

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA  
AGRONÒMICA I DEL MEDI NATURAL



## **Evaluación del riego con agua salina en nuevas variedades de la especie cespitosa *Lolium perenne***

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERIA AGROALIMENTARIA Y DEL  
MEDIO RURAL

ALUMNO/A: FERNANDO LÓPEZ SANTANA

TUTOR/A: DIEGO GÓMEZ DE BARREDA FERRAZ

*Curso Académico: 2013-2014*

VALENCIA, SEPTIEMBRE DE 2014



## **Evaluación del riego con agua salina en nuevas variedades de la especie cespitosa *Lolium perenne***

El césped es una extensión uniforme de terreno cubierta por una cobertera herbácea, constituyendo un elemento muy importante de todo espacio verde. Puede clasificarse en 4 tipos perfectamente diferenciados: césped suntuario, deportivo, de segunda clase y césped desgastado. El aspecto del césped que principalmente importa es el aspecto estético y funcional, y no el rendimiento productivo, dicho concepto hace que sea posible admitir aguas residuales con una determinada concentración de sales para su uso en el riego de céspedes.

El objetivo del presente trabajo final de grado es la evaluación del comportamiento de 4 variedades (V1, V2, Paragon GLR y CT7) de la especie cespitosa *Lolium perenne* (Raygrass inglés), frente a distintos niveles de salinidad (Control = 0.83, 3, 5, 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup>) tanto en la fase de germinación, como de emergencia y de césped adulto. Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo un experimento en laboratorio para ver cómo afectan los niveles de salinidad a la tasa y velocidad de germinación y emergencia del césped, y posteriormente ver la evolución del césped adulto con riegos salinos. La tasa de germinación resultó idéntica en las variedades V1, Paragon GLR y CT7 a cualquiera de los niveles de salinidad testados, la variedad V2 fue un poco más sensible. La tasa de emergencia fue idéntica en las variedades V1 y Paragon GLR, a excepción de la variedad V2 y CT7 que presentaron una tasa de emergencia ligeramente menor cuando se riega con aguas salinas. La velocidad tanto de germinación como de emergencia sí que se vio afectada por la salinidad en todas las variedades, sobre todo a 5, 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> tardando unos 2 y 2,5 días más respectivamente en germinar y emerger. En el césped adulto se llegó a la conclusión de que, a medida que aumenta el nivel de salinidad de agua de riego el aspecto del césped se ve más deteriorado, siendo destacable que con 3 dS.m<sup>-1</sup> se podría regar hasta la novena semana en todas las variedades, a 5 dS.m<sup>-1</sup> se podría regar hasta en torno a 7 u 8 semanas y con 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> no conviene regar nunca ya que a partir de la tercera semana los céspedes se ven muy afectados (con la excepción de la variedad V2 que resiste hasta 7 semanas con 7 dS.m<sup>-1</sup> y 5 semanas con 9 dS.m<sup>-1</sup>).

Palabras clave: Césped, emergencia, germinación, raygrass inglés, salinidad.

Alumno:  
Fernando López Santana

Tutor:  
Diego Gómez de Barreda Ferraz

**Valencia, Septiembre de 2014**

## **Evaluation of irrigation with saline water on new varieties of the turfgrass species *Lolium perenne***

The turfgrass lawn is a uniform area of land covered by a herbaceous cover, and it constitutes an important element of any green space. It can be classified into 4 clearly distinguished types: sumptuary turfgrass, sports turfgrass, second class and damaged turfgrass. Regarding the grass, it is the appearance of the lawn as well as its functional aspect what really matters never focusing attention on the yield. Nevertheless, this is the concrete concept to deal with: the possibility of using wastewaters with a certain concentration of salts to water the lawns.

The aim of this Bachelor's Degree essay is the evaluation of the performance of 4 different varieties (V1, V2, CT7 and Paragon GLR) of the turfgrass species *Lolium perenne* (perennial ryegrass), against different levels of salinity (Control = 0.83, 3, 5, 7 and 9 dS.m<sup>-1</sup>) at the stage of germination, emergency and adult turfgrass. For the realization of this essay, a laboratory experiment has been carried out to see how the salinity levels affect the rate and the speed of germination and emergence of the grass, and then see the evolution of the adult turfgrass with saline irrigation. The germination rate was identical in the V1, the Paragon GLR and the CT7 to any other varieties tested with salinity levels, whereas the V2 cultivar was slightly more sensitive. The emergence rate was identical in the GLR Paragon and V1 varieties, except the V2 and the CT7 variety which showed a slightly lower emergency when irrigated with saline water. The speed of both germination and emergency was affected by salinity in all varieties, especially with 5, 7 and 9 dS.m<sup>-1</sup> taking about 2 and 2.5 more days respectively to germinate and emerge in comparison with control water. As for the adult turfgrass, it was concluded that, the more the salinity level of irrigation water was increased, the more damaged the turf-grass looked. It is also remarkable that the tested varieties could even being irrigated all with 3 dS.m<sup>-1</sup> up to the ninth week, or with 5 dS.m<sup>-1</sup> up around 7 or 8 weeks, but they never should be irrigated with 7 and 9 dS.m<sup>-1</sup> since from the third week were seriously damaged (with the exception of the cultivar V2 which resists up to 7 weeks with 7 dS.m<sup>-1</sup> and up to 5 weeks irrigated with 9 dS.m<sup>-1</sup>).

Keywords: Turfgrass, emergency, germination, perennial ryegrass, salinity.

Student:  
Fernando López Santana

Tutor:  
Diego Gómez de Barreda Ferraz

**Valencia, September de 2014**

Doy infinitas gracias...

A todas la personas que participaron e hicieron posible este proyecto,

a mis compañeros por estos años inolvidables,

a mi familia,

y en especial a mis padres, sin la ayuda de los cuales este proyecto no hubiese sido posible.

A todos ellos gracias por su apoyo y enseñanza.

# ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1. Definición de césped</b> .....	1
<b>1.2. Tipos de césped y usos más comunes</b> .....	2
<b>1.3. Raygrass inglés (<i>Lolium perenne</i>)</b> .....	2
<b>1.4. Riego y salinidad</b> .....	3
1.4.1. Riego con aguas salinas .....	5
1.4.2. Salinidad en el césped .....	7
<b>2. OBJETIVO</b> .....	11
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	12
<b>3.1. Material vegetal empleado</b> .....	12
<b>3.2. Ensayo de germinación</b> .....	12
<b>3.3. Ensayo de emergencia</b> .....	14
<b>3.4. Ensayo en césped adulto</b> .....	16
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	20
<b>4.1. Ensayo de germinación</b> .....	20
4.1.1. Tasa de germinación .....	20
4.1.2. Velocidad de germinación .....	21
<b>4.2. Ensayo de emergencia</b> .....	22
4.2.1. Tasa de emergencia .....	22
4.2.2. Velocidad de emergencia .....	24
<b>4.3. Ensayo en césped adulto</b> .....	25
4.3.1. Evolución del aspecto general del césped adulto .....	26
4.3.2. Agua de constitución de las hojas .....	32
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	35
<b>6. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	36

## Índice de figuras

Figura 1: Campo de golf con césped utilitario o deportivo .....	1
Figura 2: <i>Lolium perenne</i> .....	3
Figura 3: Problemas de hongos por exceso de agua.....	4
Figura 4: Efecto del riego con aguas salina.....	7
Figura 5: Tolerancia a la salinidad de las especies cespitosas.....	9
Figura 6: Efecto de la salinidad en <i>Lolium perenne</i> .....	10
Figura 7: Semillas de <i>Lolium perenne</i> .....	12
Figura 8: Conductímetro “CONSORT C860 .....	13
Figura 9: Cámara de crecimiento con las placas Petri.....	14
Figura 10: Estufa “HERAEUS.....	14
Figura 11: Balanza electrónica “OHAUS SCOUT PRO.....	15
Figura 12: Bandejas de alveolos con la siembra de las variedades de <i>Lolium perenne</i> .....	16
Figura 13: Alveolos etiquetados.....	17
Figura 14: Suelos y recipientes .....	18
Figura 15: Embudo Büchner .....	18
Figura 16: Conductímetro “CRISON .....	19
Figura 17: Tasa de germinación.....	20
Figura 18: Velocidad de germinación .....	21
Figura 19: Semillas de <i>Lolium perenne</i> durante la germinación.....	22
Figura 20: Tasa de emergencia.....	23
Figura 21: Diferencia en la tasa de emergencia a distintos niveles de salinidad en la Var. V2 ..	23
Figura 22: Velocidad de emergencia.....	24
Figura 23: Test de emergencia a 9 dS.m <sup>-1</sup> .....	25
Figura 24: Aspecto general de la variedad V1 al riego con aguas salinas .....	26
Figura 25: Aspecto general de la variedad V2 al riego con aguas salinas .....	27
Figura 26: Aspecto general de la variedad PARAGON GLR al riego con aguas salinas .....	28

Figura 27: Aspecto general de la variedad CT7 al riego con aguas salinas .....	29
Figura 28: Aspecto general de CT7 una semana tras el primer riego a $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .....	30
Figura 29: Aspecto general de CT7 nueve semanas tras el primer riego a $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .....	31
Figura 30: Agua de constitución de las hojas.....	32
Figura 31: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (V1).....	33
Figura 32: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (V2).....	33
Figura 33: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (Paragon GLR)...	34
Figura 34: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (CT7).....	34

## **Índice de tablas**

Tabla 1: Especies cespitosas de clima templado y clima cálido .....	1
Tabla 2: Riesgo de salinidad en aguas de riego.....	5
Tabla 3: Análisis químico del agua mineral natural .....	13
Tabla 4: Nivel de salinidad acumulada en el suelo tras los nueve riegos.....	26



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. DEFINICIÓN DE CÉSPED

El césped es una extensión uniforme de terreno cubierta por una cobertera herbácea (Hessayon, 2001), constituyendo un elemento muy importante de todo espacio verde. La mayoría de las especies vegetales formadoras de céspedes (Tabla 1) pertenecen a la familia de las Poáceas (antes Gramíneas).

El césped ha de formar un manto verde, de forma que se mantenga igualado, además de conformar un entorno en armonía con el medio que lo rodea (flores, árboles y arbustos...). La siembra y mantenimiento del césped parece una tarea simple, pero es necesario disponer de unos conocimientos fundamentales y constancia en su cuidado.

Tabla 1: Especies cespitosas de clima templado y clima cálido.\*Utilizada en este trabajo.

CLIMA TEMPLADO	CLIMA CÁLIDO
<i>Lolium perenne</i> *	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Festuca arundinacea</i>	<i>Paspalum vaginatum</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Pennisetum clandestinum</i>
<i>Festuca ovina</i>	<i>Zoysia japonica</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	
<i>Agrostis tenuis</i>	
<i>Poa pratensis</i>	
<i>Poa trivialis</i>	

Hessayon (2001) dice que el césped además de función estética, debe poseer resistencia a condiciones de pisoteo, especialmente en los ámbitos de uso deportivo donde su intensidad de uso es mucho mayor, resistencia a plagas y a otros factores abióticos como la salinidad. Dichas cualidades es posible cumplirlas con la selección de las especies y variedades en función del destino final del césped, las cuales se pueden sembrar en forma pura o agrupadas en mezclas.



