de temperatura externa e interna del invernáculo y humedad de la tierra de las macetas a través de un datalogger de 16 canales (12 de temperatura y 4 de humedad) (Cavadevices, Capital Federal, Argentina), el cual tomó registros cada una hora. También se obtuvieron referencias de la radiación solar incidente tanto fuera como dentro del invernáculo con un radiómetro (Ceptometro LP-80, Decagon Devices, Pullman, Washington, Estados Unidos). Periódicamente, se tomaron a su vez datos de actividad eléctrica de la tierra (AS) de las macetas con un conductímetro (Modelo HI 993310, Hanna Instruments, Woonsocket, Rhode Island, Estados Unidos). Este valor de AS suministrado por el equipo se utilizó para calcular la conductividad eléctrica (CE) de la tierra. Se multiplicó el dato de AS por 2,3 para obtener la salinidad en g/l y dividiendo el resultado por 0,64, ya que la CE a 25°C tiene una relación con la salinidad, de 1mS/cm por cada 0,64 g de sal.



Figura 7 - Medición de actividad eléctrica de la tierra de las macetas (Modelo HI 993310, Hanna Instruments).

## **4. Resultados**

### **4.1 Variables del ambiente**

Como se describió en la sección de materiales y métodos, se realizaron distintas mediciones del ambiente del invernáculo donde crecieron las plantas durante el ensayo. A continuación se presentan gráficos a modo de resumen:

#### **4.1.1 Temperatura**

Como puede apreciarse en la Figura 8 la temperatura dentro del invernáculo siempre se mantuvo por encima de la temperatura afuera, en un promedio de 6°C. Esta mayor temperatura dentro del invernáculo puede haber acelerado la acumulación de los grados/días necesarios para que las plantas alcancen la floración, aumentando así la tasa de desarrollo de las plantas.

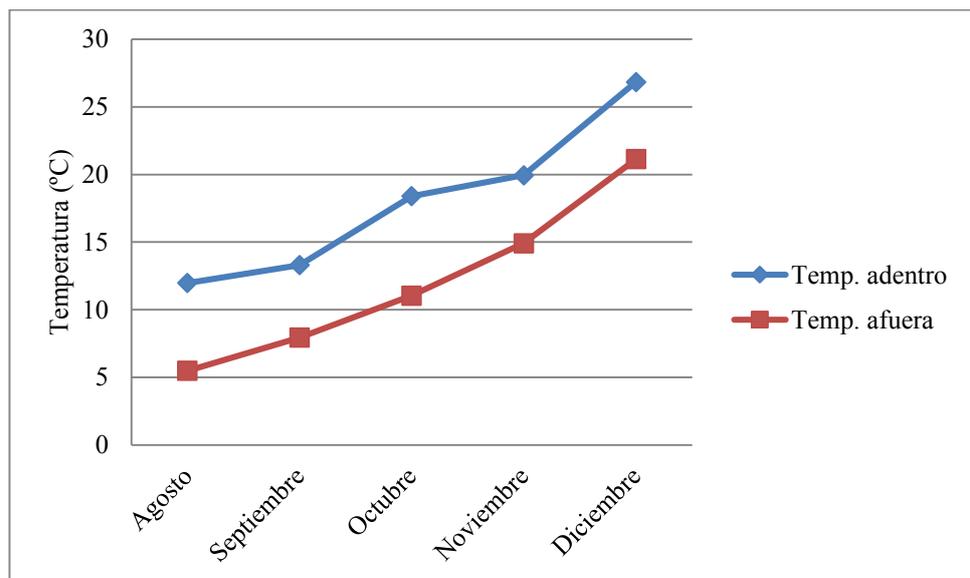


Figura 8 - Evolución de la temperatura dentro y fuera del invernáculo medida por el datalogger.

#### 4.1.2 Radiación

La radiación solar incidente fuera del invernáculo registró un ascenso con el correr de los meses mucho más marcado que la radiación observada dentro del mismo. La diferencia promedio entre mediciones en agosto fue de 858  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ , mientras que para noviembre fue de 1272  $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ . La menor radiación solar dentro del invernáculo podría haber reducido la tasa de fotosíntesis, disminuyendo la fijación de carbono y el crecimiento de las plantas.

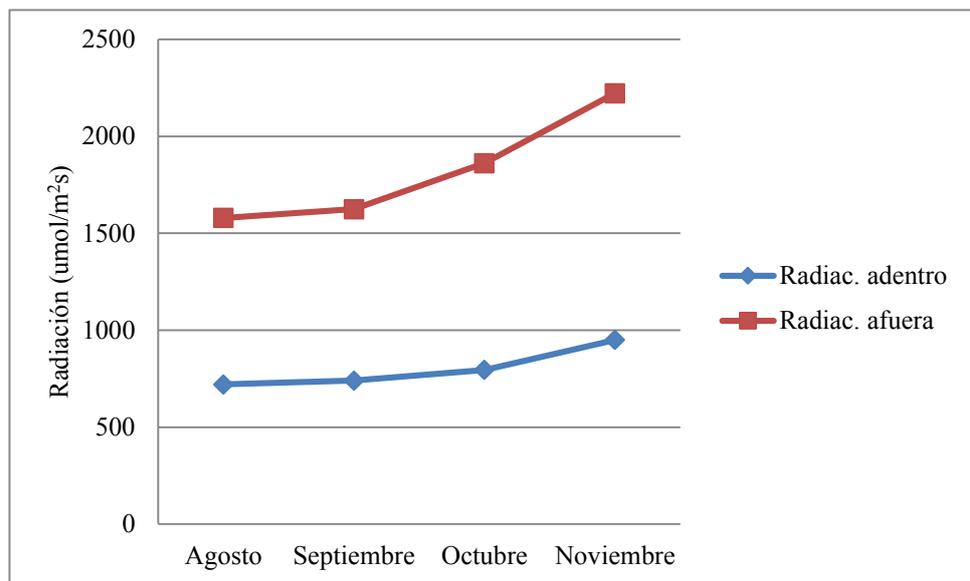


Figura 9 - Evolución de la radiación dentro y fuera del invernáculo medida por el radiómetro.

#### 4.1.3 Actividad eléctrica y Conductividad

En la Figura 10 se observan los valores de CE a 25°C (expresados en  $\text{mS}/\text{cm}$ ) calculados a partir del dato de AS de la tierra de las macetas. Mientras que en la Figura 11 se presenta la evolución a lo largo del ensayo de la salinidad de la tierra, expresada en  $\text{g}/\text{l}$ .

Se observó que los tratamientos testigos regados con agua común tienen una ligera tendencia negativa en el contenido de sales, que podría deberse a un lavado de la tierra de las macetas. Respecto a los tratamientos salinos, se observó una marcada diferencia con los testigos, ya que aumentaron a lo largo del ensayo pero no se evidenció una diferencia entre los regados con la dosis de 75  $\text{mM}$  y los regados con la dosis de 150  $\text{mM}$   $\text{NaCl}$ . Esto podría deberse a una interacción entre las partículas del suelo (arcillas) y las sales presentes o a algún mecanismo de regulación propio de la planta frente al estrés salino.

Geretto María Laura

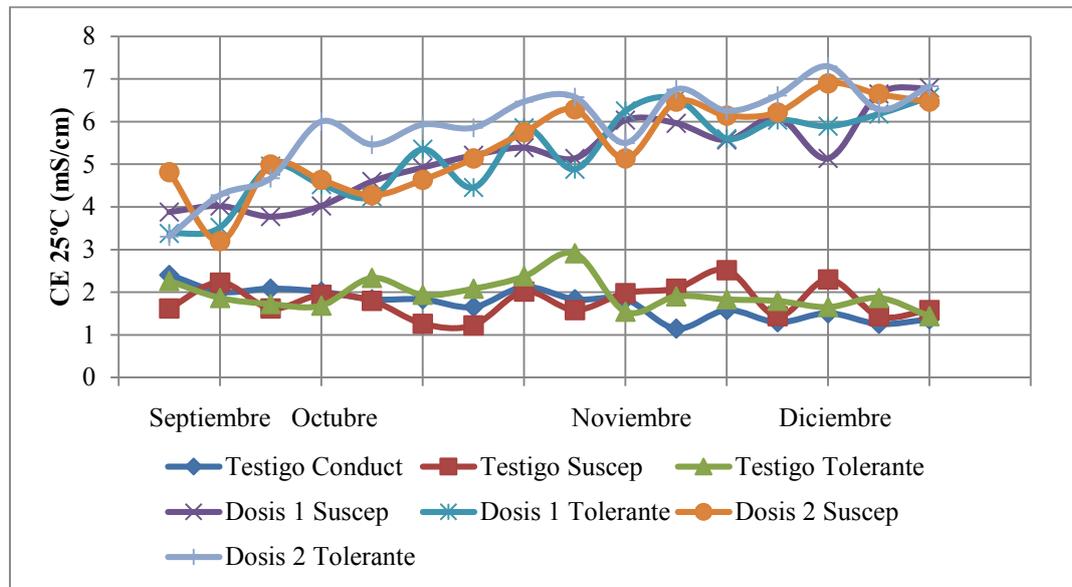


Figura 10 - Evolución de la conductividad eléctrica a 25°C de la tierra de las macetas.

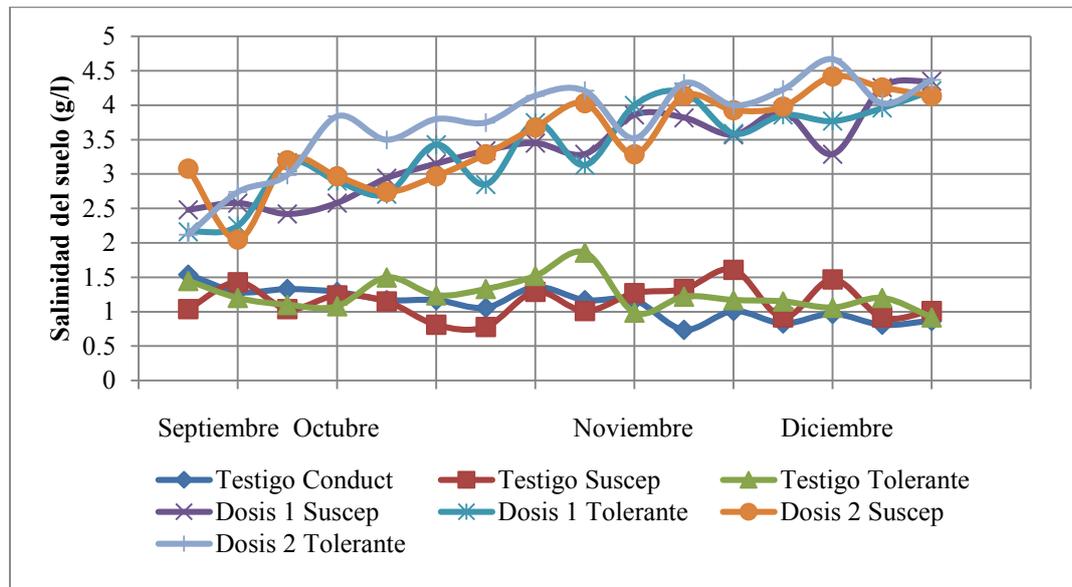


Figura 11 - Evolución de la salinidad de la tierra de las macetas.

#### 4.2 Resultados respecto a los parámetros de crecimiento evaluados

Al realizar la cosecha se pudo apreciar que todas las plantas sobrevivieron al ensayo. Es también oportuno aclarar que en ningún momento fue necesario realizar un lavado de sales.

Se encontró interacción entre los factores de genotipo y dosis de cloruro de sodio en el agua solo en dos variables, que fueron % de materia seca en corona y raíz, y en materia seca de tallo (Tabla 3). Con respecto a las dosis se encontraron diferencias significativas para todas las variables, mientras que para el genotipo solo ocurrió en tres variables, que fueron materia seca de tallos y hojas, relación materia seca aérea/materia seca radicular, y materia seca de hojas (Tabla 4).

“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-”

Geretto María Laura

Variable	Familia Medios Hermanos	Tolerante			Susceptible			p (interacción)
	Dosis	0mM NaCl	75mM NaCl	150mM NaCl	0mM NaCl	75mM NaCl	150mM NaCl	
% MATERIA SECA CORONA Y RAÍZ	media	15,01 A	17,74 A	16,15 A	18,02 A	18,23 A	35,21 B	0,0004
	EE	1,85	1,85	1,66	2,14	2,14	2,14	
	p (factor)							
MATERIA SECA TALLOS (gr/planta)	media	5,95 D	1,79 B	1,39 B	3,81 C	1,73 B	0,53 A	0,0001
	EE	0,18	0,15	0,14	0,18	0,18	0,18	
	p (factor)							

Tabla 3- Resumen de la comparación entre FMH tolerante y susceptible y dosis para las variables con interacción.

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). EE = error estándar.

Variable		Familia Medios Hermanos		Dosis			p (interacción)
		Tolerante	Susceptible	0mM NaCl	75mM NaCl	150mM NaCl	
% MATERIA SECA TALLOS Y HOJAS	media	26 A	25,07 A	23 A	28,77 C	24,84 B	
	EE	0,47	0,56	0,64	0,61	0,64	
	p (factor)	0,2178		<0,0001			0,3159
MATERIA SECA TALLOS Y HOJAS (gr/planta)	media	5,18 B	3,75 A	7,21 C	3,96 B	2,23 A	
	EE	0,23	0,27	0,31	0,31	0,3	
	p (factor)	0,001		<0,0001			0,0892
MATERIA SECA CORONA Y RAÍZ (gr/planta)	media	1,42 A	1,25 A	1,83 C	1,49 B	0,7 A	
	EE	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	
	p (factor)	0,0727		<0,0001			0,2641
RELACIÓN MS AÉREA/MS RADICULAR	media	3,56 B	2,88 A	3,92 C	2,65 A	3,1 B	
	EE	0,11	0,13	0,15	0,15	0,14	
	p (factor)	0,0008		<0,0001			0,1284
MATERIA SECA HOJAS (gr/planta)	media	2,24 B	1,7 A	2,46 C	2,18 B	1,26 A	
	EE	0,11	0,14	0,16	0,16	0,15	
	p (factor)	0,0082		0,0001			0,3154
RELACIÓN MS TALLO/MS HOJA	media	2,13 A	1,08 A	1,89 B	0,82 A	0,74 A	
	EE	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	
	p (factor)	0,1215		<0,0001			0,2886

Tabla 4 - Resumen de la comparación entre FMH tolerante y susceptible y dosis para las variables sin interacción.

Medias con una letra común en sentido de las columnas no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). EE = error estándar.

#### 4.2.1 Porcentaje de materia seca en tallo y hoja

Para esta variable no se registraron diferencias significativas entre genotipos ( $p = 0,2178$ ), pero si entre dosis ( $p < 0,001$ ) (Figura 12). Se encontraron diferencias entre los tres tratamientos siendo el testigo el de menor valor (23%), luego la dosis 2 y por último la dosis 1 que obtuvo un valor 25% mayor al testigo. Tomando en cuenta los genotipos el % de MS fue en promedio 25,53%.