Figura 1: Campo de golf con césped utilitario o deportivo.

Fuente: <http://www.intersemillas.es>

## 1.2. TIPOS DE CÉSPED Y USOS MÁS COMUNES

Según Hessayon (2001), el césped puede clasificarse en 4 tipos perfectamente diferenciados en función de su morfología y uso:

- ✓ Césped de primera clase o “suntuario”: Es inconfundible, su aspecto aterciopelado es producto de dos factores. En primer lugar, está formado por gramíneas compactas de follaje fino, como puede ser el género *Agrostis* y del género *Festuca*, como la *Festuca rubra*. Y en segundo lugar, el césped se mantiene tupido segándolo regularmente a poca altura con lo que se impide el crecimiento de gramíneas más gruesas que acabarían con las de follaje fino. Su carácter es principalmente ornamental por lo que no está indicado para ser pisado.
- ✓ Césped de primera clase “utilitario” o “deportivo”: Es un césped en el que domina el *Lolium perenne* (raygrass inglés), y otras especies cespitosas de hoja ancha. Este no presenta una apariencia estética comparable con la de un césped suntuario, pero si lo que se desea es un césped no sólo para contemplarlo sino para hacer vida en él, se necesita un césped utilitario. Una ventaja importante, es la capacidad que presenta de resistir un exceso en su abonado y algunos errores en su mantenimiento, por ejemplo, la siega, sin deteriorarse demasiado.
- ✓ Césped de segunda clase: La inmensa mayoría de los céspedes comúnmente utilizados son de segunda clase, aunque constituyen una cubierta de gramíneas satisfactoria presentan algunos problemas (musgos, lombrices, malas hierbas, superficies uniformes, etc.). Es el césped que más se suele ver en los jardines.
- ✓ Césped desgastado: Este tipo de césped se distingue fácilmente de los anteriores, es un césped que está en muy mal estado, la característica principal es la ausencia de gramíneas cespitosas deseables. Las gramíneas cespitosas han sido reemplazadas por el musgo, gramíneas toscas, malas hierbas de hoja ancha o el suelo desnudo.

## 1.3. RAYGRASS INGLÉS (*LOLIUM PERENNE*)

El *Lolium perenne* (Figura 2) es la más difundida de todas las cespitosas, y en la cual se ha realizado un trabajo de mejora genética más intenso.

Según Monje (2002), es nativa de Europa y del Este de Asia, aunque otros autores como Beard (1998), la sitúan originariamente en regiones del sur de Europa, regiones templadas de Asia occidental y alrededor del mar Mediterráneo y norte de África. Beard, además, sugiere que debido a su adaptación limitada a la sombra, se originaron en áreas marginales de los bosques de dichas regiones.

El *Lolium perenne* suele adaptarse a cualquier terreno pero le son propicios los fértiles y bien drenados. No sucede igual con la falta de agua, ya que esta especie posee una baja tolerancia a la sequía (Monje, 2002).

Autores como Merino y Ansonera (1998) citan que las múltiples variedades existentes de *Lolium perenne*, se pueden encontrar en mezclas con otras especies y variedades cespitosas en superficies deportivas.

Monje (2002) cita como principales cualidades que es de germinación muy rápida, fácil instalación y buena resistencia al pisoteo, además de poseer una buena agresividad, perennidad y tolerancia al frío. Además, comenta que algunas variedades permiten una siega bastante baja, del orden de 6 mm sin que la planta se vea resentida y que su tolerancia a la salinidad es moderada, llegando a resistir hasta  $10 \text{ dS.m}^{-1}$  según la variedad empleada.



Figura 2: *Lolium perenne*.

#### 1.4. RIEGO Y SALINIDAD

Monje (2002) define el agua como el elemento de vida en la planta que transporta los nutrientes, hace geminar las semillas, varía las temperaturas evitando el estrés a la planta, es mediador para que los fungicidas, insecticidas y otros fitosanitarios se disuelvan o mezclen con ella y así facilitar la aplicación de estos a la planta, etc.

La considera de vital importancia para el buen desarrollo del césped, pero en su justa medida. No debe abusarse de ella por ser un recurso limitado, pero además, en el césped su exceso provoca grandes problemas de hongos (Figura 3). Por ello conviene ajustar el riego para aportar al césped la cantidad precisa de agua que necesite para su desarrollo.

El riego será, pues, variable dependiendo de:

- Las condiciones climáticas del lugar.
- La época del año.
- El tipo de césped.
- La exposición solar y la orientación del césped.



Figura 3: Problemas de hongos por exceso de agua. Fuente: <http://jardinplantas.com/>

El agua que llega al césped, ya sea por lluvia o riego, se infiltra en el terreno, la que no lo hace se pierde por escorrentía. El riego en césped debe ser el adecuado, que esté el suelo a capacidad de campo, de esta forma la planta no realiza ningún esfuerzo adicional a la hora de absorber el agua. En dicho caso, el suelo es favorable para que la planta se desarrolle satisfactoriamente, ya que encuentra en el suelo agua suficiente y con una fuerza de retención mínima que permite su fácil absorción por las raíces de la planta, del mismo modo el suelo se encuentra lo suficientemente aireado para que la respiración radicular sea la adecuada.

Otra situación sería que el contenido de agua en el suelo puede descender por debajo de la capacidad de campo, es en este caso cuando se hace más difícil la absorción del agua por parte de las raíces, teniendo que realizar la planta un esfuerzo grande para la absorción y afectando negativamente a la planta hasta el punto de poder experimentar ésta un estado de marchitez que en muchos casos puede conllevar la posterior muerte de la planta.

No obstante, Monje (2008) comenta que también se debe tener en cuenta la presión osmótica de la solución del suelo, que es un factor a tener en consideración para el suministro de agua a la planta, dicho factor es muy importante ya que este influye en la resistencia a la absorción, dado que el paso de agua del suelo a la raíz es un fenómeno osmótico; de ahí el efecto de sequía fisiológica que se produce en los suelos que presentan una elevada salinidad.

Autores como Allison *et al.* (1982) citan que aunque las aguas salinas son propias de zonas áridas y semiáridas, también en las áreas costeras de regiones húmedas pueden haber riegos con aguas salinas cuando la capa freática es elevada, o se produce la intrusión de agua marina en acuíferos sobreexplotados.

También es posible que el aire en las proximidades costeras pueda transportar y depositar sales al suelo. En cualquier caso la salinidad de un suelo se corrige anulando la causa que la origina, y lavando el suelo con agua de calidad, es decir, exenta de sales. Tal y como se indica en la tabla 2.

Un aspecto a tener en cuenta según los estudios realizados por Pessarakli y Kopec (2008) en cuanto a los efectos por estrés hídrico, es que estos no afectan de la misma manera a las especies cespitosas si estos son debidos a la sequía, o por el contrario, lo son al riego con

aguas salinas, resultando que, la reducción de la longitud de brotes es más pronunciada en condiciones de sequía que en comparación con el estrés por salinidad.

Tabla 2: Riesgo de salinidad en aguas de riego. Fuente: <http://www.semillasfito.com/>

Riesgo	Sales disueltas (mg.L <sup>-1</sup> )	Conductividad eléctrica (dS.m <sup>-1</sup> )	Necesidades de lavado
Bajo	160	0,25	Las propias del riego.
Medio	160-480	0,25-0,75	Moderadas.
Alto	480-1.440	0,75-2,25	Requiere buen drenaje y moderado lavado.
Muy alto	>1.440	>2,25	Excelente drenaje y lavado en exceso.

Monje (2008) define la conductividad eléctrica como el parámetro que nos da una idea del contenido total de sales del agua de forma rápida y sencilla, ya que aporta una medida indirecta de la cantidad de sales que contiene. Además, comenta que un alto nivel de sales en la solución del suelo obliga a la planta a utilizar mucha energía para la absorción de agua, en detrimento del crecimiento. Por otro lado, cuanto más cantidad de sales contenga el agua la conductividad eléctrica será mayor, aunque se tiene que tener en cuenta la temperatura a la hora de realizar la medición, dado que cuanto mayor temperatura mayor será el valor. Las medidas que presenten valores por debajo de 0,7 dS.m<sup>-1</sup> no deberían presentar problemas de uso, y probablemente aguas con valores superiores a 3 dS.m<sup>-1</sup> mostrarán problemas debiéndose manejar con ciertos programas de mantenimiento, otros autores sin embargo plantean que agua de menos de 1,2 dS.m<sup>-1</sup> no suelen dar problemas, pero por el contrario aguas por encima de 2,5 dS.m<sup>-1</sup> no son aconsejables para el riego.

#### 1.4.1. Riego con aguas salinas

Una alternativa al riego con agua procedente de la red de abastecimiento, o de la captación de pozos, es el riego con agua residual. Aunque dicho uso no representa una gran parte de la superficie regada, existe un gran potencial de crecimiento para la reutilización de este tipo de agua. Principalmente motivado por el coste superior del agua proveniente de otros proveedores, además, de por la posibilidad de seleccionar especies cespitosas que toleran un agua de menor calidad (Monje 2008), aunque autores como Marcum (2004) también achacan el uso de este tipo de aguas a factores como el rápido crecimiento de la población urbana sobre todo en regiones áridas donde el problema de suelos y aguas salinas es mayor, junto con los suministros limitados de agua dulce de los que se dispone, haciendo también que esta necesidad se vea aumentada. Los problemas de salinidad en el césped según autores como McCarty y Dudeck (1993) también se están volviendo graves en las zonas costeras, donde las crecientes



demandas sobre los acuíferos de agua dulce están dando lugar a la intrusión de agua salada, obligando con ello también al uso de otras fuentes alternativas de riego.

Marcum (2004) comenta que en muchos lugares han puesto restricciones en el uso de agua potable para el riego del césped, lo que lleva a tener que emplear otras fuentes de agua alternativas, y por lo general, de peor calidad; como las citadas aguas residuales u otros tipos de agua como aguas subterráneas salobres, aguas regeneradas, etc. Monje (2008) comenta que este tipo de aguas tiene más futuro en el ámbito ornamental que en el agrícola, ya que es el aspecto estético y funcional, y no el rendimiento productivo, el criterio más importante a tener en cuenta en el proceso de selección de plantas ornamentales, incluyendo en el término plantas ornamentales las especies formadoras de céspedes. Dicho concepto hace que sea posible admitir aguas residuales con una determinada concentración de sales para su uso en el riego de céspedes, ya que aun reduciendo, por este motivo, el crecimiento de las plantas, esta característica no afecta, en la mayoría de los casos, a sus cualidades y funciones visuales.