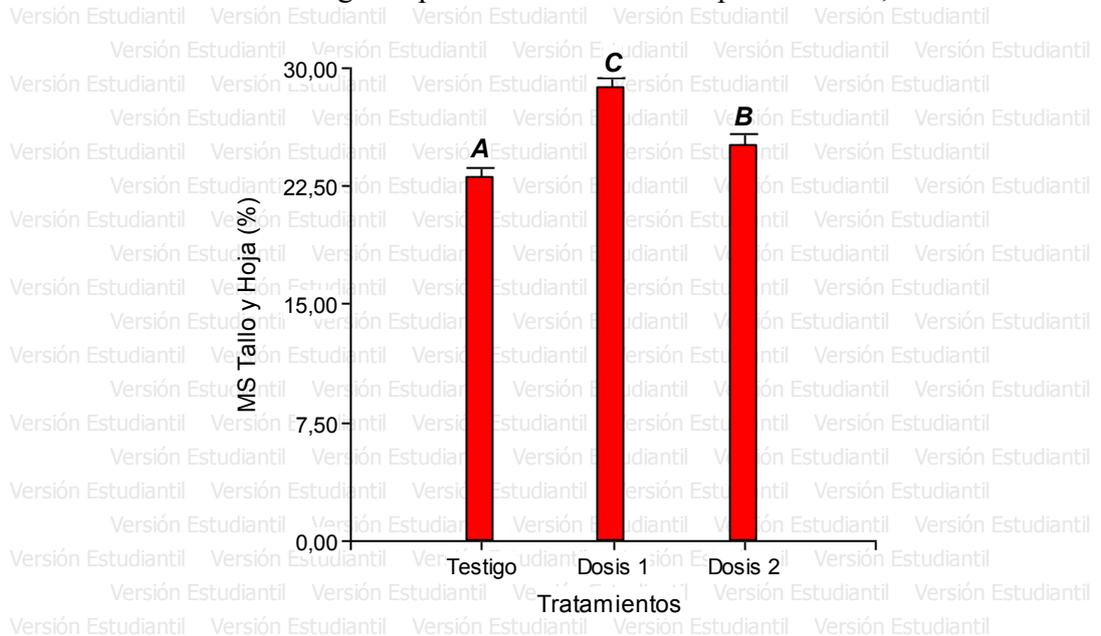


Figura 12 - % de MS en tallo y hoja para cada tratamiento salino.  
Barras Tubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.2 Materia seca de tallos y hojas por planta

Se encontraron diferencias significativas entre genotipos ( $p = 0,001$ ) y entre dosis ( $p < 0,0001$ ) (Figura 13). Los genotipos tolerantes produjeron un 38% más de materia seca aérea que las plantas susceptibles. Para los tratamientos salinos se registró una menor producción de materia seca a medida que aumentó la concentración de sal en el agua existiendo diferencias significativas entre los tres tratamientos, teniendo la dosis 2 un 70% menos de materia seca que el testigo.

Geretto María Laura

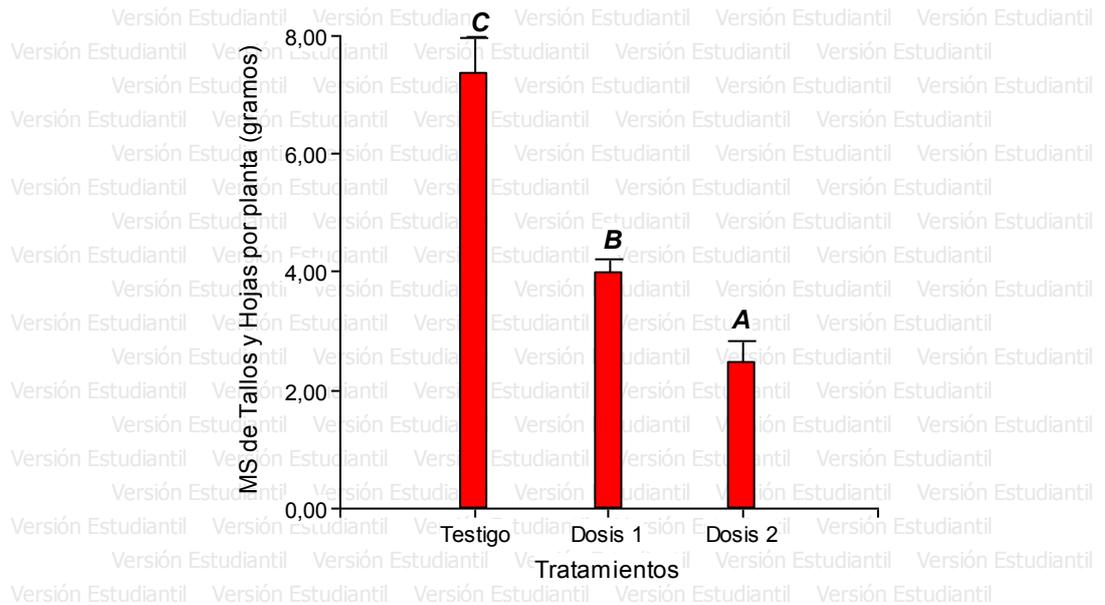


Figura 13 - MS de tallos y hojas por planta para cada tratamiento salino. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.3 Porcentaje de materia seca en corona y raíz

Al analizar esta variable se registró que hay interacción entre la dosis y el genotipo ( $p = 0,0004$ ) (Figura 14), por lo tanto no se van a analizar los factores por separado ya que el efecto de un factor depende del nivel del otro. Solo se diferenció estadísticamente del resto el conjunto de plantas susceptibles regadas con 150mM NaCl (dosis 2) que tuvieron en promedio un % de materia seca 106% mayor al resto del ensayo.

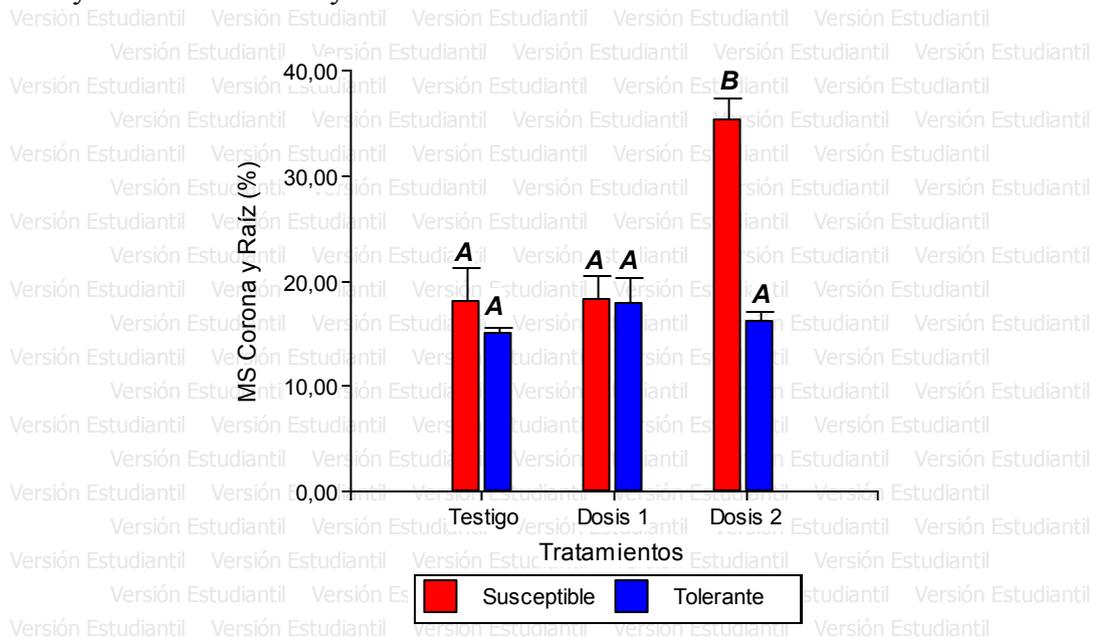


Figura 14 - % MS en corona y raíz para cada genotipo y dosis salina. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.4 Materia seca de corona y raíz por planta

Esta variable obtuvo resultados muy similares a MS de tallos y hojas. Se encontraron diferencias significativas entre dosis ( $p < 0,0001$ ) (Figura 15), pero no así entre genotipos ( $p = 0,0727$ ) que produjeron en promedio 1,33 gr/planta. Con respecto a la dosis salina se registró una menor producción de materia seca a medida que aumentó la concentración, encontrando diferencias entre los tres tratamientos. La dosis 2 produjo un 62% menos de materia seca que el testigo.

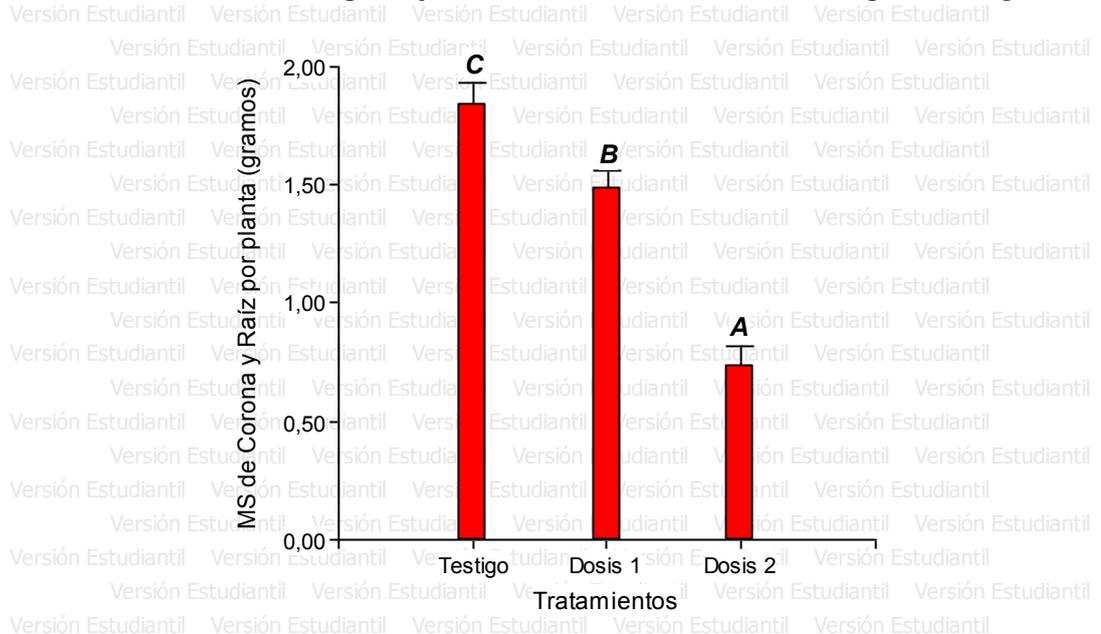


Figura 15 - MS de corona y raíz por planta para cada tratamiento salino.  
Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.5 Relación materia seca aérea/materia seca radicular

En el análisis de esta variable se encontraron diferencias significativas tanto entre genotipos ( $p = 0,0008$ ) como entre dosis ( $p < 0,0001$ ) (Figura 16). Las plantas tolerantes presentaron una relación mayor que las susceptibles en un 19%, por tener una mayor producción aérea. En cuanto a la dosis salina, se diferenciaron entre los tres tratamientos, el testigo fue el de mayor relación, luego la dosis 2 y por último la dosis 1 con una relación un 32% menor que el primero. Se observó una mayor disminución en la producción de la parte aérea con respecto a la radicular. La producción radicular descendió en mayor proporción en la dosis 2, por lo que se observa una relación mayor a la dosis 1.

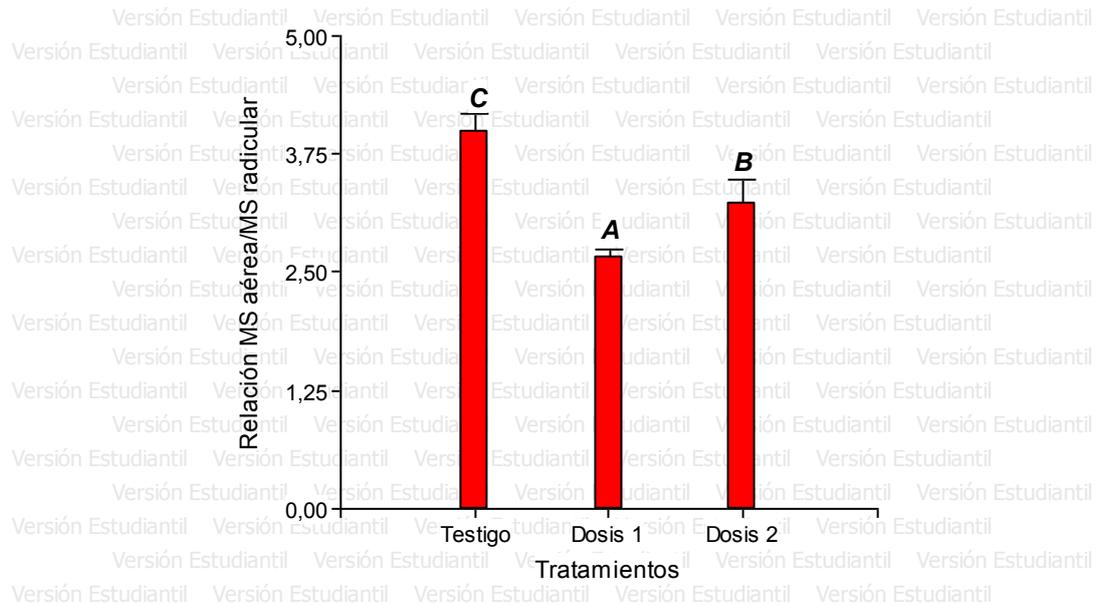


Figura 16 - Relación MS aérea/MS radicular para cada tratamiento salino.  
Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.6 Materia seca de tallos por planta

Al igual que en el % de MS en corona y raíz, en el análisis de esta variable se encontró interacción entre los factores dosis y genotipo ( $p = 0,0001$ ) (Figura 17). Se diferenciaron cuatro grupos estadísticamente significativos. De mayor a menor producción fueron los testigos tolerantes, luego los testigos susceptibles. En un tercer grupo las dosis 1 (75mM NaCl) tolerantes y susceptibles, y las dosis 2 tolerantes. Por último, el de menor producción fue el de las plantas susceptibles regadas con la dosis 2 (150mM NaCl), que presentaron una producción un 91% menor a los testigos tolerantes. En los tratamientos testigos la producción de tallos representaba el 62% y el 71% en susceptibles y tolerantes, respectivamente. Con los tratamientos salinos esta proporción descendió por debajo del 45%.

Geretto María Laura

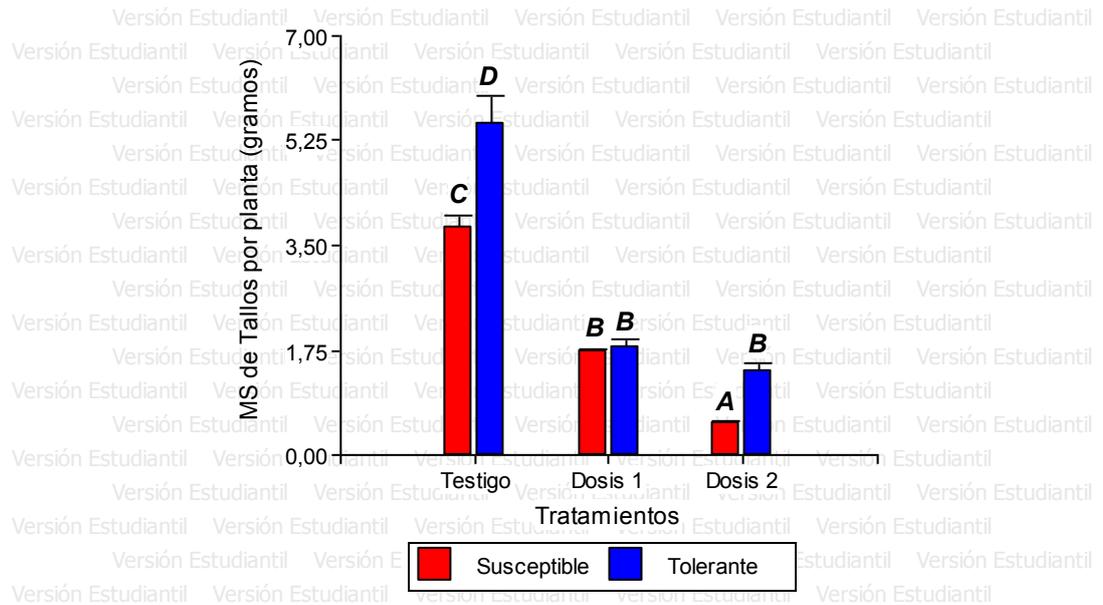


Figura 17 - MS de tallos por planta para cada genotipo y dosis salina. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.7 Materia seca de hojas por planta

En esta variable, como sucedió con la de MS por planta de tallos y hojas, se encontraron diferencias significativas entre dosis ( $p = 0,0001$ ) (Figura 18) y entre genotipos ( $p = 0,0082$ ). Con respecto a los tratamientos salinos las plantas con la dosis 2 se diferenciaron de las dosis 1 y las testigo, con una producción de materia seca 45% menor en promedio. Analizando los genotipos, las plantas tolerantes produjeron un 32% más de materia seca que las susceptibles.