Resumiendo lo anterior, la salinidad es el parámetro más importante a tener en cuenta en el riego dado que indicará la idoneidad de un agua de riego; ya que, el agua de riego aporta continuamente sales al suelo, pudiendo ir acumulándose estas hasta alcanzar un nivel perjudicial para los céspedes. La velocidad de acumulación de éstas comenta Monje (2006) que dependerá fundamentalmente de dos factores, la cantidad de sales aportadas por el agua de riego, y la cantidad de sales eliminadas por lavado de suelo.

Si un suelo se riega de forma continuada con agua salina, éste acabará por salinizarse convirtiéndose en un suelo salino, entendiéndose por suelo salino aquel que contiene sales solubles en tal cantidad que alteran desfavorablemente su productividad (Allison *et al*, 1982). El problema de la salinidad del suelo es muy importante en todo el mundo, con casi el 10% de la superficie total de la tierra afectada y aumentando debido al riego y lenta salinización de los suelos, esto hace que la necesidad de especies cespitosas tolerantes a la sal sea cada vez más necesaria (Marcum, 2004).

En cuanto a las sales Allison *et al*. (1982), consideran que los efectos más dañinos que se producen en las plantas son los ocasionados por las sales solubles, considerando a dichas sales las más importantes, ya que estas son las que se encuentran en la disolución del suelo y están disponibles para la absorción por parte de la planta, mientras que las sales más insolubles precipitan y no están disponibles para la absorción por parte de la planta.

Entre las principales sales solubles, destacan:

- Las sales de cloruro y sulfato de sodio y magnesio, así como los carbonatos de sodio y calcio.
- Otros iones como bicarbonatos, boratos y nitratos, que deben tenerse en cuenta para un adecuado desarrollo del cultivo en suelos salinos.

Los suelos salinos se encuentran principalmente en zonas de clima árido o semiárido, donde la evaporación es mayor que la precipitación. En climas húmedos, las sales solubles originalmente presentes en los materiales del suelo, generalmente son llevadas a las capas inferiores, donde se pierden hacia aguas subterráneas para acabar en los océanos. Por lo cual los suelos salinos no existen en las regiones húmedas (Allison *et al*, 1982).

El problema de salinidad de mayor importancia económica se presenta cuando a consecuencia del riego, un suelo no salino se convierte en salino debido a la deposición de sales del agua de riego (Figura 4).



Figura 4: Efecto del riego con aguas salina. Fuente: Monje, 2002.

#### 1.4.2. Salinidad en el césped

En condiciones normales, la concentración de las sales en la disolución del suelo es baja, e inferior a la que existe en el interior de la planta, pero si esta concentración se ve incrementada, se producirá el fenómeno de presión osmótica comentado anteriormente por el cual se dificulta la absorción de agua por parte de las raíces de la planta.

##### ➤ Tolerancia a la salinidad de las especies cespitosas

La tolerancia a la salinidad de las especies cespitosas es un fenómeno complejo influenciado por diversos factores (Marcum, 2004), entre los cuales se puede citar:

- a) Por lo que respecta a la edad de la planta, Marcar (1987), determinó que el ranking de tolerancia a la sal en relación a las fases de germinación y crecimiento difería, las especies empleadas en su estudio mostraron ser relativamente insensibles al NaCl hasta  $20 \text{ dS.m}^{-1}$  durante la germinación, pero a concentraciones más altas si presentaron problemas, además, conforme aumentaba el crecimiento vegetativo la tolerancia a la sal disminuía, pero en contraposición a estos resultados obtenidos por Marcar (1987) citan los autores Horst y Dunning (1989) que las semillas en germinación son más susceptibles a estrés por salinidad, aunque hay que tener en cuenta que estos autores utilizaron unos niveles de salinidad muy elevados estando entre los 12 y  $24 \text{ dS.m}^{-1}$ . Otros autores como Hughes *et al.* (1975) también comentan que la tolerancia a la salinidad a menudo difiere con la etapa de desarrollo de la planta.

- b) Además, autores como Harivandi (1988) exponen que la salinidad también afecta a factores edáficos, influyendo en la respuesta de las plantas a la salinidad. Sí esta es debida a un exceso de sodio, la arcilla se dispersa bloqueando los poros de drenaje, produciendo la compactación del suelo y el posible encharcamiento (Allison, 1982), con el consiguiente efecto sobre el césped (falta de aireación de las raíces, apariciones de musgo, etc.).
- c) Según Maas (1986), climáticamente, la temperatura y la humedad relativa también pueden influir en la respuesta de la planta a la salinidad. Marcum (2004), cita el ejemplo de que las plantas son más sensibles a la salinidad en condiciones cálidas y secas, que bajo las húmedas y frescas, achacando dicha hipótesis a la probabilidad de una mayor demanda de evapotranspiración en condiciones cálidas y secas, favoreciendo el aumento de la absorción de sal.
- d) Davison (1971), cita que un exceso de sal puede afectar a las plantas (incluyendo dentro del término plantas a las especies cespitosas) causándoles un estrés osmótico debido a la toxicidad de iones específicos como los de cloro y sodio, pero además, también se ven afectadas por un desequilibrio de los nutrientes afectando esto a la permeabilidad de la planta y por lo tanto a la evapotranspiración de esta, termino clave en la resistencia a la salinidad de las plantas, ya que si la planta no transpira esta no puede adsorber agua y termina por desecarse y morir.
- e) Las especies y variedades cespitosas presentan diversos niveles de tolerancia a la salinidad (Figura 5). Marcar (1987) afirma, que la variación intra e interespecífica de tolerancia a la sal es significativa, en particular durante la germinación. Una posible causa de esta variación según Borowski (2008) que realizó unos estudios sobre la tolerancia a distintos niveles de salinidad de 4 especies de gramíneas, son los cambios en el contenido de iones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  y prolina en las hojas durante el crecimiento de las plantas en condiciones de salinidad, teniendo la prolina un papel especial en el ajuste osmótico en las primeras semanas de crecimiento, mientras que más tarde su papel se ve disminuido en beneficio de los iones de cloruro. Rogers *et al.* (1997) también han correlacionado estos iones con la tolerancia a la salinidad entre los distintos géneros de plantas.



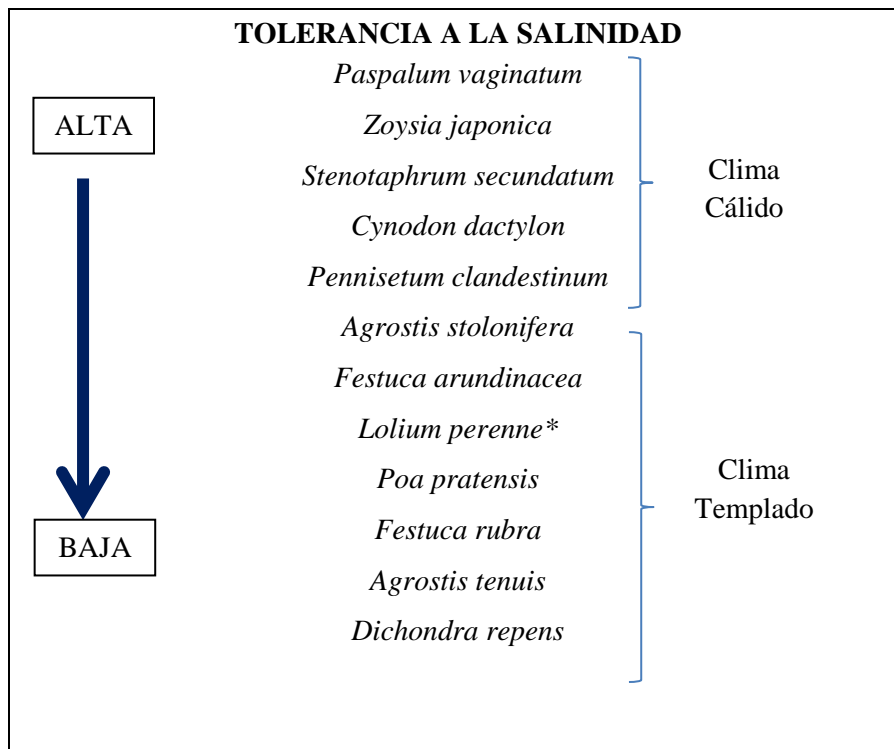


Figura 5: Tolerancia a la salinidad de las especies cespitosas. \*Utilizada en el ensayo

Dentro de la especie *Lolium perenne* habrá variedades más o menos resistentes a la salinidad, pero como se puede ver en la figura 5, *Lolium perenne* presenta un nivel de tolerancia a la sal medio, pero de los más altos dentro de las especies de clima templado.

- f) También se sabe que los cambios en el contenido de agua en el suelo tienen un efecto directo sobre la salinidad radicular. De hecho, la salinidad del suelo varía con el tiempo, aumentando a medida que el suelo se seca entre riegos, y también a medida que aumenta la profundidad, siendo más alta en la parte inferior de la raíz (Maas, 1986).

➤ Efectos por salinidad sobre las especies cespitosas

Como efectos perjudiciales por los que se puede observar que un césped está afectado por salinidad se pueden citar:

- En plantas desarrolladas el césped toma un color verde azulado o verde grisáceo antes de empezar a secarse.
- Las sales directamente también son tóxicas para los céspedes, produciendo el quemado de la hoja y el debilitamiento del césped. Se observa una hoja de color amarronado que ha perdido su contenido en agua y se ha secado (Figura 6).
- Retraso en la geminación y posterior desarrollo de la plántula, como indica Marcar (1987) que llevo a cabo un estudio sobre la tolerancia a la sal en el género *Lolium* (raygrass) durante la fase de germinación, con resultados que indicaban que el efecto de aguas salinas sobre las semillas causaban retraso en la germinación de la semilla y la reducción de la tasa de germinación. Además, los autores Jing *et al.* (2009) añaden que

en todas las especies cespitosas con el aumento del nivel de salinidad el porcentaje final de germinación y la tasa de germinación se ven notablemente reducidas.

- d) Reducción de agua aprovechable para la utilización de la planta. Según indica Borowski (2008), un nivel creciente de salinidad afecta de manera significativa al número de raíces producidas, la longitud de raíz más larga, y la longitud del coleóptilo de todas la especies que estudio. Teoría apoyada también por los autores Jing *et al.* (2009) que llevaron a cabo un estudio sobre los efectos de la salinidad en el crecimiento vegetativo de especies cespitosas de clima templado, coincidiendo en sus resultados con los de Borowski (2008).

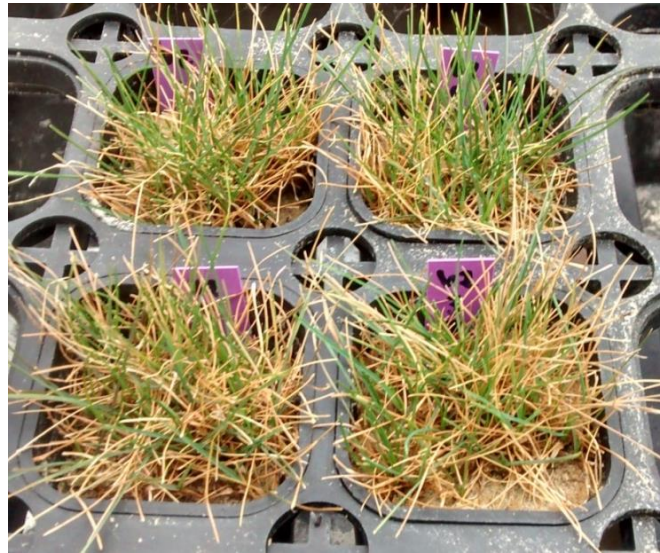


Figura 6: Efecto de la salinidad en *Lolium perenne*.