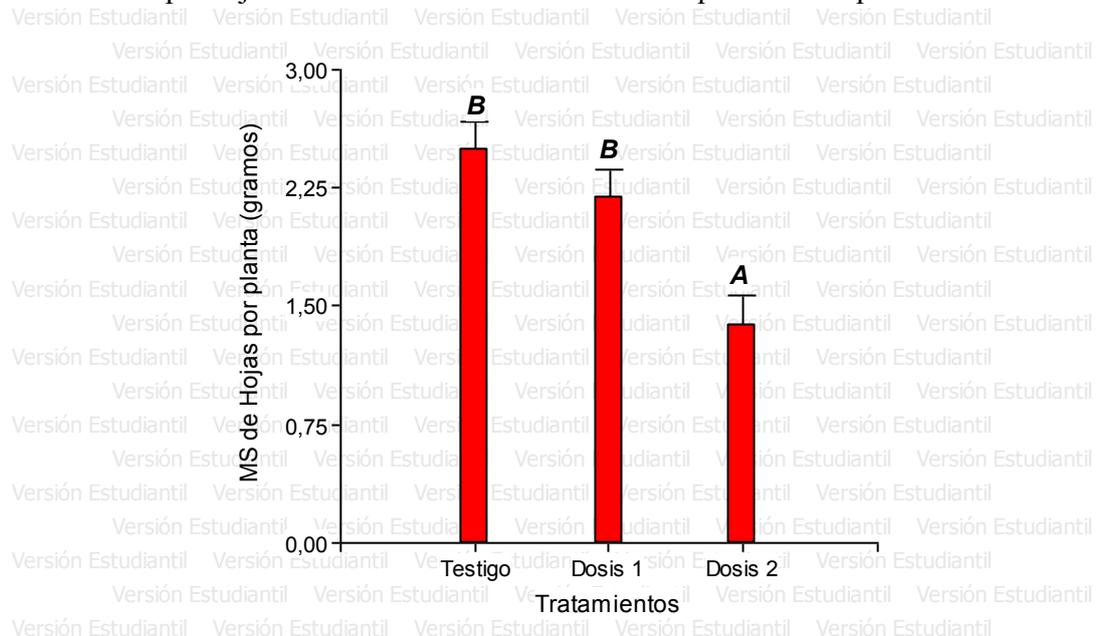


Figura 18 - MS de hojas por planta para cada tratamiento salino. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.8 Relación MS tallo/MS hoja

Por último, al analizar esta variable se observaron diferencias significativas entre tratamientos salinos ( $p < 0,0001$ ) (Figura 19) y no entre genotipos ( $p = 0,1215$ ). Teniendo en cuenta los genotipos se obtuvo una relación promedio de 1,15. Para el otro factor las plantas regadas con agua común (testigo) se diferenciaron de las plantas afectadas por la concentración salina obteniendo una relación un 59% mayor a las otras, observándose una mayor reducción en la producción de tallos que de hojas.

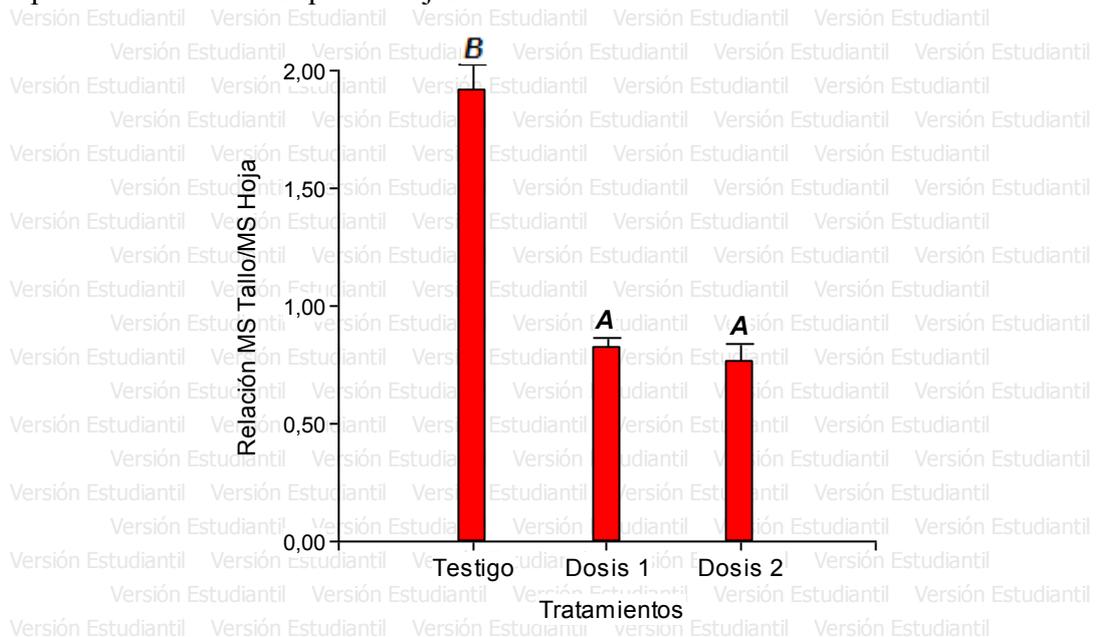


Figura 19 - Relación MS tallo/MS hoja para cada tratamiento salino.  
Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

#### 4.2.9 Comportamiento de los genotipos

A continuación se analizará el comportamiento de los dos genotipos evaluados, expresando en términos de porcentaje la respuesta en las dosis salinas frente a los tratamientos testigos (Anexo I, 7.3). El genotipo catalogado como susceptible parte de una menor producción de materia seca.

En las variables de producción de materia seca, frente a la dosis 1 (75mM NaCl) las plantas susceptibles se vieron menos afectadas que las tolerantes, mientras que en la dosis 2 (150mM NaCl) las primeras reducen considerablemente su producción y las segundas mostraron una caída menos abrupta logrando mantener un mayor nivel de producción. Es oportuno destacar que la producción de materia seca radicular fue menos perjudicada que la aérea y dentro de esta el rendimiento de hojas menos que el de tallos.

Con respecto al % de materia seca, las dos variables evaluadas difirieron entre sí. En tallo y hoja, los valores frente a las dosis salinas aumentaron, aunque en la dosis 1 en mayor medida que en la dosis 2. En corona y raíz, las plantas susceptibles en la dosis 1 prácticamente no modificaron el porcentaje, mientras que en la dosis 2 el valor alcanzó el 195%. Para las plantas tolerantes, tuvo un comportamiento similar que en tallo y hoja.

“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-”

Geretto María Laura

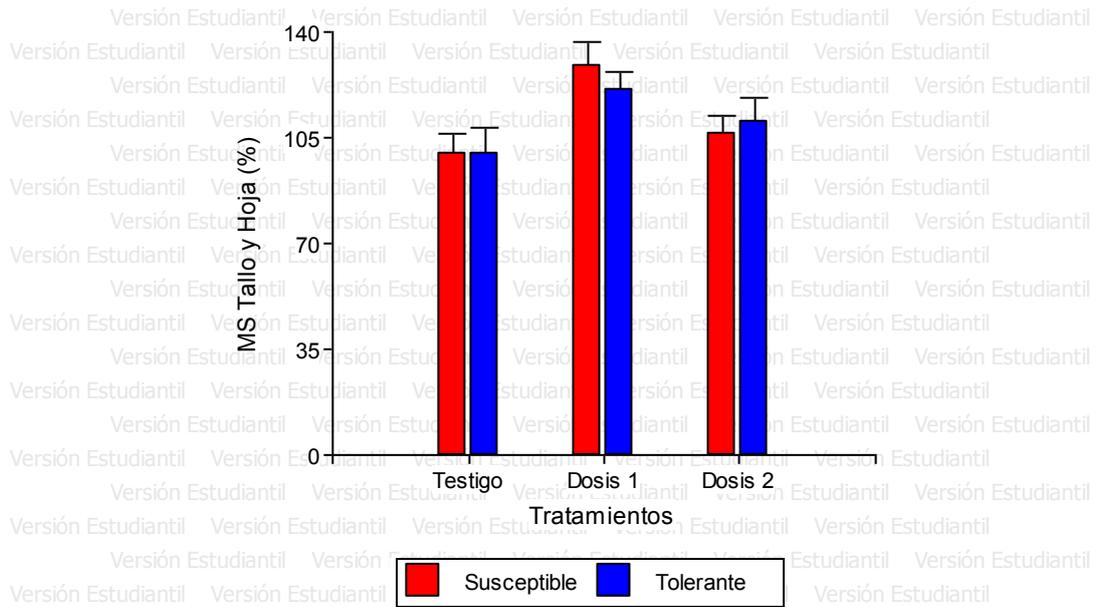


Figura 20 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para el porcentaje de MS en tallos y hojas. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

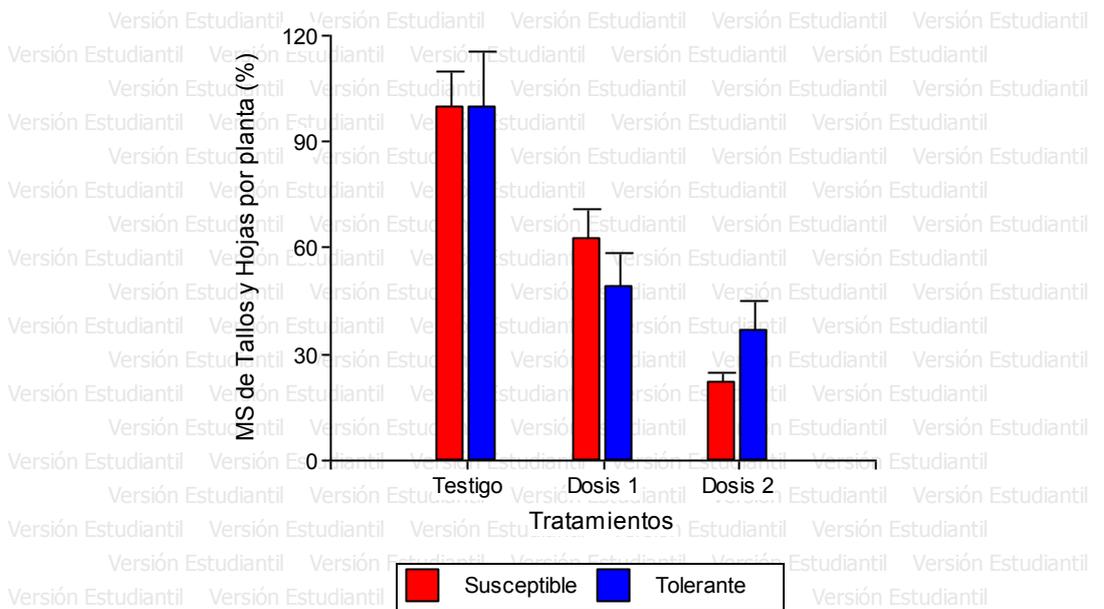


Figura 21 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de tallos y hojas por planta. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

“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-”

Geretto María Laura

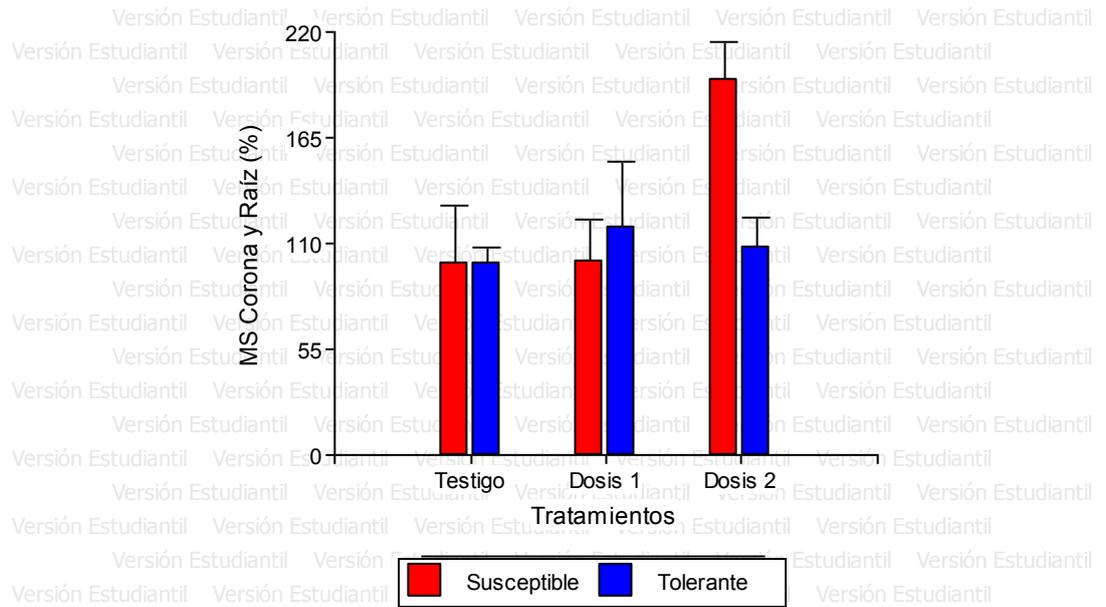


Figura 22 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para el porcentaje de MS en corona y raíz. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

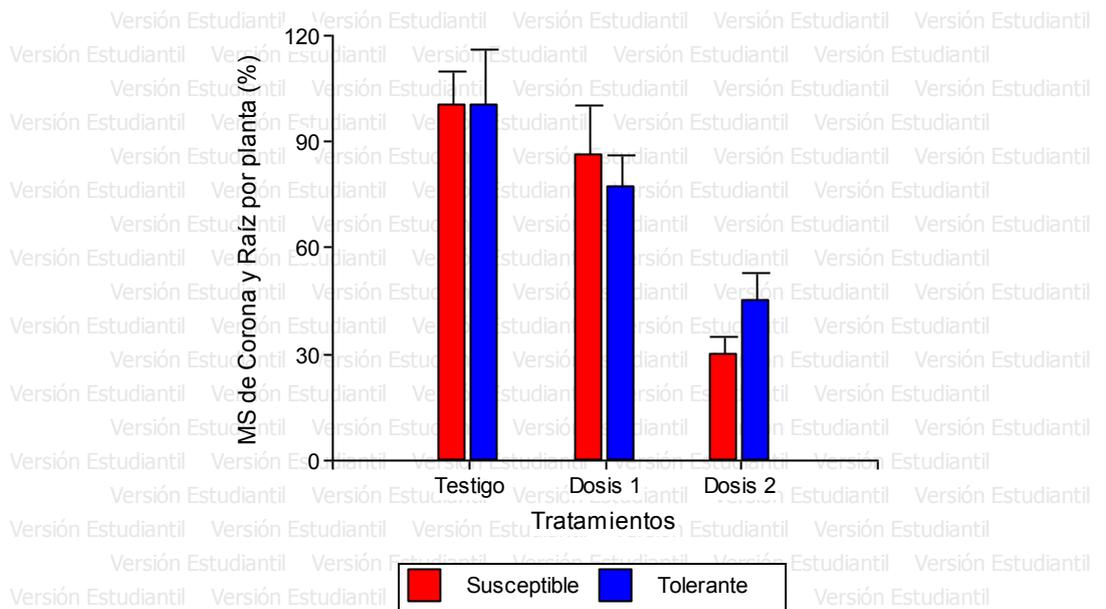


Figura 23- Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de corona y raíz por planta. Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

“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-”

Geretto María Laura

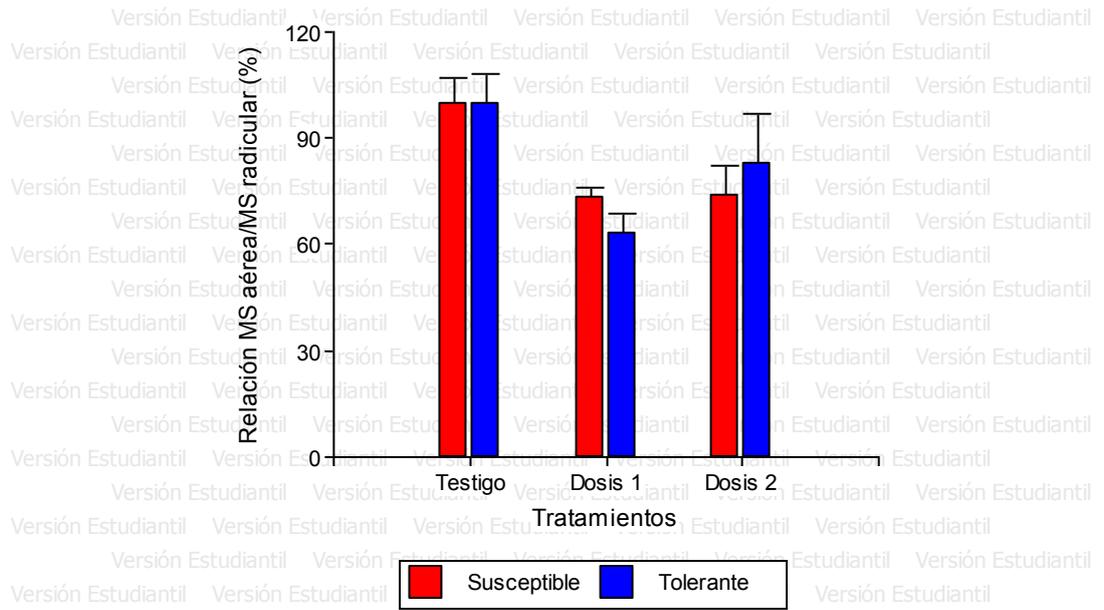


Figura 24 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para la relación de MS aérea/MS radicular.

Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

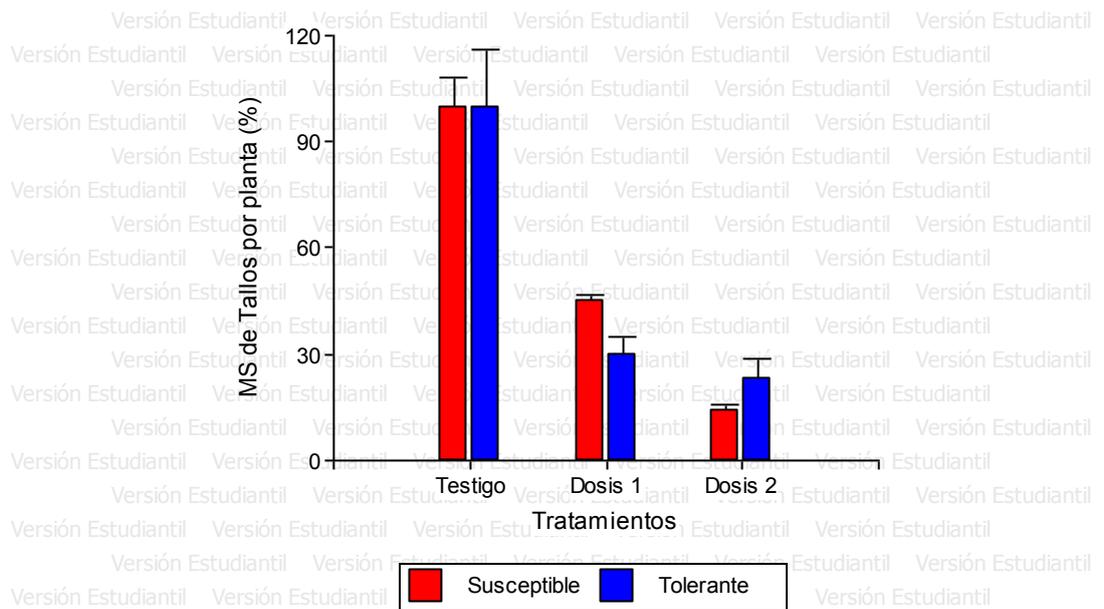


Figura 25 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de tallos por planta.

Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

“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-”

Geretto María Laura

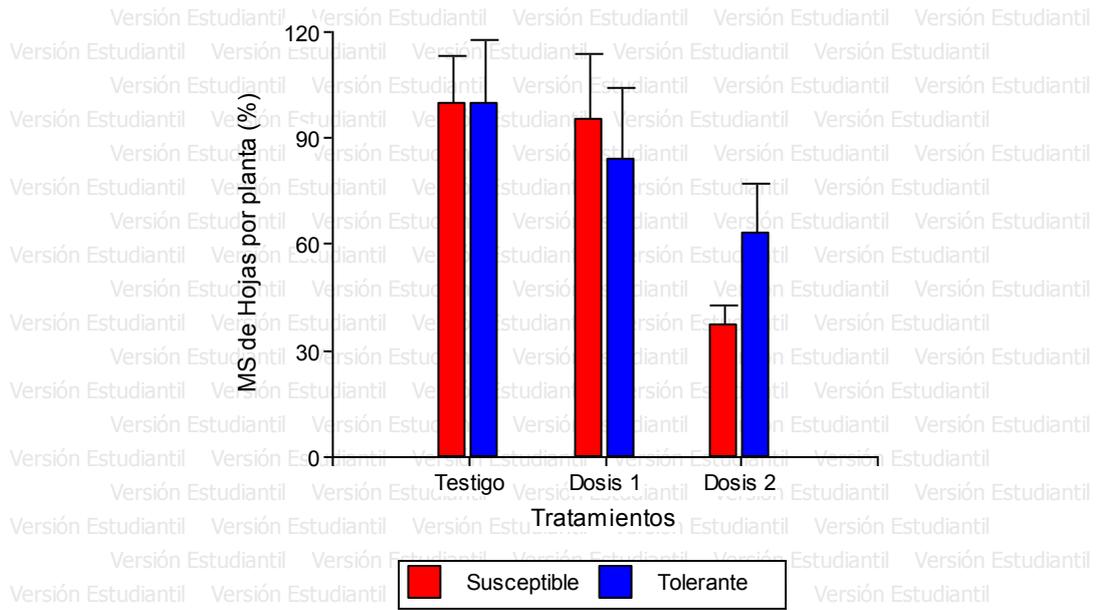


Figura 26 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para MS de hojas por planta.

Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

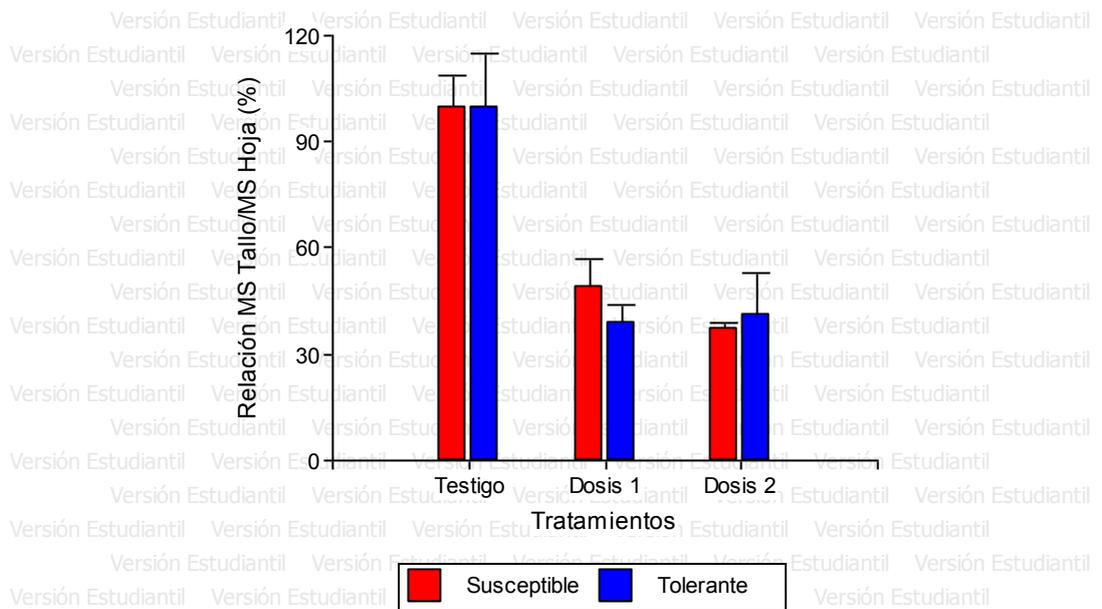


Figura 27 - Comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para la relación MS tallo/MS hoja.

Barras T ubicadas por encima de cada barra vertical representan el EE.

## **5. Discusión**

El criterio para evaluar tolerancia va a variar según el nivel de estrés salino. En este ensayo al tratarse de un nivel bajo o moderado, el principal criterio es la capacidad de producción del genotipo, mientras que la capacidad de supervivencia es el principal criterio a niveles altos de salinidad (Epstein et al., 1980 citado por Ixtaina et al., 2004). Según Pesqueira (2008), tanto el estrés salino como la sequía, fueron identificados, por varios investigadores, como unas de las principales causas que afectan la tasa de crecimiento y la producción de materia seca en distintas especies del género *Lotus* utilizadas como forrajeras en pasturas de regiones templadas. Y al tratarse de especies con fines forrajeros, la producción de materia seca fundamentalmente, es la principal característica a preservar (Pesqueira, 2008). En concordancia con lo observado por Francois et al., (1999) (citado por Ixtaina et al., 2004), se evidenció una reducción en el crecimiento de las plantas antes de detectarse daño en los distintos órganos de la planta.

Como primer contraste, en este ensayo se observó que la familia de plantas reconocida como “tolerante” tuvo una mayor producción de materia seca que la “susceptible” mientras que Franco (2012) quien trabajó, entre otras, con estas familias de medios hermanos obtuvo el resultado contrario. Una posible explicación es que estas familias son la descendencia de policruzamientos interpoblacionales de genotipos con una elevada heterogeneidad fenotípica (Franco, 2012).

Ha sido comprobado por varios autores, tanto en condiciones de campo como de laboratorio, que la producción de biomasa de *Lotus tenuis* va disminuyendo a medida que aumenta la salinidad, aunque registrando una alta variabilidad en el nivel de reducción (Ixtaina et al., 2004; Teakle et al., 2006; Pesqueira et al., 2007; Teakle et al., 2007; Pesqueira, 2008; Teakle et al., 2010b; Franco, 2012; Paz et al., 2012; Paz et al., 2014), pudiendo deberse a una menor producción de materia seca por unidad de agua transpirada (Helyar, 1994). Similar a lo hallado por Ixtaina et al. (2004), pero a diferencia de lo observado por otros autores (Royo et al., 2002), en este ensayo se observó que los genotipos más productivos en condiciones no salinas fueron también los más productivos en condiciones salinas. Esto puede deberse a que los genotipos utilizados por Ixtaina et al. (2004), era material recolectado en condiciones naturales con características salinas pudiendo presentar una adaptación previa a este tipo de estrés. Las familias evaluadas en este ensayo, también provienen de poblaciones naturalizadas. Sin embargo, a pesar de lo mencionado anteriormente sobre la productividad se percibió que el genotipo con mayor rendimiento fue el que en términos de porcentaje disminuyó más su producción al enfrentarse a la condiciones de estrés salino, coincidiendo este comportamiento con lo reportado por otros autores (Pesqueira, 2008; Franco, 2012).

El rendimiento forrajero en *Lotus tenuis* está principalmente determinado por el número y el peso de los tallos dado por la correlación significativa y positiva entre estas variables (Andrés et al., 2007; Ixtaina et al., 2010; Franco, 2012). El inconveniente es que, como se ha encontrado en este ensayo, el crecimiento de los tallos resultó ser más sensible a la salinidad que el crecimiento radicular (Teakle et al., 2006; Munns et al., 2008). Ixtaina et al. (2010) sostienen que la producción de tallos en fases tempranas de desarrollo resulta ser un carácter muy importante en la determinación de la ocupación inicial del tapiz vegetal y una

ventaja para determinar la habilidad competitiva de las plántulas. Estos autores consideran que podría usarse el dato de número de tallos de forma confiable para la selección indirecta de la producción de materia seca. Aunque Franco (2012) ha determinado que la heredabilidad de las variables asociada a producción de forraje, son muy bajas e incluso nulas. Una variable asociada es la relación de la materia seca aérea/materia seca radicular, para la que distintos autores han destacado una mayor disminución en la parte aérea (Pesqueira, 2008) y otros en la radicular con una dosis menor que la de este ensayo (Paz et al., 2012).

Al considerar la producción de materia seca aérea coincidiendo con Pesqueira (2008), se observó una caída en la producción, tanto de tallos como de hojas, siendo los primeros los que se vieron afectados en mayor proporción. Esta disminución en la producción de tallos podría explicarse por una reducción en el número de tallos, de ramificaciones y del diámetro promedio de los mismos (Pesqueira, 2008). Mientras que la disminución observada en hojas se debería a la senescencia y abscisión de las mismas (Teakle et al., 2006; Pesqueira, 2008), que en este ensayo fue apreciable, y no a una disminución del área foliar (Pesqueira, 2008; Paz et al., 2014). En *Melilotus segetalis*, también se encontró que frente a la salinidad, las hojas representaban en proporción mayor biomasa (Romero et al., 1996). Por lo tanto la reducción en la relación tallo/hoja se encontraría dentro de lo esperable. Esta relación en promedio se encuentra próxima a lo encontrado por Echeverría (1986), para *Lotus tenuis* en una pastura pura.

Con respecto al porcentaje de materia seca, se apreció un aumento en las plantas tratadas con agua salina, aunque Pesqueira (2008) lo hizo obteniendo valores menores que los de este ensayo.