Las técnicas sobre el manejo del césped (riego, fertilización, siega, frecuencia de corte, aireado, etc.) son fundamentales en la lucha contra la salinidad. Sin embargo, como los problemas de salinidad van en aumento, a largo plazo la solución será el desarrollo de especies cespitosas más tolerantes a la salinidad (Marcum, 2004).

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo final de grado es la evaluación del comportamiento de 4 variedades (V1, V2, Paragon GLR y CT7) de la especie cespitosa *Lolium perenne* (Raygrass inglés), frente a distintos niveles de salinidad (Control = 0.83, 3, 5, 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup>) tanto en la fase de germinación, como de emergencia y de césped adulto.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIAL VEGETAL EMPLEADO

Para la realización del trabajo han sido necesarias semillas de la especie cespitosa *Lolium perenne* (Figura 7), de 4 variedades V1, V2, Paragon GLR y CT7 procedentes de la empresa “Semillas Dalmau S.L”.



Figura 7: Semillas de *Lolium perenne*

#### 3.2. ENSAYO DE GERMINACIÓN

Lo primero que se realizó fue el trabajo de germinación en laboratorio. Se realizó en el laboratorio de fitotecnia situado en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural de la Universidad Politécnica de Valencia. Los pasos a seguir fueron los siguientes:

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Fueron necesarias 80 (4 variedades x 5 niveles de salinidad x 4 repeticiones) placas Petri de plástico de 9 cm de diámetro. Se rotularon cada una de las placas Petri con su respectiva variedad, nivel de salinidad y número de repetición.

Por otro lado se contaron las semillas en grupos de 100 semillas libres de cualquier impureza y guardaron en 80 tubos Eppendorf también nombrados con la variedad. Se continuó con la preparación de las concentraciones salinas, para ello fue necesaria un agua Control, que fue un agua comercial (Fuente Primavera) cuyo análisis químico se puede ver en la tabla 3, y la cual poseía una salinidad de  $0,83 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Con la ayuda de 5 recipientes cuadrangulares de 0,5 litros de capacidad se realizaron las demás concentraciones, añadiendo sal común y midiendo el nivel de salinidad con un conductímetro fijo “CONSORT C860” (Figura 8) cuyas especificaciones técnicas son una conductividad de  $0 - 1.000 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$  y precisión de  $0,01 \text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Tabla 3: Análisis químico del agua mineral natural.

Concentración de iones (en mg.L <sup>-1</sup> )	
Bicarbonatos	297,2
Sulfatos	43,9
Cloruros	35,8
Calcio	88,7
Magnesio	23,4
Sodio	18,6
Sílice	7,1



Figura 8: Conductímetro “CONSORT C860”

Una vez preparadas las disoluciones, se procedió a coger un papel de filtro “FILTER-LAB” de 9 cm de diámetro, empapararlo en la disolución correspondiente con ayuda de unas pinzas y una vez humedecido colocarlo en la base de la placa Petri pertinente, para posteriormente colocar las semillas correspondientes previamente guardadas en los tubos Eppendorf sobre el papel de filtro. A continuación, con ayuda de una pipeta de 10 mL y una propipeta se añadió 2 mL más de la disolución sobre las semillas, para con ayuda de una pinza extenderlas sobre la base del papel de filtro humedecido y evitar el contacto entre ellas. A continuación se procedió a tapar la placa Petri y sellarla con parafilm para evitar que se desecase.

Este proceso se realizó con las 80 placas Petri. Una vez todas preparadas se anotó la hora a la que se introdujeron en una cámara de crecimiento “SANYO MLR-350H” (Figura 9), con unas dimensiones de 76x70 cm y 183 cm de altura, capacidad efectiva de 294 litros, un rango de temperaturas de entre 0 y 50°C y provista de 15 tubos fluorescentes de 40W con un rango de iluminación entre 0 y 2.000 lx. Las condiciones a las que se preparó la cámara de crecimiento fueron: 16 horas de oscuridad a 15°C y 8 horas de luz a 25°C. Se utilizaron dichos rangos de luz y temperaturas porque son los indicados por Besnier (1988) para este tipo de ensayos.

Una vez introducidas las placas Petri en la cámara de crecimiento, se determina diariamente durante 2 semanas sobre la misma hora en que estas se introdujeron en la cámara, el número de semillas germinadas realizando el siguiente proceso:

Se destapa la placa Petri, se cuentan las semillas germinadas eliminándolas y se anota, y por último se vuelve a tapar la placa sellándola con parafilm para evitar que se deseeque.

Todo el proceso de germinación se realiza 2 veces para corroborar que los resultados obtenidos son fiables y no ha habido ningún tipo de contaminación en las placas Petri o anomalías en las semillas que puedan afectar a los datos reales.



Figura 9: Cámara de crecimiento con las placas Petri.

- ❖ Otros materiales empleados: sal común, pinzas, 2 vasos de precipitados de 250 mL, una pipeta de 10 mL y una propipeta, bolsas de plástico, rotuladores permanentes, tijeras, etiquetas...

### 3.3. ENSAYO DE EMERGENCIA

Esta fase del trabajo también fue llevada a cabo en el laboratorio de fitotecnia anteriormente mencionado. En primer lugar se recogieron 10 kg de suelo arenoso (90% arena con granulometría de 0,6 mm, 10% turba) y se secó durante 4 días a 70°C en estufa “HERAEUS” (Figura 10), cuyas dimensiones son de 100x70 cm y 75 cm de altura con un rango de temperaturas de entre 10 y 250°C.



Figura 10: Estufa “HERAEUS”



Al igual que en la fase anterior, el diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones, lo primero fue numerar y nombrar cada uno de los 80 vasitos de plástico con un volumen de 180 mL que se utilizaron durante este proceso con su respectiva variedad, nivel de salinidad y número de repetición.

Posteriormente con una balanza electrónica “OHAUS SCOUT PRO” (Figura 11), cuyas características son una precisión de 0,01 g y un peso máximo de 2.000 g. Se pesaron y añadieron 100 g del suelo secado anteriormente en cada vasito y se apartaron. Se prosiguió contando 80 grupos de 25 semillas, y se almacenaron en 80 tubos Eppendorf previamente nombrados con la variedad correspondiente. El siguiente paso fue la preparación de las disoluciones salinas del mismo modo que en la fase anterior, pero en este caso se utilizó 5 recipientes cuadrados de 2,5 litros de capacidad, dado que las necesidades hídricas en esta fase iban a ser mayores.



Figura 11: Balanza electrónica “OHAUS SCOUT PRO”

Una vez preparado todo este material el paso siguiente fue, dentro de los vasitos que se tenían apartados con 100 g de suelo, introducir las semillas almacenadas en los tubos Eppendorf y 20 g más de suelo extra para cubrir las semillas. Por último se realizó, con ayuda de una probeta de 50 mL, el riego de los vasitos con 32 mL de la disolución correspondiente cada uno.

Teniendo ya los vasitos totalmente listos, se procedió a meterlos en la misma cámara de crecimiento que las placas Petri de la fase anterior y en las mismas condiciones anteriormente descritas, anotando evidentemente la hora a la que se introdujeron.

Una vez introducidos los vasitos en la cámara de crecimiento, se determina diariamente durante 2 semanas sobre la misma hora en que estos se introdujeron en la cámara, el número de semillas emergidas realizando el siguiente proceso:

Se observa cada vasito se cuentan los brotes emergidos y se anota, pero no se eliminan los brotes, así diariamente y anotando los brotes nuevos que aparecen cada día. Durante este proceso, los días 5 y 9, se realizó con la ayuda de una pipeta de 10 mL y una propipeta unos riegos de 10 y 8 mL respectivamente, para evitar que el suelo se desecase.

Todo el proceso de emergencia se realiza una segunda vez por los mismos motivos indicados en el apartado anterior.

- ❖ Otros materiales empleados: sal común, 2 vasos de precipitados de 250 mL, una pipeta de 10 mL y una propipeta, bolsas de plástico, rotuladores permanentes, etiquetas...

### 3.4. ENSAYO EN CÉSPED ADULTO

Para llevar a cabo la evaluación de la salinidad en césped adulto lo primero que se realizó fue una siembra. Este proceso comenzó en un invernadero (de estructura metálica recubierto por placas de polietileno) perteneciente a la ETSIAMN de la UPV, situado en la partida de Vera (Termino municipal de Valencia), cuyas características son:

- Dimensiones: 20 x 8 m y 2,5 m de altura.
- Rango de temperaturas (Temperatura ambiente).

El diseño experimental fue de bloques al azar con 4 repeticiones. Allí, lo primero fue sembrar 60 alveolos de polietileno (Figura 12) de cada variedad, indicando el nombre de dicha variedad en el alveolo y utilizando 40 Kg del mismo sustrato empleado en la fase de emergencia. Se regaron durante dos meses, mediante riegos automáticos por micro aspersión de 2 minutos de duración cada 6 horas, y además, se realizaban 2 siegas semanales con tijeras cortacésped Bosch para ir rebajando su altura y que el césped se estableciera.



Figura 12: Bandejas de alveolos con la siembra de las variedades de *Lolium perenne*

Una vez pasado los 2 meses se seleccionaron los 20 mejores alveolos de cada variedad y fueron llevados a un invernadero de cristal perteneciente a la UPV, situados también en la partida de Vera (Termino municipal de Valencia), cuyas características son:

- Dimensiones: 30 x 8 m y 3 m de altura.
- Una temperatura media de 23,5°C y una HR media del 70%, cerrando ventanas automáticamente si la temperatura baja de 16°C y abriéndolas si sube de 27°C en cuyo caso además se activa el *cooling system*.

Una vez en su nueva ubicación, se dejaron un par de semanas para que se adaptasen a las nuevas condiciones, con 2 riegos semanales manuales con regadera y con agua procedente de la red de abastecimiento del propio invernadero, cuya conductividad es 0,83 dS.m<sup>-1</sup>. Los alveolos



fueron situados en 5 bandejas, cada bandeja correspondía a una salinidad (Control = 0.83, 3, 5, 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ ) y en ella había 4 grupos, cada grupo era una variedad con 4 repeticiones, cada alveolo fue marcado con una etiqueta indicando el número de repetición, la variedad y la salinidad. Debajo de las bandejas se situaron unos recipientes rectangulares de 60 x 40 cm y 20 cm de altura para evitar mojar y ensuciar la bancada donde estaban situadas (Figura 13).



Figura 13: Alveolos etiquetados.