Focalizándonos en la respuesta de cada genotipo, el U. S. Salinity Laboratory caracteriza la tolerancia a la salinidad sobre la base del 50% de pérdida de rendimiento comparado con los tratamientos no salinos, evaluando a las especies forrajeras entre 180mM y 120mM de NaCl aproximadamente (Richards, 1954). *Lotus tenuis* ha logrado superar el 50% con una dosis de 100mM NaCl durante 20 días (Paz et al., 2012; Paz et al., 2014), al igual que con 150mM durante 15 días (Pesqueira, 2008) o con 200mM NaCl durante 28 días (Teakle et al., 2006). En un ensayo evaluando 40 líneas, Teakle et al. (2010b) aplicando la base del 50% encontró que la más tolerante la alcanzó con 320mM mientras la menos lo hizo con 100mM, mostrando la gran heterogeneidad que puede haber entre las líneas genéticas. Analizando los resultados del presente ensayo, ninguno de los dos genotipos evaluados alcanzó a mantener el 50% de lo producido en el tratamiento control en la dosis de 150mM, mientras que en la de 75mM sí, por lo que se supone que los genotipos con los que se trabajó no serían muy tolerantes a este estrés. Sin embargo, al comparar estos mismos genotipos en el ensayo realizado por Franco (2012), se observa que tuvieron una respuesta muy distinta. La FMH 490 (tolerante) solo redujo en un 28% su producción de materia seca aérea con respecto al control y la FMH 2241 (susceptible) en un 51%, mientras que en este ensayo mantuvieron solo el 37% y el 22% respectivamente. Esto podría deberse a que el tiempo de exposición al estrés salino en este ensayo fue superior al de Franco (2012) y a los otros ensayos citados anteriormente.

## **6. Conclusiones**

En este trabajo se pudo observar, la mayor o menor tolerancia al estrés salino y el comportamiento de dos familias de medios hermanos de *Lotus tenuis* caracterizadas como tolerante o susceptible al mismo respecto a peso de MS de tallo y hoja, juntos y por separado, peso de MS de corona y raíz, % de MS en tallo y hoja, y en corona y raíz y por último relación MS aérea/MS radicular y relación tallo/hoja. Si bien la producción se vio disminuida, el comportamiento de las FMH evaluadas frente al estrés es promisorio, debido a que aún en las dosis más alta no fue necesario realizar un lavado de sales ni se observó mortalidad de plantas. La producción radicular fue menos afectada que la aérea, y dentro de esta última, la de tallos más afectada que la de hojas. Los únicos casos que elevaron sus valores con diferencias estadísticas respecto al control fueron los de % de MS aérea y el genotipo susceptible en % de MS en corona y raíz. Esto plantea una nueva línea de investigación en la que sería interesante seguir trabajando, que es la evaluación química de las plantas para observar si al ser sometidas al estrés salino se genera algún tipo de efecto que pueda llegar a ser significativo en la calidad forrajera de las plantas y por lo tanto en la alimentación de los rumiantes en pastoreo.

Como se mencionó anteriormente en el trabajo, estas familias habían sido caracterizadas previamente como tolerante (FMH 490) y susceptible (FMH 2241). En general el genotipo tolerante presentó mayor crecimiento en las variables analizadas, pero al enfrentarse al estrés salino los porcentajes de reducción que presenta son muy importantes. Se observó que en la dosis de 75mM NaCl, el genotipo susceptible tuvo porcentualmente una mejor performance que el tolerante, mientras que en la dosis más alta el tolerante superó al susceptible. Sin embargo, ninguno de los dos genotipos alcanzó los parámetros establecidos por el U.S. Salinity Lab para ser considerados tolerantes, pero a su vez estos genotipos tuvieron una respuesta distinta en otro ensayo, aunque el tiempo de exposición en este ensayo fue superior. Igualmente, se considera que se deberían buscar líneas con un mejor comportamiento frente a la salinidad para los programas de mejoramiento forrajero, no obstante estas FMH podrían ser una buena base, sobre todo la 490.

Finalmente, la inserción de esta especie forrajera en el escenario productivo puede ser muy importante. En la región de la Pampa Deprimida, la alimentación de los rodeos de cría depende fundamentalmente de la cantidad y calidad de los recursos forrajeros que pueden desarrollarse a pesar de las fuertes limitantes edáficas que presenta la zona, de salinidad, alcalinidad y anegamiento. Teniendo en cuenta estas condiciones, *Lotus tenuis* es una de las especies claves y promisorias para continuar trabajando en el mejoramiento genético en busca de variedades más tolerantes y productivas.

## 7. Anexo I

### 7.1 Preparado de macetas

La mezcla de tierra se preparó con 2 macetas llenas de perlita (2,56 litros cada maceta) y una bolsa de 25dm<sup>3</sup> 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%

### 7.2 Supuestos del modelo y análisis de varianzas

#### 7.2.1 %MS en tallo y hoja

##### Normalidad

##### **Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE % MS Tallo + Hoja	22	0,00	1,02	0,94	0,3656

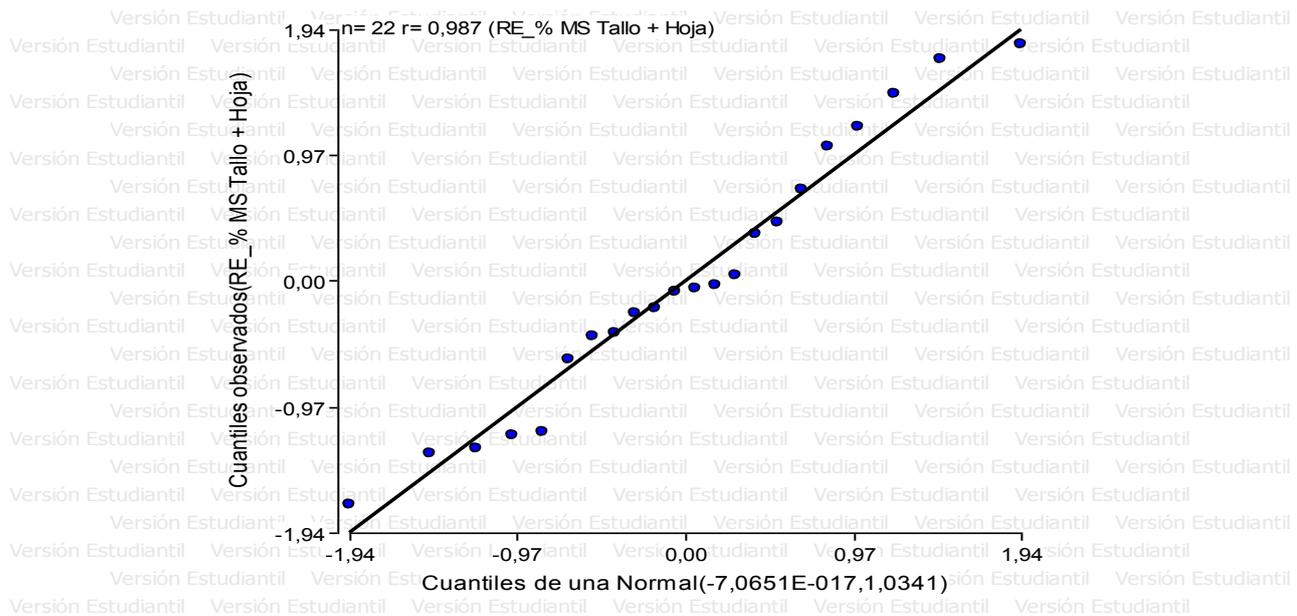


Figura 28 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable %MS en tallo y hoja.

##### Homocedasticidad

##### **Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS % MS Tallo + Hoja	22	0,02	0,00	88,34

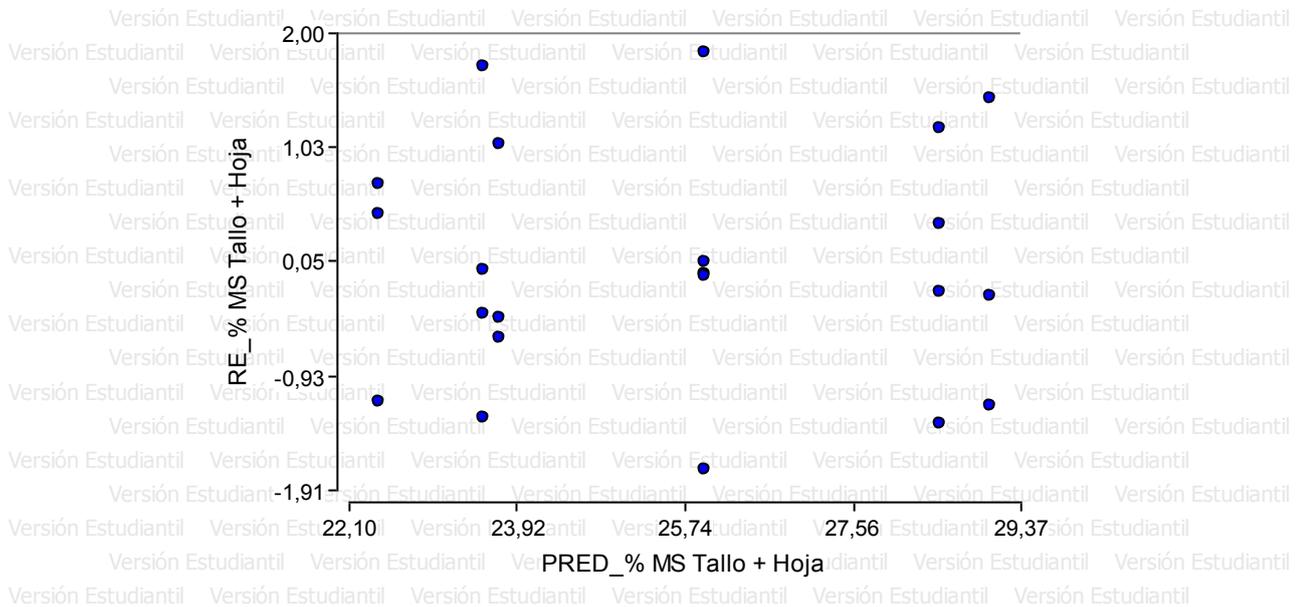
##### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,27	5	0,05	0,05	0,9979
Tratamiento	0,27	5	0,05	0,05	0,9979

“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-”

Geretto María Laura

Error	16,05	16	1,00
Total	16,32	21	



*Figura 29 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable % de MS en tallo y hoja.*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% MS Tallo + Hoja	22	0,74	0,66	6,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	126,91	5	25,38	9,10	0,0003
Dosis	119,55	2	59,78	21,44	<0,0001
Genotipo	4,59	1	4,59	1,65	0,2178
Dosis*Genotipo	6,91	2	3,46	1,24	0,3159
Error	44,61	16	2,79		
Total	171,52	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,85224**

Error: 2,7881 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Testigo	23,00	7	0,64	A
Dosis 2	24,84	8	0,61	B
Dosis 1	28,77	7	0,64	C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,53494**

Error: 2,7881 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	25,07	9	0,56	A
Tolerante	26,00	13	0,47	A

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

**7.2.2 MS de tallos y hojas por planta**  
**Normalidad**

**Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE MS por pl Tallo + H.	22	0,00	1,01	0,98	0,9350

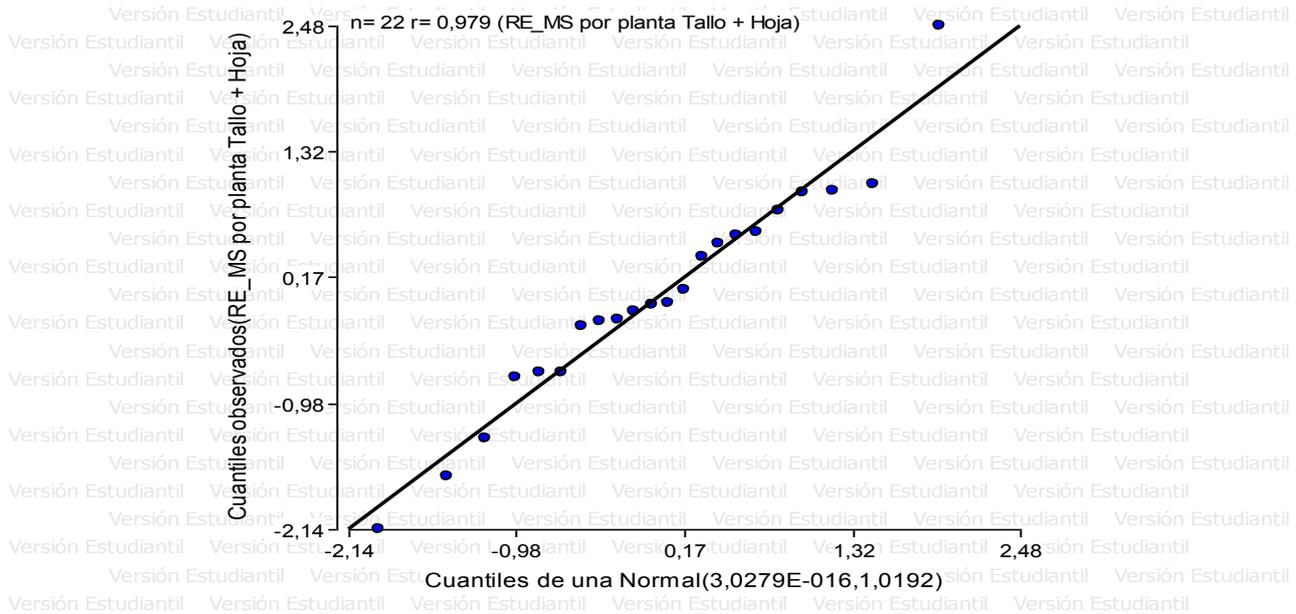


Figura 30 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de tallos y hojas por planta.

**Homocedasticidad**

**Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS MS por planta Tallo +..	22	0,23	0,00	89,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,05	5	0,21	0,95	0,4748
Tratamiento	1,05	5	0,21	0,95	0,4748
Error	3,52	16	0,22		
Total	4,57	21			

“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-”

Geretto María Laura

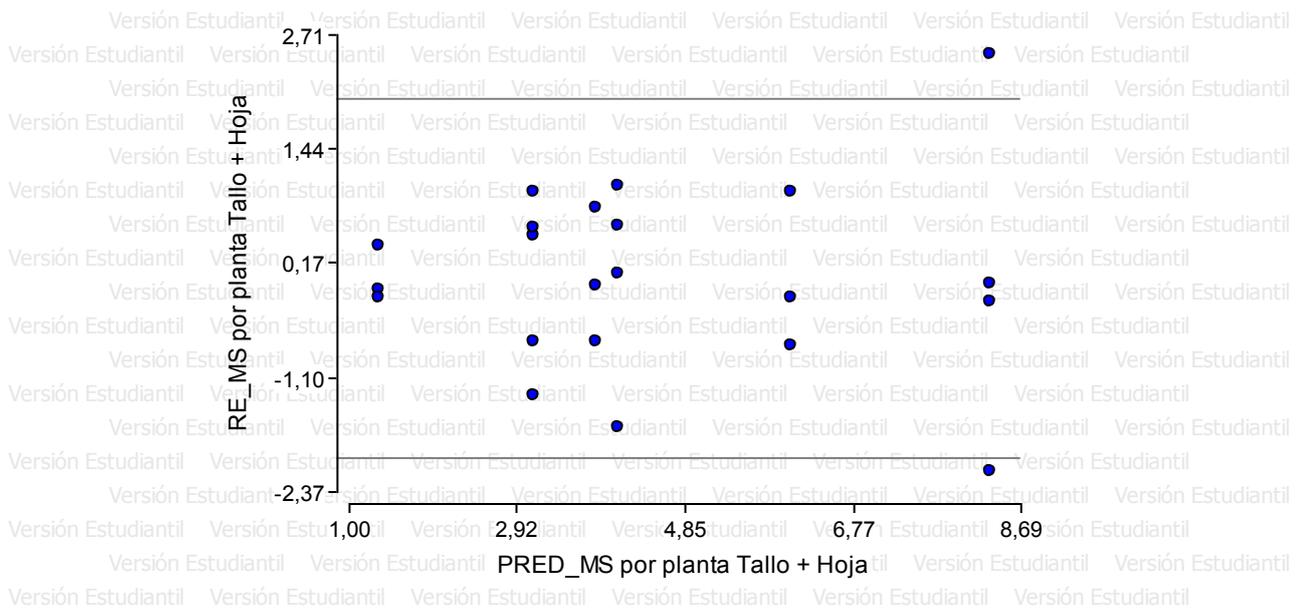


Figura 31 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de tallo y hoja por planta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS por planta Tallo + Hoja..	22	0,91	0,88	18,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	107,86	5	21,57	32,46	<0,0001
Dosis	90,66	2	45,33	68,21	<0,0001
Genotipo	10,81	1	10,81	16,27	0,0010
Dosis*Genotipo	3,75	2	1,88	2,82	0,0892
Error	10,63	16	0,66		
Total	118,49	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,90428**

Error: 0,6645 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	2,23	8	0,30	A
Dosis 1	3,96	7	0,31	B
Testigo	7,21	7	0,31	C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,74937**

Error: 0,6645 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	3,75	9	0,27	A
Tolerante	5,18	13	0,23	B

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

7.2.3 %MS en corona y raíz  
Normalidad

**Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE % MS corona + raíz	22	0,00	1,04	0,96	0,7667

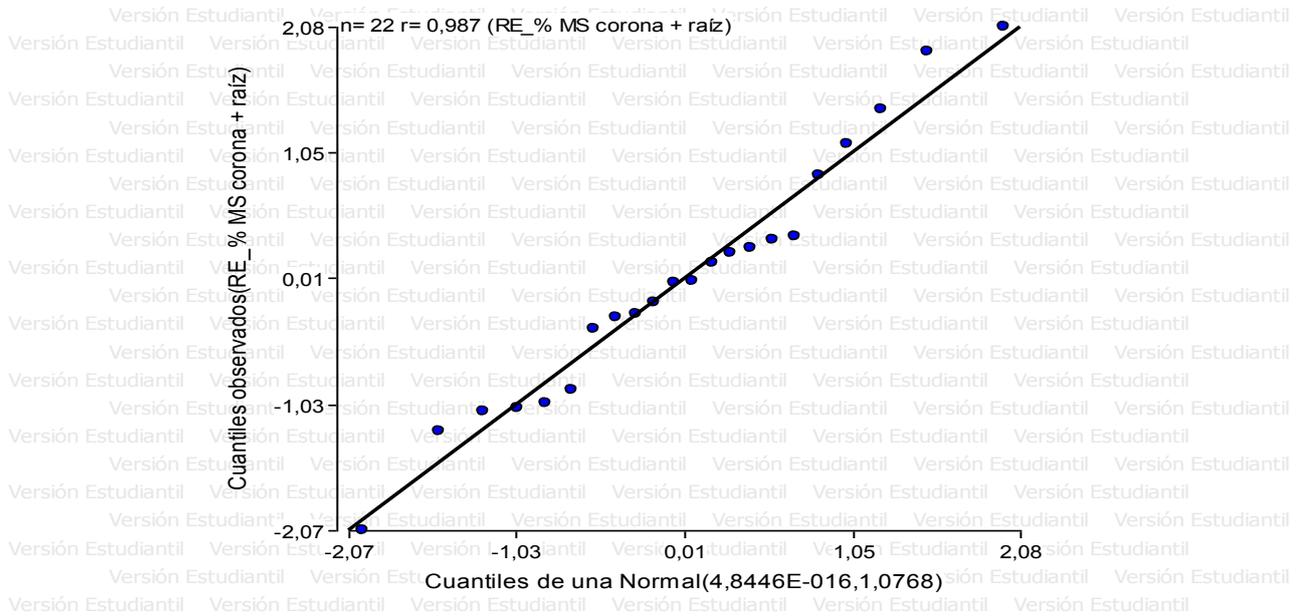


Figura 32 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable % de MS en corona y raíz.

Homocedasticidad

**Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS % MS corona + raíz	22	0,29	0,07	80,09

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,46	5	5,09	1,32	0,3044
Tratamiento	25,46	5	5,09	1,32	0,3044
Error	61,65	16	3,85		
Total	87,11	21			

“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-”

Geretto María Laura

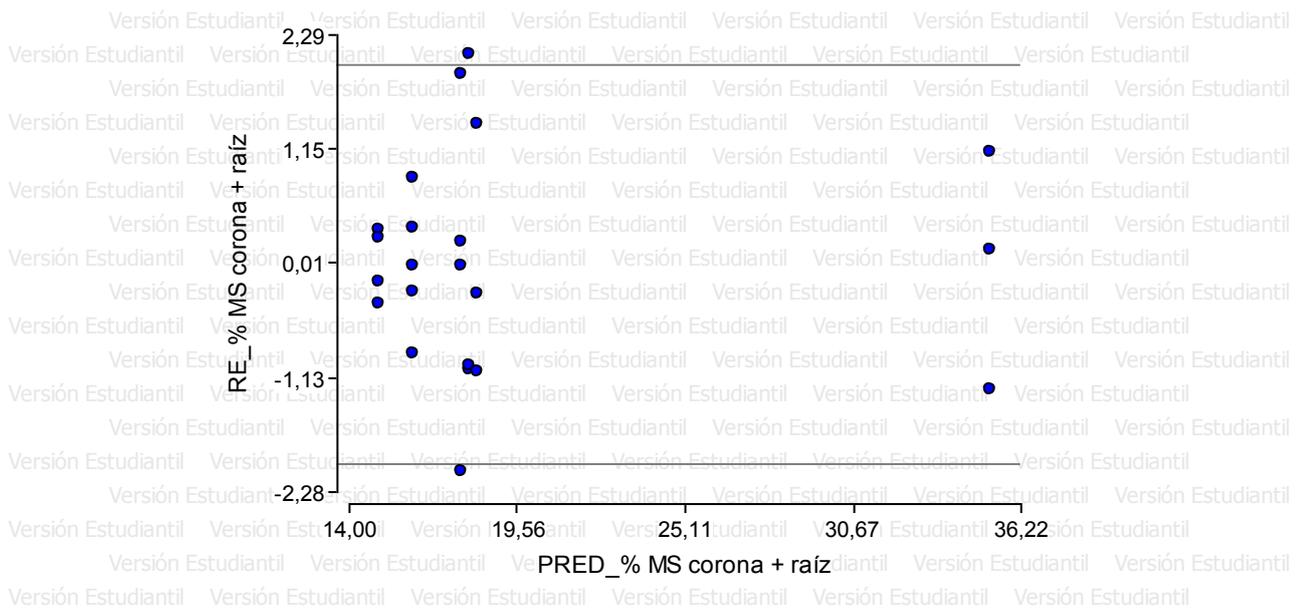


Figura 33 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable % de MS en corona y raíz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% MS corona + raíz	22	0,80	0,74	19,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	900,86	5	180,17	13,15	<0,0001
Dosis	351,87	2	175,94	12,84	0,0005
Genotipo	299,55	1	299,55	21,86	0,0003
Dosis*Genotipo	368,85	2	184,42	13,46	0,0004
Error	219,25	16	13,70		
Total	1120,11	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=5,90733**

Error: 13,7032 gl: 16

Dosis	Genotipo	Medias	n	E.E.	
Testigo	Tolerante	15,01	4	1,85	A
Dosis 2	Tolerante	16,15	5	1,66	A
Dosis 1	Tolerante	17,74	4	1,85	A
Testigo	Susceptible	18,02	3	2,14	A
Dosis 1	Susceptible	18,23	3	2,14	A
Dosis 2	Susceptible	35,21	3	2,14	B

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

7.2.4 MS de corona y raíz por planta

Normalidad

**Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE MS por pl corona +	22	0,00	1,02	0,94	0,5066

“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-”

Geretto María Laura

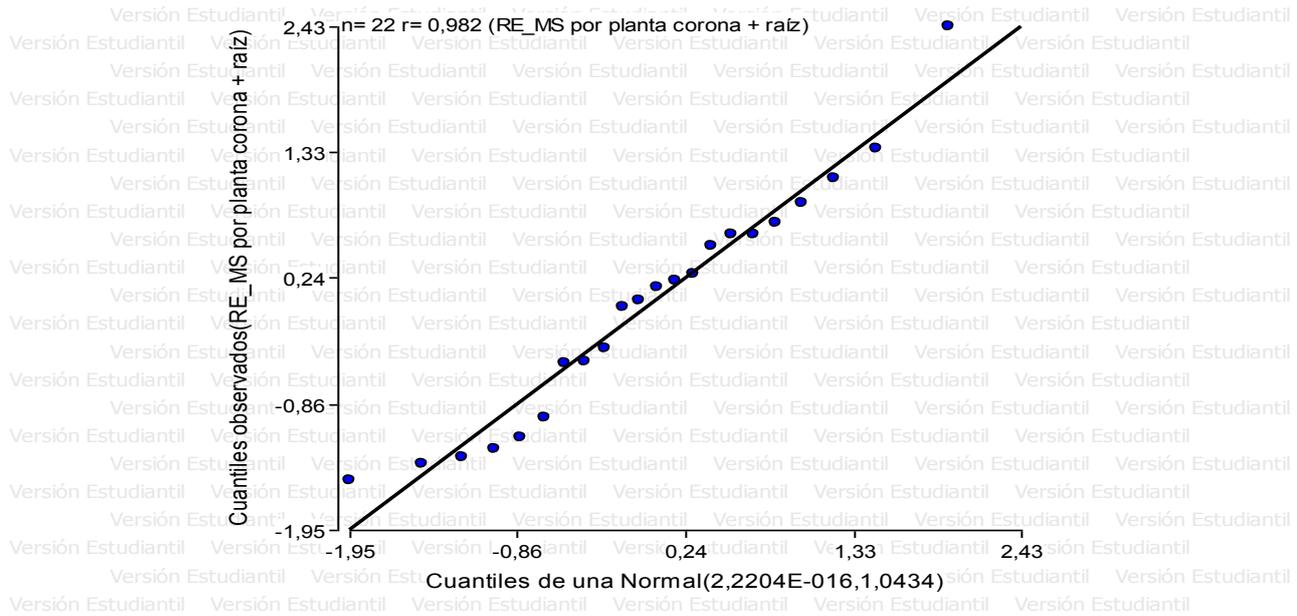


Figura 34 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de corona y raíz por planta.

**Homocedasticidad**

**Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS MS por planta corona ..	22	0,22	0,00	73,28

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	5	0,01	0,90	0,5060
Tratamiento	0,05	5	0,01	0,90	0,5060
Error	0,17	16	0,01		
Total	0,22	21			

“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-”

Geretto María Laura

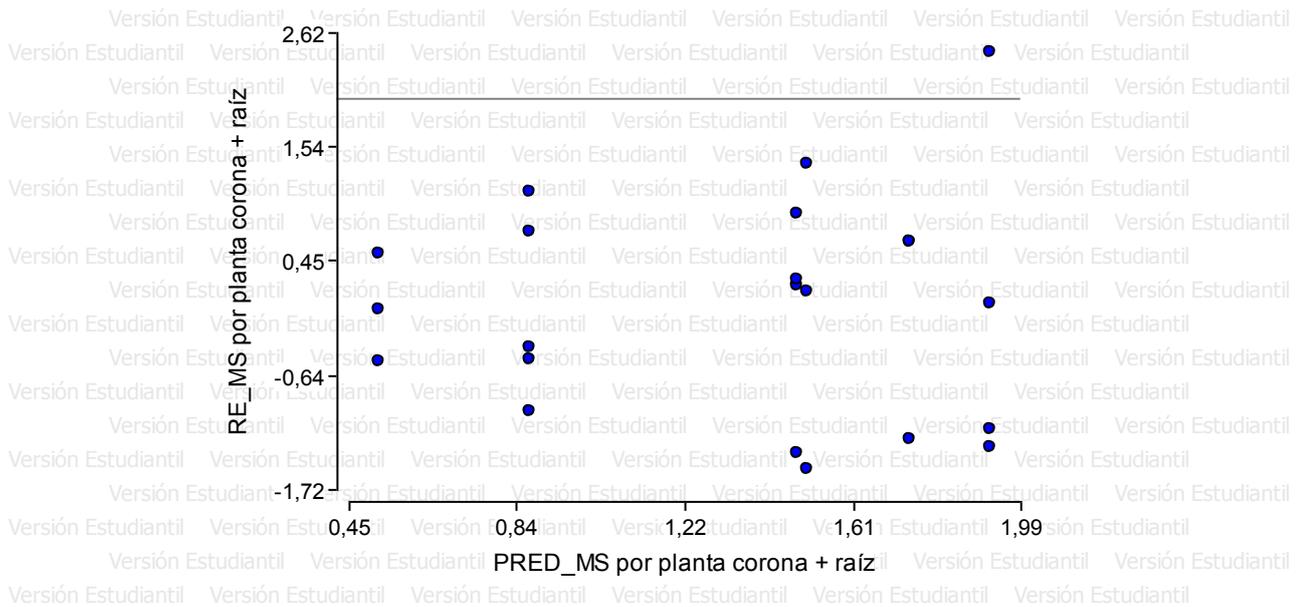


Figura 35 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de corona y raíz por planta.

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS por planta corona + raíz..	22	0,89	0,85	15,30

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,10	5	1,02	24,66	<0,0001
Dosis	4,91	2	2,45	59,30	<0,0001
Genotipo	0,15	1	0,15	3,69	0,0727
Dosis*Genotipo	0,12	2	0,06	1,45	0,2641
Error	0,66	16	0,04		
Total	5,77	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,22568**

Error: 0,0414 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	0,70	8	0,07	A
Dosis 1	1,49	7	0,08	B
Testigo	1,83	7	0,08	C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,18702**

Error: 0,0414 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	1,25	9	0,07	A
Tolerante	1,42	13	0,06	A

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

## 7.2.5 Relación MS aérea/MS radicular

### Normalidad

#### Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE Relac MS aé/MS ra.	22	0,00	1,00	0,97	0,9180

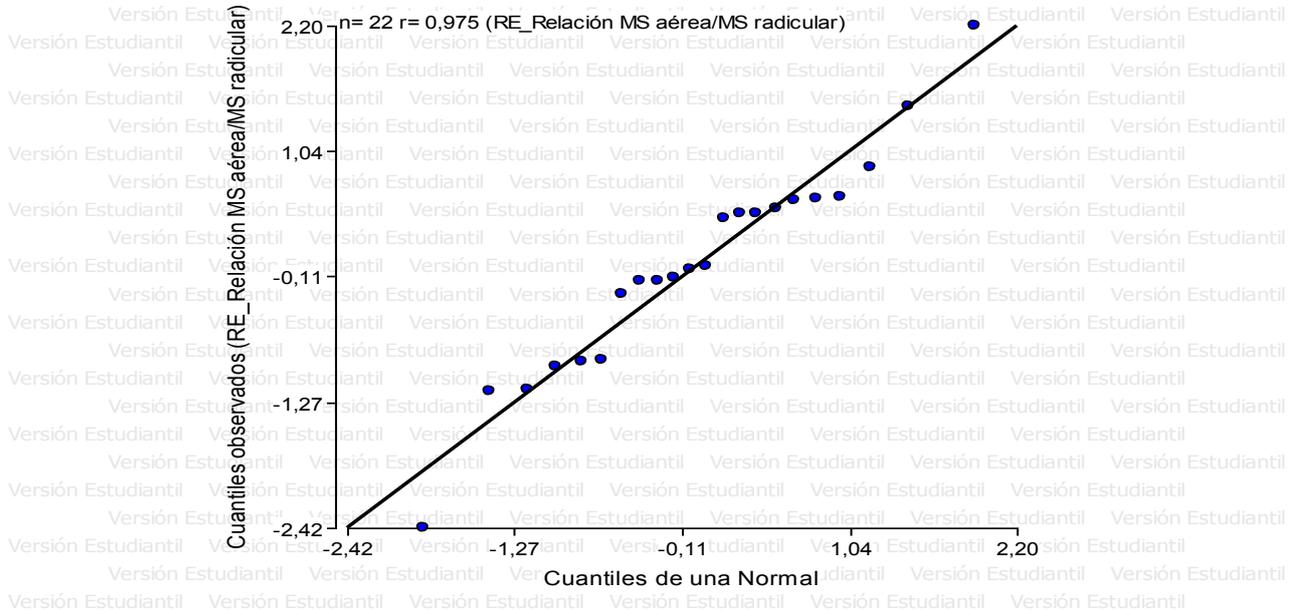


Figura 36 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable relación MS aérea/MS radicular.