A partir de la tercera semana se empezó a realizar un riego por sumersión semanal, durante 9 semanas. Para ello se utilizó un cubo circular de 15 litros de capacidad, en el que se introducía una cantidad de 6,5 litros agua y se dejaban los alveolos sumergidos durante un minuto, así para las 5 bandejas, pero cada una con su correspondiente salinidad. Para agilizar el proceso se calculó con ayuda de un conductímetro fijo “CONSORT C860” y una balanza electrónica “OHAUS SCOUT PRO” la cantidad de sal necesaria para conseguir la conductividad eléctrica correspondiente en cada caso con un volumen de 6,5 litros de agua procedente del invernadero. Durante este proceso, el riego perteneciente a Control se realizó con el agua del invernadero, ya que poseía la misma conductividad eléctrica que el agua mineral de Fuente Primavera.

Por otro lado, al mismo tiempo que cada semana se realizaba el riego se iba evaluando uno por uno los alveolos en función del aspecto estético del césped, en una escala del 1 al 9, donde 9 significa un césped de color verde intenso y en perfectas condiciones, y 1 significaba muerto, totalmente seco y de color marrón.

Una vez llegado el último riego, se esperó una semana para realizar la evaluación pertinente y ya no se regó, para así poder segar la parte aérea de los alveolos a ras del suelo con ayuda de unas tijeras, se guardó lo segado de cada alveolo en un sobre previamente pesado y marcado con la variedad, repetición y nivel de salinidad. Una vez realizado el proceso con los 80 alveolos, los sobres fueron llevados al laboratorio de fitotecnia de la ETSIAMN, donde se pesó con balanza electrónica “OHAUS SCOUT PRO” cada sobre para obtener el peso en fresco de las hojas. Posteriormente los sobres se metieron en estufa “HERAEUS” durante 3 días a 70°C para que las hojas perdiesen el agua y se volvió a pesar para obtener el peso seco y por diferencia de pesos obtener el agua de constitución de las hojas.

Durante el proceso anterior se guardó de cada bandeja un alveolo de cada variedad, en total 4 alveolos de cada una de las salinidades. Fueron llevados al laboratorio de fitotecnia de la ETSIAMN, allí se filtró el suelo con ayuda de un tamiz de 250 mm de diámetro y una luz de paso de 4 mm para eliminar las impurezas y se guardó en 5 bolsas de plástico, cada bolsa

correspondía a un nivel de salinidad. Dichas bolsas fueron llevadas al laboratorio de edafología perteneciente a la ETSIAMN para realizar un análisis de contenido de sales que tenía el suelo, siguiendo el siguiente proceso:

1. Colocar unos 250 g de suelo en 5 recipientes de cerámica (Figura 14) pesados en una balanza electrónica “AND EK-610i” cuyas características son: peso máximo de 600 g, mínimo de 0,5 g y precisión de 0,01 g.



Figura 14: Suelos y recipientes.

2. Añadir agua destilada a la muestra hasta que se alcance la saturación. En el punto de saturación no debe aparecer agua libre en la superficie, la pasta es brillante a la luz, fluye lentamente cuando el recipiente se inclina y se desliza sobre la espátula sin dejar mancha.
3. Dejar reposar la muestra tapada con papel de aluminio durante 4 horas.
4. Transferir la pasta del suelo saturada a un embudo Büchner, vertiéndola sobre el papel de filtro colocado en el embudo y aplicar el vacío con ayuda de un motor eléctrico modelo “SK” de 1 CV de potencia a 1.400 rpm. Recoger el extracto sobre un tubo de ensayo colocado en el interior del kitasato y que se apoye sobre la salida del embudo (Figura 15).



Figura 15: Embudo Büchner.

5. Medir la conductividad eléctrica del extracto con conductímetro “CRISON” (Figura 16) con una precisión de 0,01  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Figura 16: Conductímetro “CRISON”

- ❖ Otros materiales empleados: sal común, 2 vasos de precipitados de 250 mL, bolsas de plástico, rotuladores permanentes, etiquetas, 80 sobres de papel, 5 papeles de filtro de 20 cm de diámetro, 2 vasos de precipitados de 250 mL, una probeta de 50 mL, bolsas de plástico, rotuladores permanentes, tijeras, etiquetas, espátulas...

En los 3 experimentos, la comparación entre las medias obtenidas de los diferentes parámetros evaluados se analizó mediante ANOVA con el programa informático “STATGRAPHICS Centurion”.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se mostrarán 3 apartados en los que se abordará y comentará toda la información obtenida en los ensayos realizados en este trabajo de investigación.

### 4.1. ENSAYO DE GERMINACIÓN

Se ha realizado un ensayo de germinación con 5 niveles distintos de salinidad y 4 variedades cespitosas distintas de *Lolium perenne*, los resultados obtenidos se muestran en las figuras 17 y 18.

#### 4.1.1. Tasa de germinación

En la figura 17 no se observan diferencias estadísticamente significativas en la tasa de germinación entre los distintos niveles de salinidad en las variedades V1, Paragon GLR y CT7. Esto significa que estas tres variedades aunque al ser sembradas fuesen regadas con agua de una dudable calidad, no afectaría a su tasa de germinación. Esta elevada tolerancia a la sal que parecen mostrar las semillas parece estar de acuerdo con Marcar (1987), que indica que las semillas de especies cespitosas son más resistentes durante la fase de germinación a los altos niveles de salinidad llegando a soportar hasta niveles de  $20 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . En contraposición, Horst y Dunning (1989) comentan que las semillas de *Lolium perenne* en germinación son más susceptibles a estrés por salinidad, aunque hay que tener en cuenta que utilizaron niveles de salinidad para la germinación que son poco comunes, estando entre los  $12$  y  $24 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

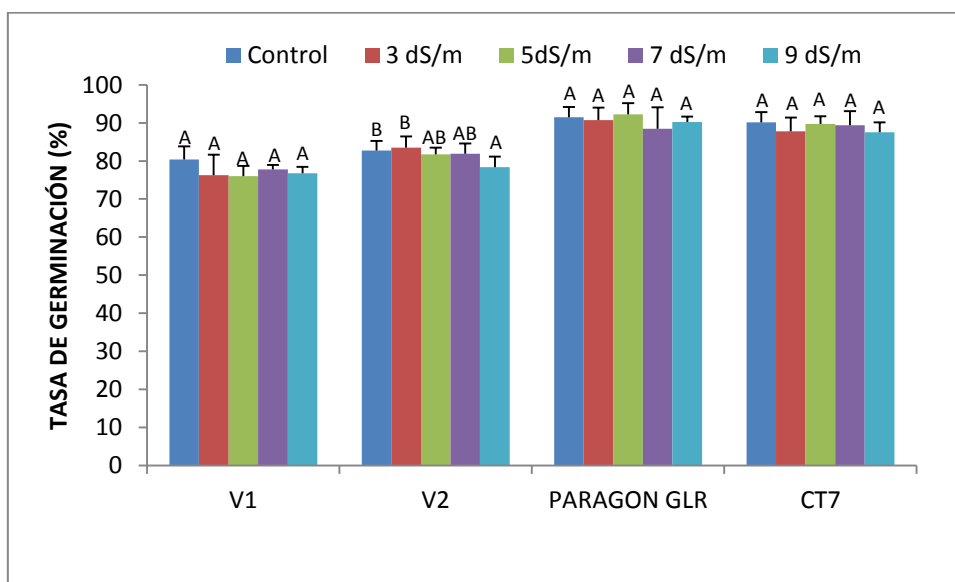


Figura 17: Tasa de germinación. Letras iguales sobre columnas en cada variedad indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa  $P < 0,05$ .

En cuanto a la variedad V2 ha sido la única que ha mostrado diferencias estadísticamente significativas en la tasa de germinación, donde el nivel de  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  ha resultado tener una menor tasa que el agua Control y  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Aunque en dicha variedad si ha

habido cierta diferencia, no parece lo suficientemente grande como para apoyar lo dicho por Horst y Dunning (1989) y parece que lo dicho por Marcar (1987) es lo que más se asemeja a la realidad.

#### 4.1.2. Velocidad de germinación

Por lo que respecta a la velocidad de germinación, ha habido diferencias estadísticamente significativas entre algunos niveles de salinidad, los cuales se comentan a continuación. Como se ve en la gráfica de la figura 18, a mayor nivel de salinidad tarda más en germinar, aproximadamente con una diferencia de 2 días.

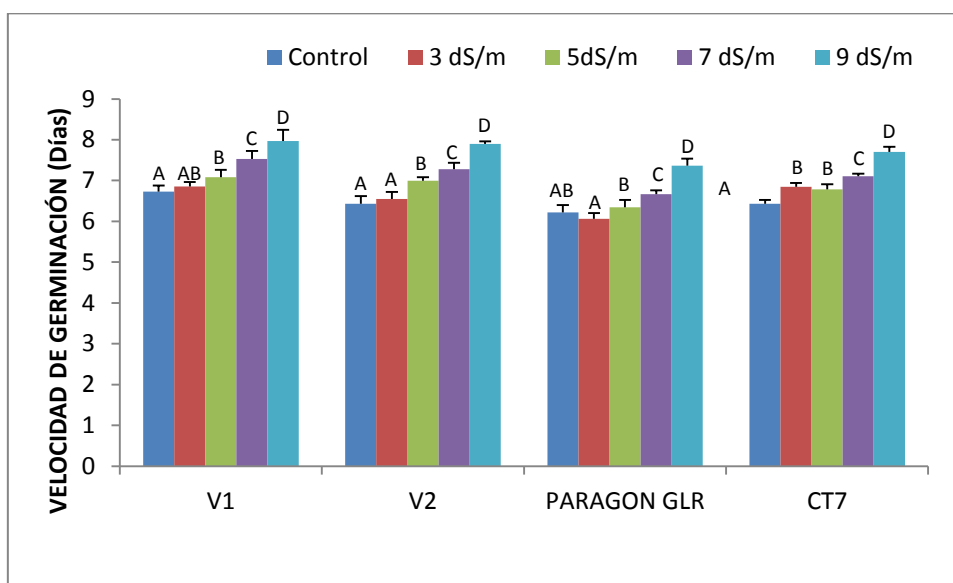


Figura 18: Velocidad de germinación. Letras iguales sobre columnas en cada variedad indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa  $P < 0,05$ .

La variedad V1 muestra como el tiempo de germinación va aumentando a medida que aumenta el nivel de salinidad. Como se puede ver las semillas germinadas con el agua Control mostraron un menor tiempo en germinar que las semillas germinadas con 5, 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , siendo estas últimas distintas entre sí, aumentando el tiempo para germinar a medida que aumentaba el nivel de salinidad.

Por lo que respecta a la variedad V2, la velocidad de germinación entre las germinadas con el agua Control y 3  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  no mostró diferencias y fue la misma en ambos casos, mostrando estas un menor tiempo en germinar que el resto de salinidades. Siendo estas últimas distintas entre sí, aumentando el tiempo para germinar a medida que aumentaba el nivel de salinidad.

La variedad Paragon GLR (Figura 19) mostró un tiempo de germinación menor en las semillas germinadas con agua a 3  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  que las germinadas a 5, 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , mostrando estas 3 últimas salinidades un comportamiento idéntico al mostrado en las variedades V1 y V2.

Por último, la variedad CT7 mostró que las semillas germinadas en agua Control fueron las que más rápidamente germinaron respecto a las germinadas con 3, 5, 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ . Por otro

lado, 3 y 5 dS.m<sup>-1</sup> mostraron la misma velocidad, necesitando menor tiempo para germinar que las semillas con 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup>, siendo estas últimas distintas entre sí, aumentando el tiempo para germinar a medida que aumentaba el nivel de salinidad.



Figura 19: Semillas de *Lolium perenne* durante la germinación.

Resumiendo lo anterior, la tendencia de las 4 variedades en general es conforme aumenta el nivel de salinidad, la velocidad de germinación se ve notablemente reducida, tardando las semillas más tiempo en germinar.

## 4.2. ENSAYO DE EMERGENCIA

Se ha realizado un ensayo de emergencia con las mismas variedades y niveles de salinidad del ensayo anterior, los resultados obtenidos se muestran en las figuras 20 y 22.

### 4.2.1. Tasa de emergencia

En el gráfico de la figura 20 se puede observar como en las variedades V1 y Paragon GLR no se aprecian diferencias estadísticamente significativas en la tasa de emergencia entre los distintos niveles de salinidad, lo cual significa que aunque la calidad del riego no sea demasiado buena las plantas emergerán igual.

Por otro lado, la variedad V2 (Figura 20) si muestra una diferencia estadísticamente significativa, mostrando el nivel de 9 dS.m<sup>-1</sup> una tasa de emergencia menor que con 5 dS.m<sup>-1</sup>.



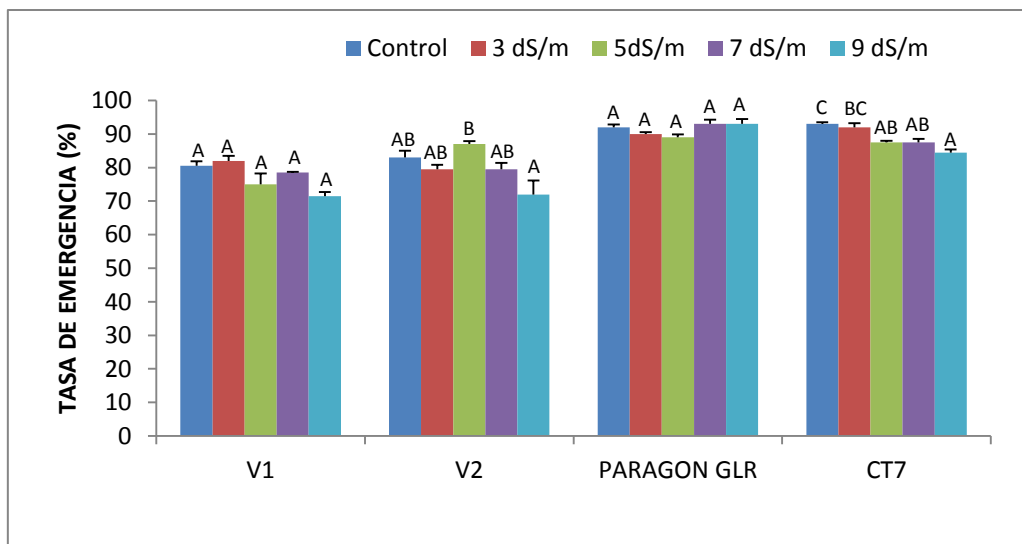


Figura 20: Tasa de emergencia. Letras iguales sobre columnas en cada variedad indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa  $P < 0,05$ .

Por último, en la variedad CT7 se observa como a  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  la tasa de emergencia es menor respecto al agua Control y  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

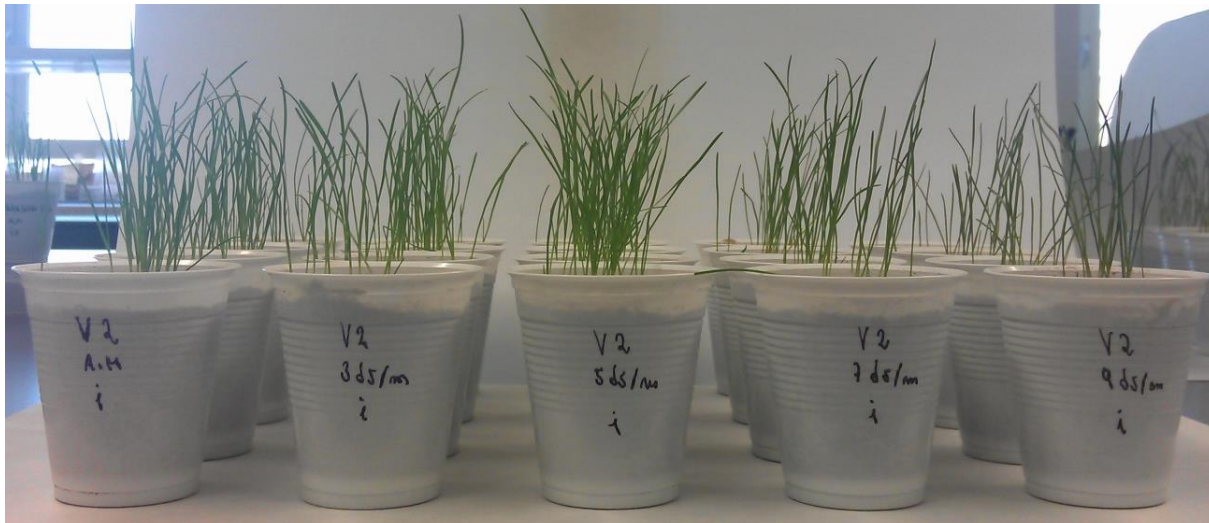


Figura 21: Diferencia en la tasa de emergencia a distintos niveles de salinidad en la variedad V2.

#### 4.2.2. Velocidad de emergencia

En cuanto a la velocidad de emergencia, ha habido diferencias estadísticamente significativas entre algunos niveles de salinidad, los cuales se comentan a continuación. Como es apreciable en la gráfica de la figura 18, a mayor nivel de salinidad tarda más en emerger, aproximadamente con una diferencia de 2,5 días.

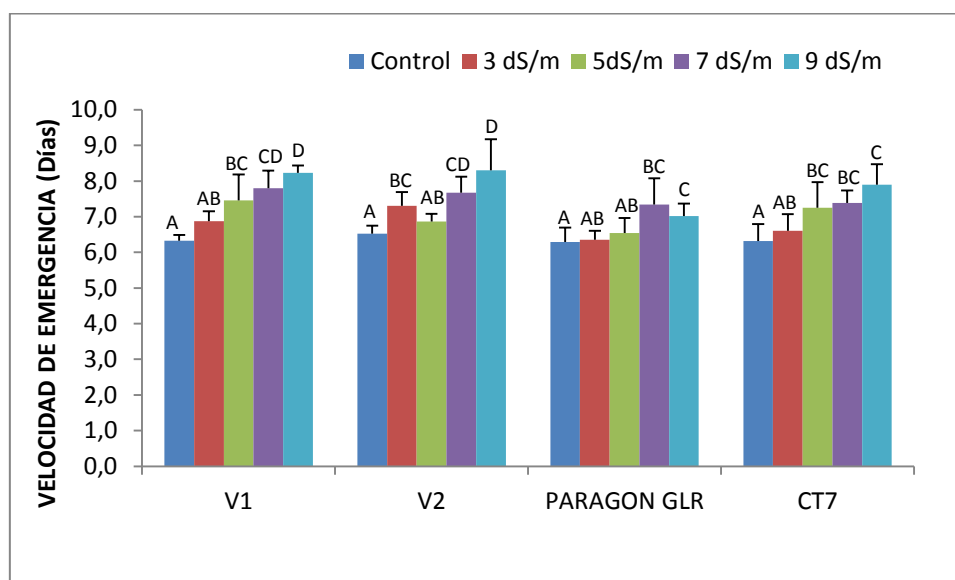


Figura 22: Velocidad de emergencia. Letras iguales sobre columnas en cada variedad indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa  $P < 0,05$ .

La variedad V1 muestra como las semillas emergidas con el agua Control y  $3 \text{ dS.m}^{-1}$  mostraron un menor tiempo en emerger que con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

En la variedad V2 el riego con el agua Control y  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  mostraron un menor tiempo de emergencia que las salinidades de  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

La variedad Paragon GLR mostró un tiempo de emergencia en las semillas emergidas con el agua Control,  $3$  y  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  menor que las semillas con agua a  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

Por último, la variedad CT7 muestra como las semillas emergidas en agua Control y  $3 \text{ dS.m}^{-1}$  mostraron una velocidad de emergencia mayor que las emergidas a  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

La tendencia de las 4 variedades en general es conforme aumenta el nivel de salinidad, la velocidad de emergencia se ve alterada, tardando las semillas más tiempo en emerger.



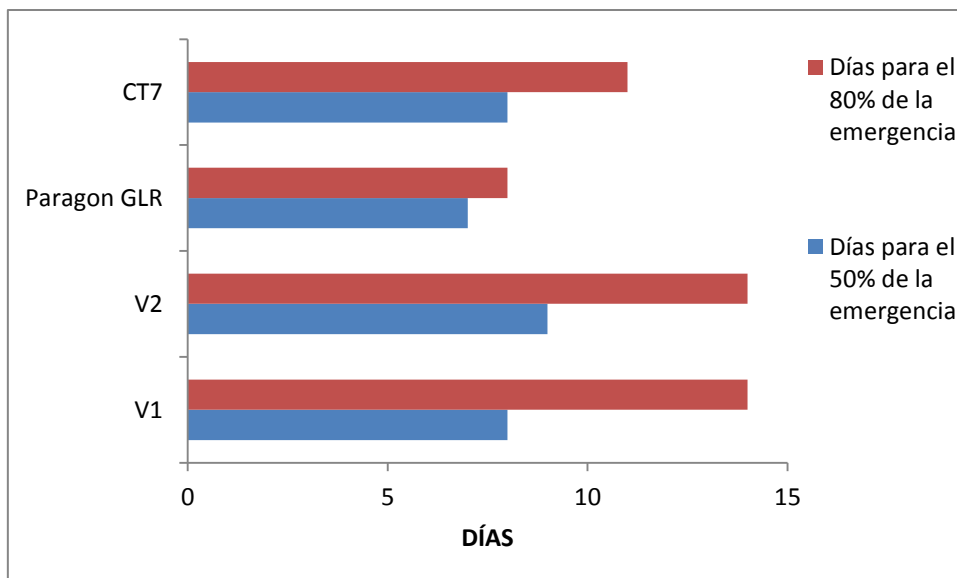


Figura 23: Test de emergencia a  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

En el gráfico de la figura 23 se ve el tiempo que fue necesario para llegar, primero al 50% de la emergencia, y posteriormente al 80% en las distintas variedades de *Lolium perenne* empleadas en este trabajo con un agua de riego cuyo nivel de salinidad era de  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

La primera variedad en llegar al 50% de la emergencia fue Paragon GLR que tardó 7 días, mientras que para llegar al 80% las que más tardaron fueron V1 y V2 que necesitaron 14 días. Esto quiere decir que para llegar a unos niveles entre el 50 y 80% de la emergencia total, se necesitan entre 7 y 14 días para estas variedades del género *Lolium*. Si se comparan estos datos con los obtenidos por Lung y Lung (2014), que realizaron el mismo ensayo pero en este caso utilizando hasta 31 variedades del género *Lolium*, se ve que ellos necesitaron un mínimo de 8 días para llegar al 50% de la emergencia y hasta 25 días para llegar al 80%. Por lo tanto se ve que los valores obtenidos se mueven dentro del rango de tiempo necesario para la emergencia de este género, asemejándose a las variedades empleadas en este trabajo con las variedades *Clementine*, *Duparc*, *Axcella I*, *Veranic*, *Protage* y *Savant II* del trabajo de Lung y Lung (2014).