### Homocedasticidad

#### Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Relación MS aé a/MS r..	22	0,32	0,11	83,03

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,31	5	0,06	1,50	0,2436
Tratamiento	0,31	5	0,06	1,50	0,2436
Error	0,67	16	0,04		
Total	0,98	21			

“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-”

Geretto María Laura

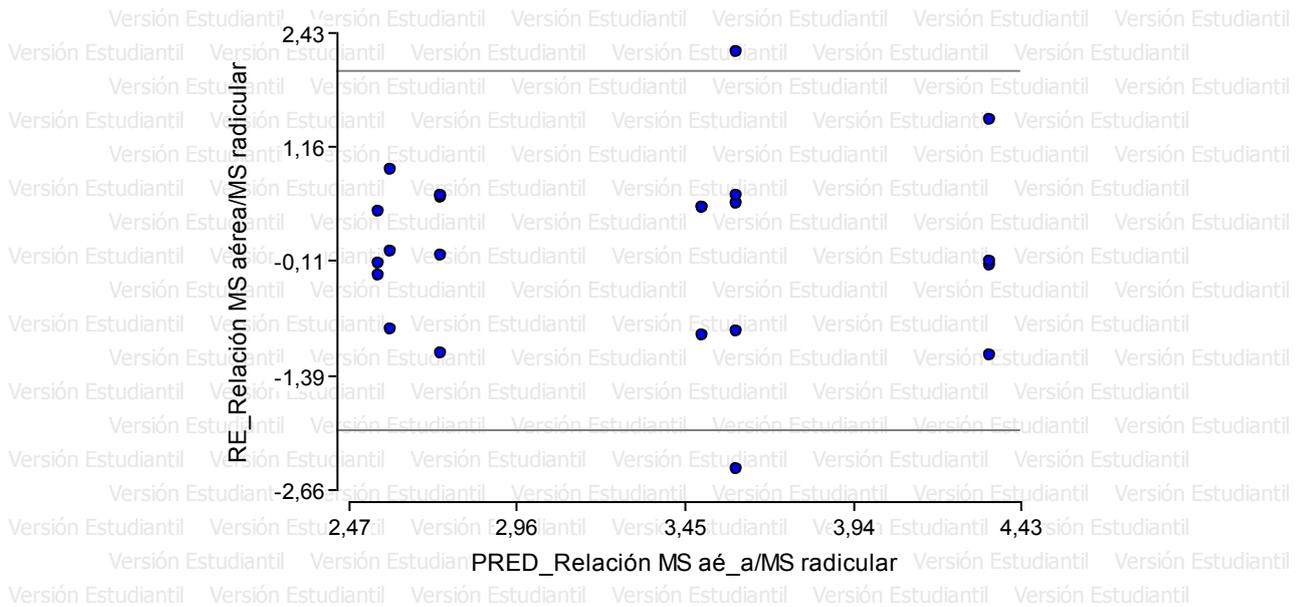


Figura 37 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable relación MS aérea/MS radicular.

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Relación MS aérea/MS radic..	22	0,80	0,74	11,56

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,35	5	1,87	12,96	<0,0001
Dosis	5,75	2	2,87	19,92	<0,0001
Genotipo	2,43	1	2,43	16,81	0,0008
Dosis*Genotipo	0,68	2	0,34	2,34	0,1284
Error	2,31	16	0,14		
Total	11,66	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,42139**

Error: 0,1443 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 1	2,65	7	0,15	A
Dosis 2	3,10	8	0,14	B
Testigo	3,92	7	0,15	C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,34920**

Error: 0,1443 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	2,88	9	0,13	A
Tolerante	3,56	13	0,11	B

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

## 7.2.6 MS de tallos por planta

### Normalidad

#### Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE MS tallo por pla..	21	0,15	0,74	0,93	0,3541

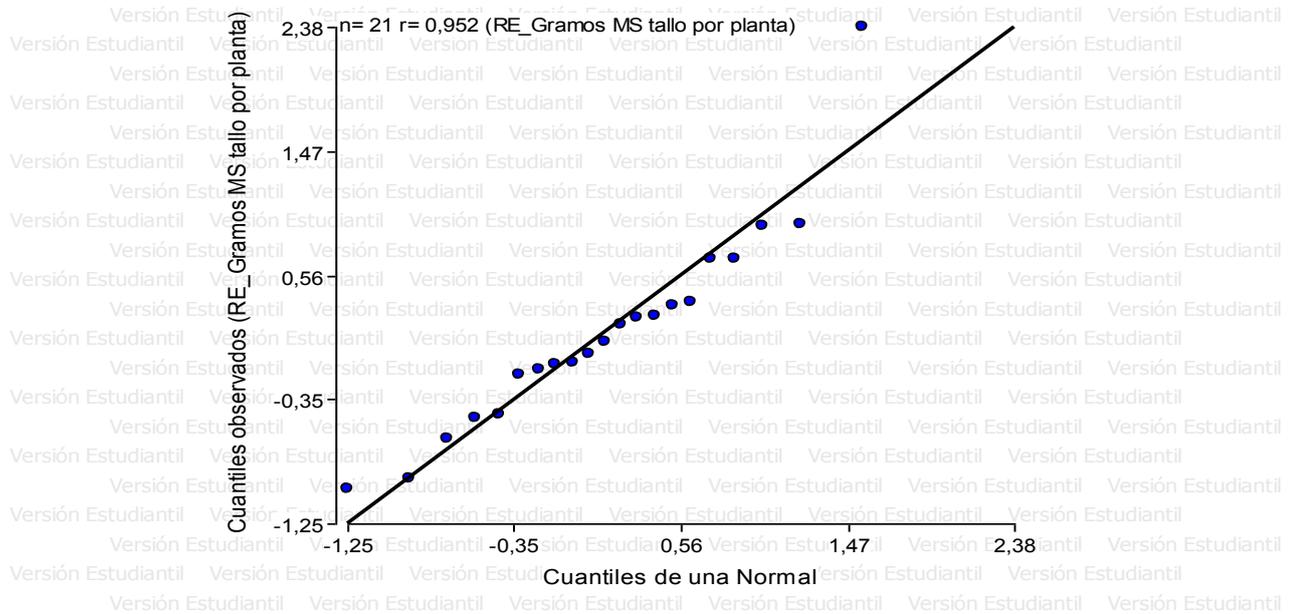


Figura 38 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de tallos por planta.

### Homocedasticidad

#### Prueba de Levene

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Gramos MS tallo por p..	21	0,32	0,09	97,17

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,32	5	0,06	1,39	0,2832
Tratamiento	0,32	5	0,06	1,39	0,2832
Error	0,68	15	0,05		
Total	1,00	20			

“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-”

Geretto María Laura

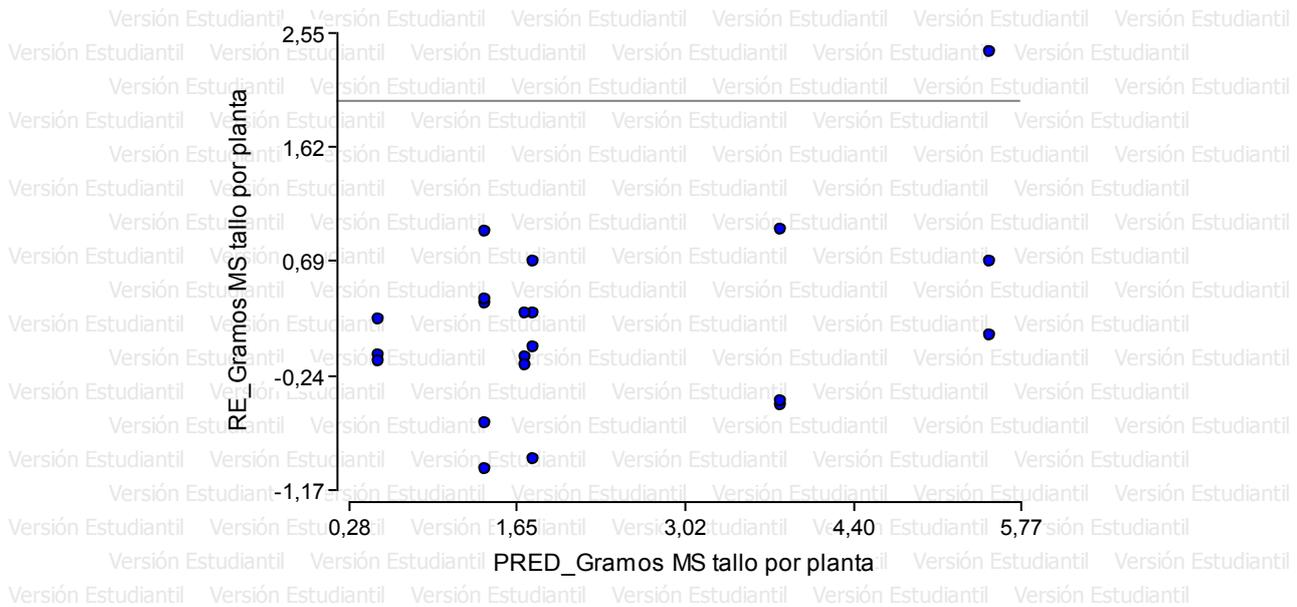


Figura 39 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de tallo por planta.

### Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gramos MS tallo por planta..	21	0,98	0,97	12,95

#### **Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62,28	5	12,46	130,29	<0,0001
Dosis	55,32	2	27,66	289,32	<0,0001
Genotipo	5,26	1	5,26	55,05	<0,0001
Dosis*Genotipo	3,51	2	1,76	18,37	0,0001
Error	1,43	15	0,10		
Total	63,72	20			

#### **Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,50813**

Error: 0,0956 gl: 15

Dosis	Genotipo	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	Susceptible	0,53	3	0,18	A
Dosis 2	Tolerante	1,39	5	0,14	B
Dosis 1	Susceptible	1,73	3	0,18	B
Dosis 1	Tolerante	1,79	4	0,15	B
Testigo	Susceptible	3,81	3	0,18	C
Testigo	Tolerante	5,95	3	0,18	D

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

### 7.2.7 MS de hojas por planta

#### Normalidad

#### **Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE MS hojas por pla..	22	0,00	1,01	0,98	0,9716

“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-”

Geretto María Laura

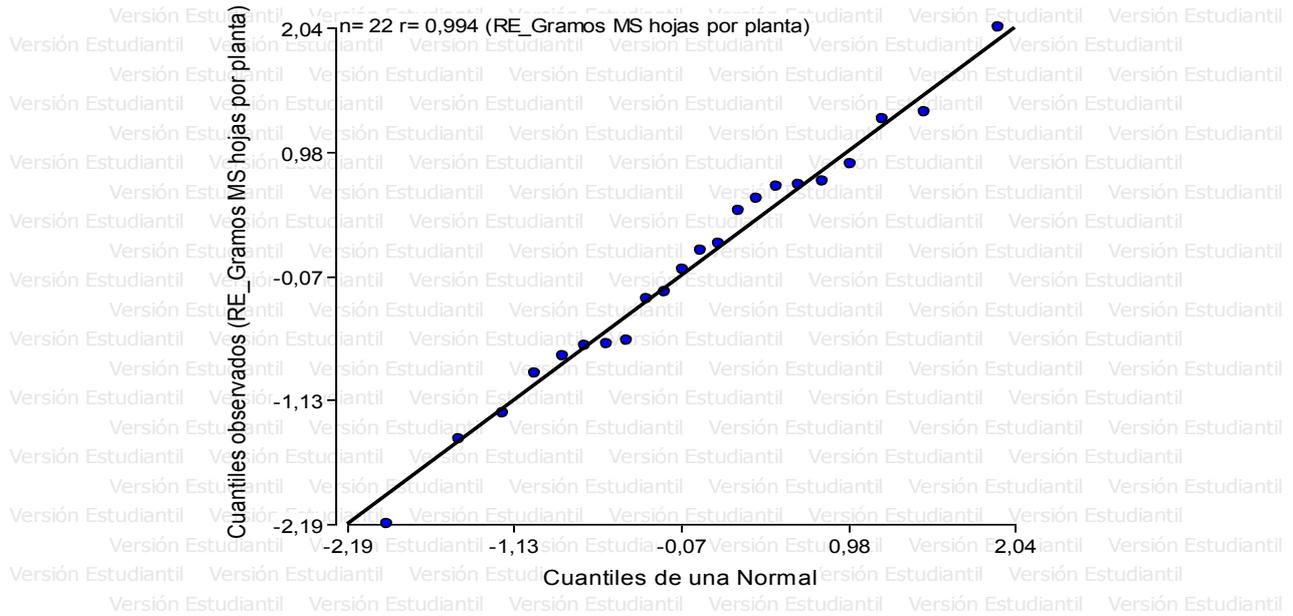


Figura 40 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable MS de hojas por planta.

**Homocedasticidad**

**Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Gramos MS hojas por p..	22	0,22	0,00	71,61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,19	5	0,04	0,88	0,5158
Tratamiento	0,19	5	0,04	0,88	0,5158
Error	0,69	16	0,04		
Total	0,87	21			

“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-”

Geretto María Laura

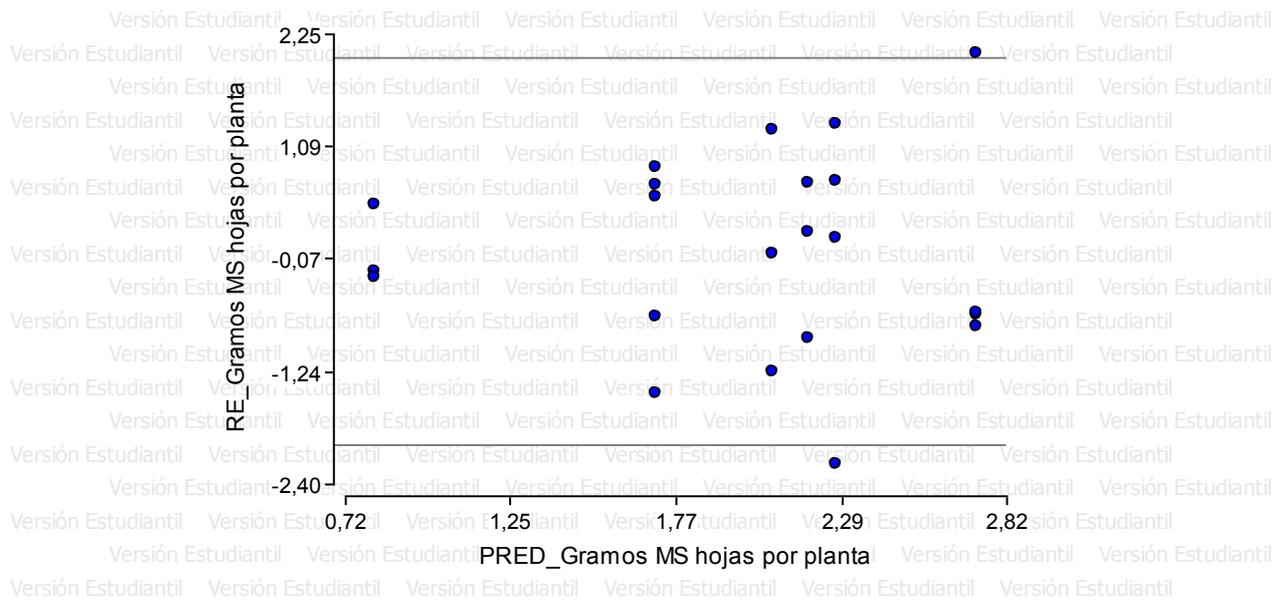


Figura 41 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable MS de hoja por planta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gramos MS hojas por planta..	22	0,72	0,64	20,68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,13	5	1,43	8,41	0,0005
Dosis	5,66	2	2,83	16,67	0,0001
Genotipo	1,54	1	1,54	9,11	0,0082
Dosis*Genotipo	0,42	2	0,21	1,24	0,3154
Error	2,71	16	0,17		
Total	9,85	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,45682**