### 4.3. ENSAYO EN CÉSPED ADULTO

En este apartado se comentará la evolución del aspecto general de los céspedes, una vez estos ya establecidos, se comienzan a regar con los distintos niveles de salinidad. Para ayudar a la comprensión de dichos resultados se muestra en la tabla 4 de la página siguiente el nivel acumulado de sales en el suelo una vez finalizado el experimento.

Tabla 4: Nivel de salinidad acumulada en el suelo tras los nueve riegos.

Salinidad de cada riego (dS.m <sup>-1</sup> )	Salinidad acumulada del suelo tras los 9 riegos (dS.m <sup>-1</sup> )
Control (0,83)	1,9
3	5,6
5	9,3
7	11,9
9	13,6

### 4.3.1. Evolución del aspecto general del césped adulto

A continuación se muestran 4 gráficas indicando la evolución de cada variedad durante esas 9 semanas de riegos frente a los distintos niveles de salinidad.

#### 1) *Lolium perenne* (V1)

En la evolución del aspecto general de la variedad V1 no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de salinidad hasta las dos semanas después del inicio del riego con aguas salinas. El césped Control, a partir de esas 2 semanas, siempre muestra un mejor aspecto que los demás, a excepción de la salinidad de 3 dS.m<sup>-1</sup> en que en las semanas 3, 4 y 5 del inicio no se observan diferencias significativas respecto a los regados con el agua Control, pero a partir de la quinta semana el regado con 3 dS.m<sup>-1</sup> comenzó a decaer su aspecto visual.

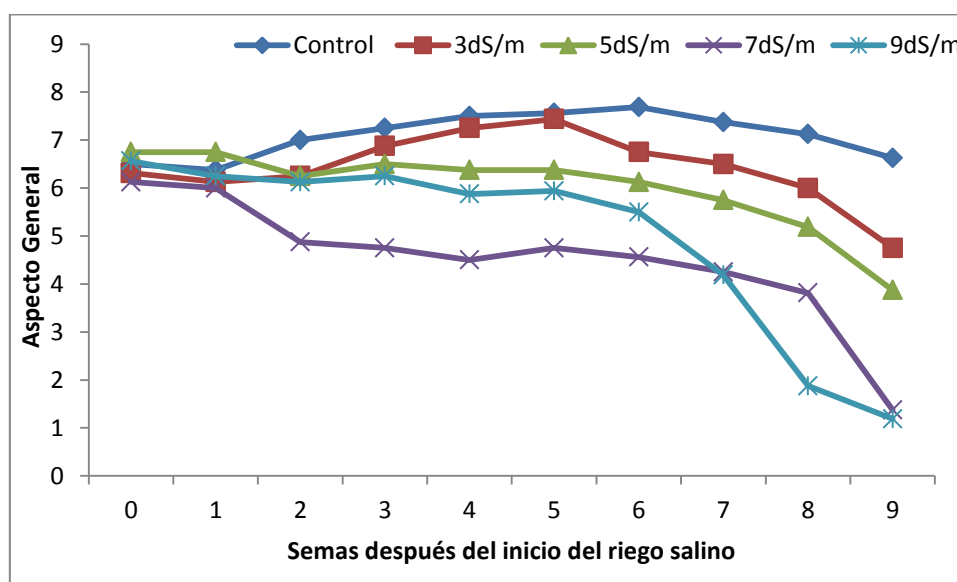


Figura 24: Aspecto general de la variedad V1 al riego con aguas salinas.

En cuanto a la salinidad de 5 dS.m<sup>-1</sup>, su aspecto general comienza a diferir del Control a partir de la segunda semana, a partir de la cual su estado va en decaimiento tras cada semana de riego acumulada. También se ve que el césped regado con 7 dS.m<sup>-1</sup> a partir de la segunda semana comienza a mostrar un aspecto visual más desmejorado que el resto de salinidades, pero

a partir de la séptima semana se observa que el aspecto entre 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> no presenta diferencias y a partir de entonces se aprecia un gran decaimiento de los céspedes regados con estas 2 salinidades sobre todo la de 9 dS.m<sup>-1</sup>.

Una vez transcurridos los dos meses de inicio del riego, se puede llegar a la conclusión de que los céspedes que mejor han llegado al final del proceso han sido los regados con agua Control, con un aspecto general en torno a 7. Por otro lado, los céspedes regados a 3 y 5 dS.m<sup>-1</sup> al final del proceso prácticamente no han mostrado casi diferencia entre ellos, llegando a un aspecto general en torno a 5, que es la nota mínima de aspecto visual que se le puede pedir a un raygrass, lo que indica que probablemente de haber seguido con el riego estos hubiesen acabado en peor condición, por lo que su límite parece ser esos 9 riegos que se les realizó. Por último, las salinidades de 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> entre la sexta y séptima semana su aspecto ya decayó de ese 5 mínimo exigible, para acabar en unas condiciones deplorables en las que los céspedes adquirieron un color marrón con apenas uno o dos brotes verdes, cosa que parece lógica observando los niveles de salinidad que acumularon sus suelos tras los riegos realizados indicados en la tabla 4.

## 2) *Lolium perenne* (V2)

La variedad V2 no muestra diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de salinidad en la evolución de su aspecto general, hasta una semana tras el primer riego donde comienzan a observarse las primeras diferencias.

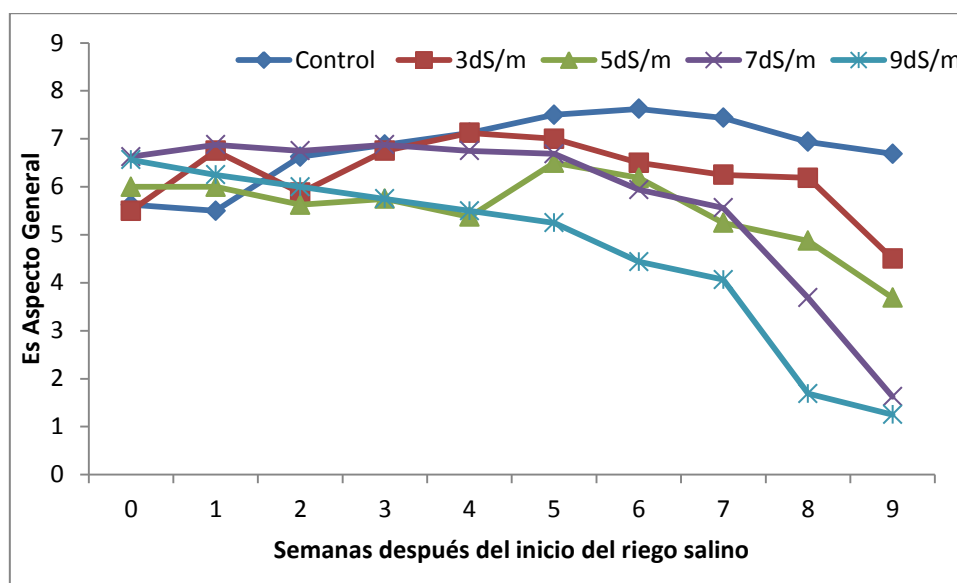


Figura 25: Aspecto general de la variedad V2 al riego con aguas salinas.

Tras 1 semana de este primer riego el césped regado con el agua Control y 5 dS.m<sup>-1</sup> son los que presentan un mejor aspecto, por el contrario el regado con 9 dS.m<sup>-1</sup> es el que se muestra más dañado, a mediados de la segunda semana, se observa como el césped regado con los 5 dS.m<sup>-1</sup> comienza a decaer su aspecto general, sin embargo, los regados con 3 y 7 dS.m<sup>-1</sup> no muestran prácticamente diferencias con el césped regado con el agua Control desde la semana 3 hasta la semana 5, a partir de la cual el césped regado con 7 dS.m<sup>-1</sup> comienza un decaimiento de su aspecto, y una semana más tarde también lo hace el regado con 3 dS.m<sup>-1</sup>.

Al final del proceso ya se puede observar claramente como el césped regado con el agua Control es el que mejor aspecto general presenta, en cuanto al césped regado con  $3 \text{ dS.m}^{-1}$ , se observa que para que éste conserve el mínimo de calidad exigible para este tipo de césped se puede regar durante 9 semanas sin que se vea excesivamente dañado. Por otro lado, los céspedes regados con  $5$  y  $7 \text{ dS.m}^{-1}$  como mucho pueden aguantar unas 7 u 8 semanas con dichos riegos, ya que si se prosigue una semana más el aspecto general de estos decaerá por debajo de 5. Por último, el césped regado con  $9 \text{ dS.m}^{-1}$  apenas aguanta 5 semanas con unas condiciones de calidad mínima, acabando el final de esta fase de experimentación en unas condiciones pésimas.

Se puede concluir que el césped que mejor ha llegado al final del proceso ha sido el regado con el agua Control, siguiéndole los regados con  $3$  y  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  con un aspecto visual algo más desmejorado y no mostrando casi diferencias entre ellos. Los regados con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$  llegan a las 9 semanas del inicio del riego en unas condiciones generales inaceptables para su uso. Estos resultados son bastante coherentes, si se presta atención a la tabla 4, donde se puede observar que los suelos que más nivel de sales han acumulado durante esta fase se corresponden con los céspedes que peor aspecto visual han terminado teniendo al final del proceso.

### 3) *Lolium perenne* (Paragon GLR)

En la evolución del aspecto general de la variedad Paragon GLR, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de salinidad hasta una semana después del inicio del riego con aguas salinas.