Error: 0,1696 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	1,26	8	0,15	A
Dosis 1	2,18	7	0,16	B
Testigo	2,46	7	0,16	B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,37856**

Error: 0,1696 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	1,70	9	0,14	A
Tolerante	2,24	13	0,11	B

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

**7.2.8 Relación MS tallo/MS hoja**  
**Normalidad**

**Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RE Relación Tallo/Hoja	22	0,00	1,01	0,94	0,4848

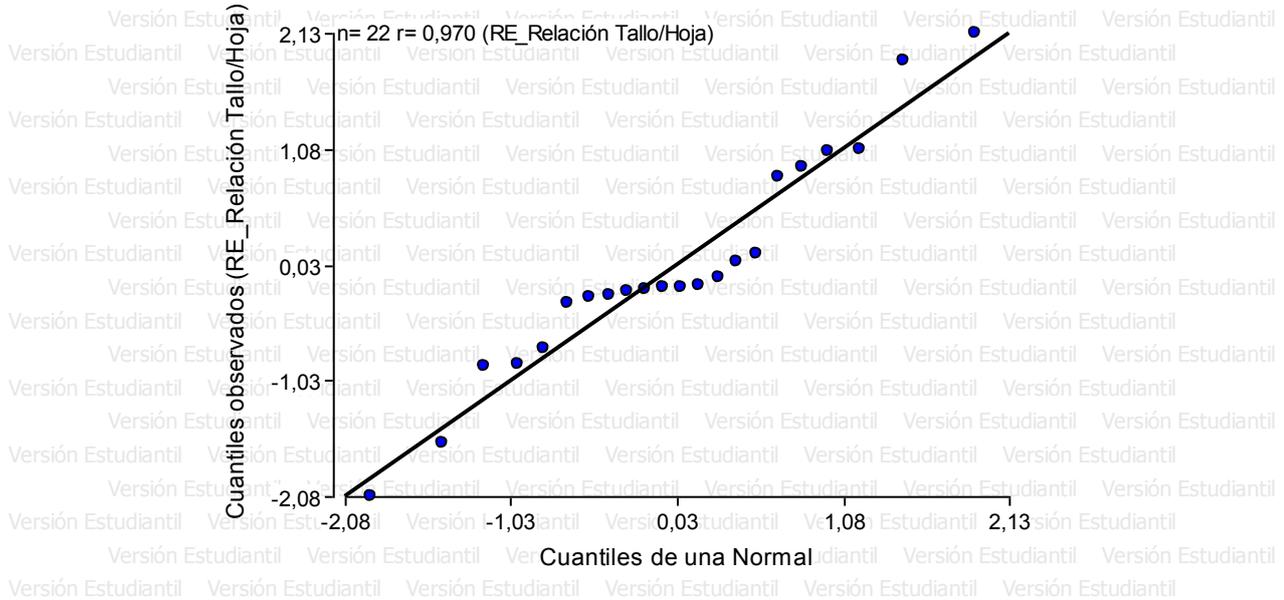


Figura 42 - Q-Q Plot probando la normalidad de la variable relación MS tallo/MS hoja.

**Homocedasticidad**

**Prueba de Levene**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RABS Relación Tallo/Hoja	22	0,41	0,23	82,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,12	5	0,02	2,23	0,1021
Tratamiento	0,12	5	0,02	2,23	0,1021
Error	0,17	16	0,01		
Total	0,29	21			

“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-”

Geretto María Laura

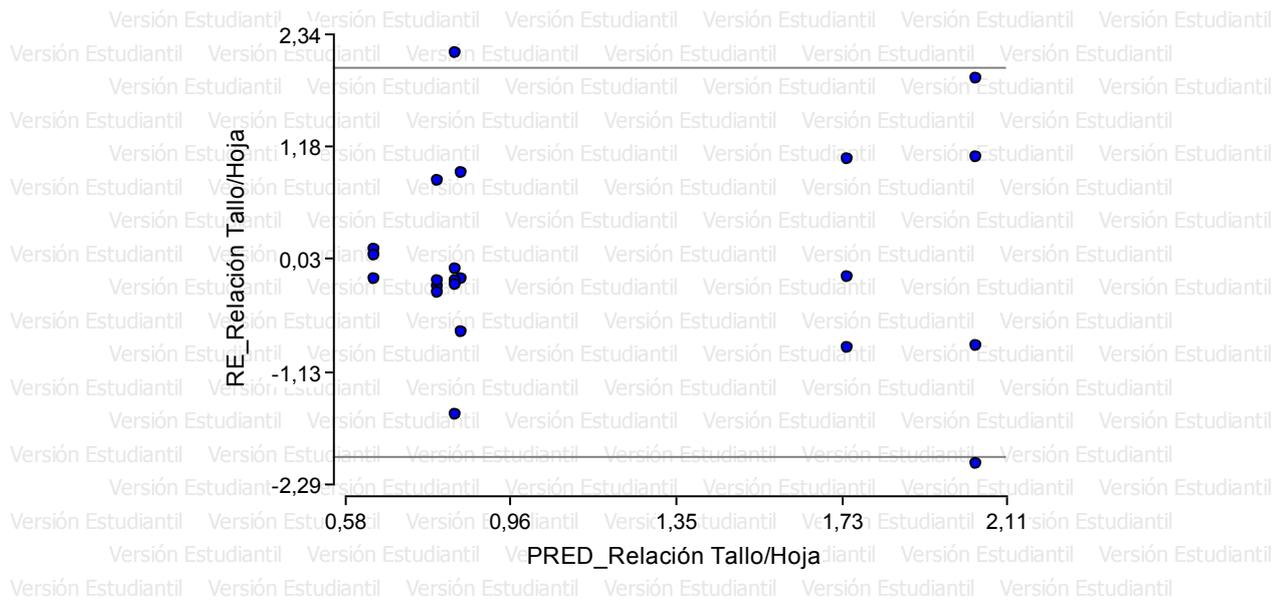


Figura 43 - Dispersión de residuos probando la homocedasticidad de la variable relación MS tallo/MS hoja.

Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Relación Tallo/Hoja	22	0,91	0,88	17,52

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,26	5	1,25	30,90	<0,0001
Dosis	5,77	2	2,89	71,18	<0,0001
Genotipo	0,11	1	0,11	2,67	0,1215
Dosis*Genotipo	0,11	2	0,05	1,34	0,2886
Error	0,65	16	0,04		
Total	6,91	21			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,22336**

Error: 0,0405 gl: 16

Dosis	Medias	n	E.E.	
Dosis 2	0,74	8	0,07	A
Dosis 1	0,82	7	0,08	A
Testigo	1,89	7	0,08	B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,18510**

Error: 0,0405 gl: 16

Genotipo	Medias	n	E.E.	
Susceptible	1,08	9	0,07	A
Tolerante	1,23	13	0,06	A

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

### 7.3 Comportamiento de los genotipos

Datos Lotus 2013	Genotipo	% MS Tallo + Hoja	%	MS Tallo + Hoja por planta (g)	%	% MS Corona + Raiz	%	MS Corona + Raiz por planta (g)	%	MS Tallo por planta (g)	%	MS Hoja por planta (g)	%	Relación MS tallo/MS hoja	%	Relación MS área/MS radicular	%
Testigo Tolerante	Tolerante	23,56	100%	8,34	100%	15,01	100%	1,92	100%	5,95	100%	2,72	100%	2,04	100%	4,34	100%
Testigo Susceptible	Susceptible	22,43	100%	6,07	100%	18,02	100%	1,74	100%	3,81	100%	2,19	100%	1,75	100%	3,5	100%
Dosis 1 Tolerante	Tolerante	28,49	121%	4,09	49%	17,74	118%	1,48	77%	1,79	30%	2,28	84%	0,8	39%	2,74	63%
Dosis 1 Susceptible	Susceptible	29,04	129%	3,83	63%	18,23	101%	1,5	86%	1,73	45%	2,08	95%	0,85	49%	2,56	73%
Dosis 2 Tolerante	Tolerante	25,94	110%	3,11	37%	16,15	108%	0,87	45%	1,39	23%	1,71	63%	0,84	41%	3,6	83%
Dosis 2 Susceptible	Susceptible	23,73	106%	1,35	22%	35,21	195%	0,52	30%	0,53	14%	0,82	37%	0,65	37%	2,59	74%
		<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>	<b>D.E.</b>	<b>%</b>
Testigo Tolerante	Tolerante	1,82	8%	1,34	16%	1,14	8%	0,3	16%	0,96	16%	0,49	18%	0,31	15%	0,36	8%
Testigo Susceptible	Susceptible	1,38	6%	0,58	10%	5,45	30%	0,18	10%	0,32	8%	0,28	13%	0,16	9%	0,25	7%
Dosis 1 Tolerante	Tolerante	1,53	6%	0,83	10%	5,19	35%	0,17	9%	0,28	5%	0,55	20%	0,1	5%	0,27	6%
Dosis 1 Susceptible	Susceptible	1,82	8%	0,5	8%	3,84	21%	0,24	14%	0,09	2%	0,42	19%	0,14	8%	0,12	3%
Dosis 2 Tolerante	Tolerante	1,88	8%	0,7	8%	2,21	15%	0,16	8%	0,34	6%	0,38	14%	0,24	12%	0,59	14%
Dosis 2 Susceptible	Susceptible	1,24	6%	0,21	3%	3,61	20%	0,09	5%	0,07	2%	0,14	6%	0,03	2%	0,28	8%

Tabla 5 - Datos del comportamiento de cada genotipo en términos porcentuales para cada variable analizada. (D.E. = Desvío estándar)

## **8. Bibliografía**

- Andrés, A.; Rosso, B. (2007). *Characterization of Lotus glaber germplasm from Buenos Aires province – Argentina*. Lotus Newsletter, 37 (1), 24.
- Araújo, S.; Beebe, S.; Crespi, M.; Delbreil, B.; González, E.; Gruber, V.; Lejeune-Henaut, I.; Link, W.; Monteros, M.; Prats, E.; Rao, I.; Vadez, V.; Vaz Patto, M. (2015). *Abiotic Stress Responses in Legumes: Strategies Used to Cope with Environmental Challenges*. Critical Reviews in Plant Sciences, 34, 237–280.
- Arbona, V.; Manzi, M.; De Ollas, C.; Gómez-Cadenas, A. (2013). *Metabolomics as a tool to investigate abiotic stress tolerance in plants*. International Journal of Molecular Sciences, 14 (3), 4885-4911.
- Bailleres, M.; Sarena, D. (2009). *Promoción estival de Lotus tenuis*. Chacra Experimental Integrada Chascomús INTA.
- Bandera, R. (2009). *Suelos afectados por sales: caracterización y recuperación mediante especies forrajeras perennes*. Revista Técnica de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, N° de Marzo, 45-47.
- Barry, T.; McNabb, W. (1999). *The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants*. The British Journal of Nutrition, 81 (4), 263–272.
- Batista, W.; Taboada, M.; Lavado, R.; Perelman, S.; León, R. (2005). *Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida*. En: Oesterheld, M.; Aguiar, M.; Ghersa, C.; Paruelo, J., (Editores). *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J. C. León*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, 113-129.
- Cahuépe, M. (2004). *Does Lotus glaber improve beef production at the Flooding Pampas?*. Lotus Newsletter, 34, 38-43.
- Cambareri, G.; Castaño, J.; Fernández, O.; Maceira, N.; Vignolio, O. (Editores) (2012) *Lotus tenuis: un recurso forrajero estratégico para la ganadería de la Pampa Deprimida*. Ediciones INTA, Buenos Aires, 48p.
- Carillo, P.; Annunziata, M.; Pontecorvo, G.; Fuggi, A.; Woodrow, P. (2011). *Salinity Stress and Salt Tolerance*. En: Shanker, A.; Venkateswarlu, B. (Editores). *Abiotic Stress in Plants - Mechanisms and Adaptations*. InTech Publisher, Rijeka, Croatia, 21-38.
- Colabelli, M.; Miñón, D. (1994). *Rendimiento y cambios botánicos de pasturas de Lotus tenuis puro y en mezcla bajo régimen de corte*. Agricultura Técnica, 54 (1), 39-45.

- De Battista, J. (2005). *Trébol de cuernitos, Trébol de cuernitos de hoja angosta*. En: Maddaloni, J.; Ferrari, L. *Forrajeras y pasturas del ecosistema Templado Húmedo de la Argentina*. Lomas de Zamora: Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 2º Edición, 289-300.
  - Díaz, P.; Borsani, O.; Monza, J. (2005). *Lotus-related species and their agronomic importance*. En: Márquez, A. *Lotus japonicus Handbook*. Springer Netherlands, 25-37.
  - Echeverría, D.; Wernli, C.; Cosio, F. (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*. Agricultura Técnica, 46 (3), 245-252.
- Escaray, F. J., Menendez, A. B., Gárriz, A., Pieckenstain, F. L., Estrella, M. J., Castagno, L. N., ... Ruiz, O. a. (2012). Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils. *Plant Science*, 182(1), 121–133. <http://doi.org/10.1016/j.plantsci.2011.03.016>
- Escaray, F. J., Pesqueira, J., Pieckenstain, F. L., Carrasco, P., & Ruiz, O. A. (2007). Taninos condensados y antocianinas en el género *Lotus*: su relación con el estrés salino en especies forrajeras para zonas marginales. *Innovación Y Tecnología Agroalimentaria*, 2, 113–123.
- Miñón, D.; Sevilla, G.; Montes, L.; Fernandez, O. (1990). *Lotus tenuis*: leguminosa forrajera para la Pampa Deprimida.
- Otero, M. J.; Hidalgo, L. (n.d.). Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales.
- Pieckenstain, F. F. L., Estrella, M. M. J., Sannazzaro, A., Menendez, A., Fracaroli, V., Castagno, N., ... Echeverría, M. (2007). *Lotus tenuis* como especie clave para la Pampa Deprimida del Salado ( Argentina ). *Lotus Newsletter*, 37(September), 74–75.
- Teakle, N. L., Amtmann, A., Real, D., & Colmer, T. D. (2010). *Lotus tenuis* tolerates combined salinity and waterlogging: maintaining O<sub>2</sub> transport to roots and expression of an NHX1-like gene contribute to regulation of Na<sup>+</sup> transport. *Physiologia Plantarum*, 139(4), 358–374.
- Teakle, N. L., Snell, A., Real, D., Barrett-Lennard, E. G., & Colmer, T. D. (2010). Variation in salinity tolerance, early shoot mass and shoot ion concentrations within *Lotus tenuis*: Towards a perennial pasture legume for saline land. *Crop and Pasture Science*, 61(5), 379–388.

“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-”

Geretto María Laura

---

Vignolo, O.;Fernandez, O. (2006). Bioecología de *Lotus glaber* Mill . ( Fabaceae ) en la Pampa Deprimida ( provincia de, *130*, 113–130.

Zamolinski, A. (2000). Experiencias en recuperación de suelos salinizados .

o