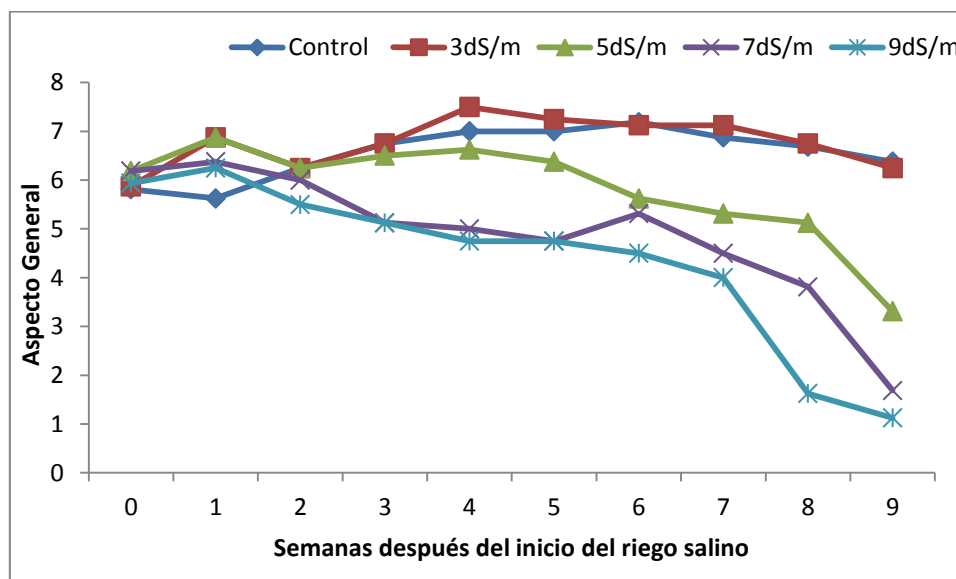


Figura 26: Aspecto general de la variedad PARAGON GLR al riego con aguas salinas.

Una semana tras el primer riego se puede ver 3 grupos, donde los céspedes regados con  $3$  y  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  no muestran casi diferencias, siendo los que presentan un mejor aspecto general. Tras ellos con un aspecto general algo menor se sitúan los céspedes regados con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ , y por último, el que presenta un peor aspecto general en este inicio es el césped regado con agua Control. A partir de la tercera semana el césped Control y  $3 \text{ dS.m}^{-1}$ , siempre muestran un mejor aspecto que los demás, a excepción de esa tercera semana, donde el césped regado con  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  no presenta diferencias significativas respecto al regado con agua Control y  $3 \text{ dS.m}^{-1}$ , y además,

se muestra como unos de los que mejor aspecto posee hasta ese mismo momento, pero a partir de ahí el regado con  $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  comienza a decaer su aspecto visual.

En cuanto a los céspedes regados con  $7$  y  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , a partir de mediados de la segunda semana comienzan a mostrar un aspecto visual más desmejorado que el césped Control, observándose que el de  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  presenta un pequeño decaimiento respecto al césped regado con  $7 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , terminando el césped regado con  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  en unas condiciones pésimas y de peor que el resto de salinidades.

Una vez transcurridos los dos meses de inicio del riego, se puede llegar a la conclusión de que los céspedes que mejor han llegado al final de proceso han sido los regados con agua Control y  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellos, con un aspecto general en torno a  $7$ . En cuanto al césped regado a  $5 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  ha acabado con un aspecto general en torno a  $3$ , decayendo su aspecto general en casi dos puntos en la última semana, lo que indica que para poder conservar un mínimo de  $5$  en su aspecto general, como máximo se le pueden dar  $9$  riegos. Las salinidades de  $7$  y  $9 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , a partir de la cuarta semana su aspecto ya decayó de ese  $5$  mínimo exigible para acabar en unas condiciones deplorables, en las que los céspedes adquirieron un color marrón con apenas unos brotes verdes. Al igual que con las dos variedades anteriores los resultados parecen lógicos por lo niveles de salinidad acumulada en el suelo indicados en la tabla 4.

#### 4) *Lolium perenne* (CT7)

En la evolución del aspecto general de la variedad CT7 se parte de diferencias estadísticamente significativas entre los distintos niveles de salinidad, debido al diferente estado inicial que presentan los céspedes antes de realizar el primer riego con las distintas concentraciones de salinidad.

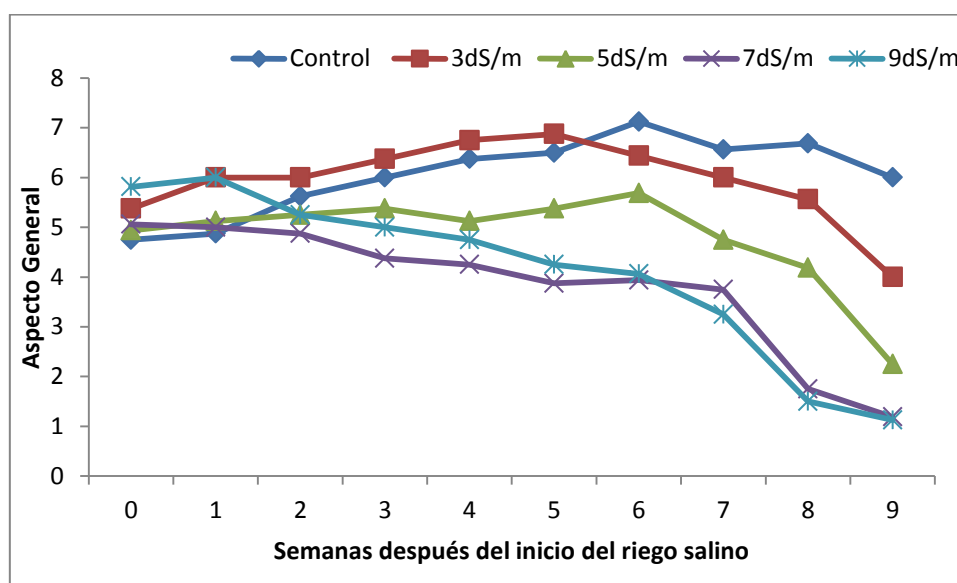


Figura 27: Aspecto general de la variedad CT7 al riego con aguas salinas.

Al inicio los céspedes que peor aspecto presentan son los de  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  y Control, pero estos tras las 2 primeras semanas después del inicio de los riegos ya mostraron el mejor aspecto de todos. El regado con  $3 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$  no muestra diferencias significativas con el regado con el agua

Control hasta la séptima semana tras el inicio de los riegos, donde su aspecto general comienza a diferir de los regados con el agua Control. El césped regado con  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  aguanta bastante bien los riegos hasta la séptima semana, a partir de la cual su aspecto general sufre un repentino empeoramiento y comienza a entrar en unas condiciones no aceptables. Por lo que respecta a los céspedes regados con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ , se observa que el aspecto entre ambos no presenta diferencias significativas, decayendo el aspecto general de ambos respecto al de los regados con el agua Control desde un primer riego hasta el último de ellos, presentado finalmente un aspecto general próximo a 1, con un color del césped amarronado y con apenas algún atisbo de verdor.

Una vez transcurridos los dos meses de inicio del riego, se puede llegar a la conclusión de que los céspedes que mejor han llegado al final de proceso han sido los Control, mientras que por otro lado, los demás no han llegado al final del proceso con el mínimo de 5 exigible en su aspecto general, concretando que los riegos que se podrían realizar con los niveles de salinidad de  $3$  y  $5 \text{ dS.m}^{-1}$  según los resultados obtenidos, serían alrededor de 8 riegos. Mientras que para los céspedes de  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ , sólo se podrán realizar una máximo de 3 riegos para mantener esa nota mínima de 5 en su aspecto general. Al igual que lo dicho anteriormente los resultados son bastante lógicos teniendo en cuenta los valores presentados en la tabla 4.

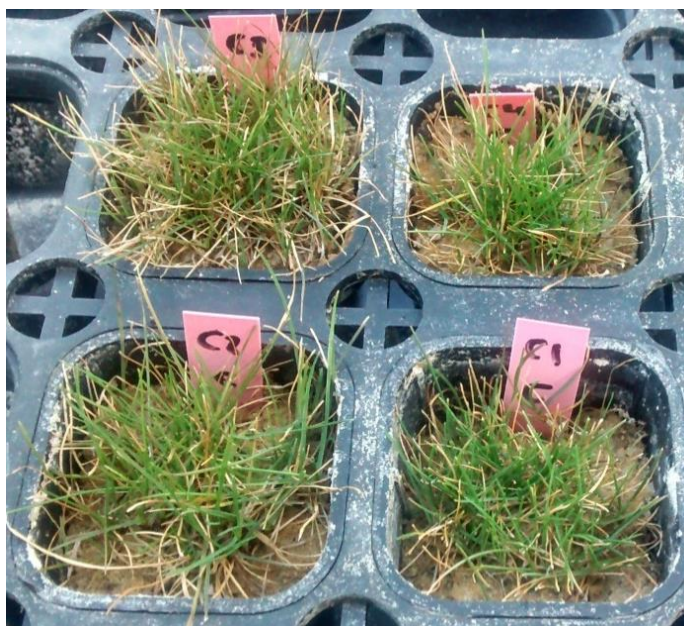


Figura 28: Aspecto general de CT7 una semana tras el primer riego a  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .





Figura 29: Aspecto general de CT7 nueve semanas tras el primer riego a  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ .

Si se ponen en común los resultados de las 4 variedades se puede ver que todas tienden a lo mismo, teniendo una relación inversamente proporcional entre la cantidad de sal y su aspecto general. Es decir, cuanto más cantidad de sal contiene el agua de riego menor valor tiene el césped en su escala de aspecto general. Una de las posibles causas de haber obtenido estos resultados, es como comentan en la introducción Monje (2008) y Davison (1971) debido a la presión osmótica de la solución del suelo, ya que ésta influye en la resistencia a la absorción dado que el paso de agua del suelo a la raíz es un fenómeno osmótico, y al haber aumentado dicha presión en los suelos regados con elevadas salinidades produce un efecto de sequía fisiológica en dichos suelos. Este caso es especialmente acentuado en los casos que los céspedes se regaron con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ . Como dice Monje (2006) también la velocidad de acumulación de éstas dependerá fundamentalmente de dos factores, la cantidad de sales aportadas por el agua de riego, y la cantidad de sales eliminadas por lavado de suelo. De dicho concepto se puede extraer por qué en la tabla 4 los suelos que más sales han contenido son los que se han regado con un nivel de salinidad mayor, de ahí que en todos los casos los céspedes regados con el agua control hayan resultado ser los que mejor aspecto general presentan.

Como se ha dicho anteriormente el efecto de salinidad ha sido especialmente severo en los casos en que los céspedes se regaron con  $7$  y  $9 \text{ dS.m}^{-1}$ , este resultado parece lógico ya que en un experimento llevado a cabo por Álvarez *et al.* (2014) sobre los efectos del establecimiento y evolución de *Lolium perenne* bajo riegos salinos tuvo como resultados que con riegos de  $10 \text{ dS.m}^{-1}$  hasta un 80% de la superficie cespitosa acababa destruida.

### 4.3.2. Agua de constitución de las hojas

Una semana tras el último riego se segó la parte aérea de los céspedes, y se obtuvo el contenido de agua foliar mediante diferencia de pesos entre el peso fresco y seco de las hojas. Es una medida que indica el grado de salubridad en el que se encuentra el césped la cual afirma que cuanto más agua contengan las hojas, más sano está el césped. El resultado se muestra en la figura 30.

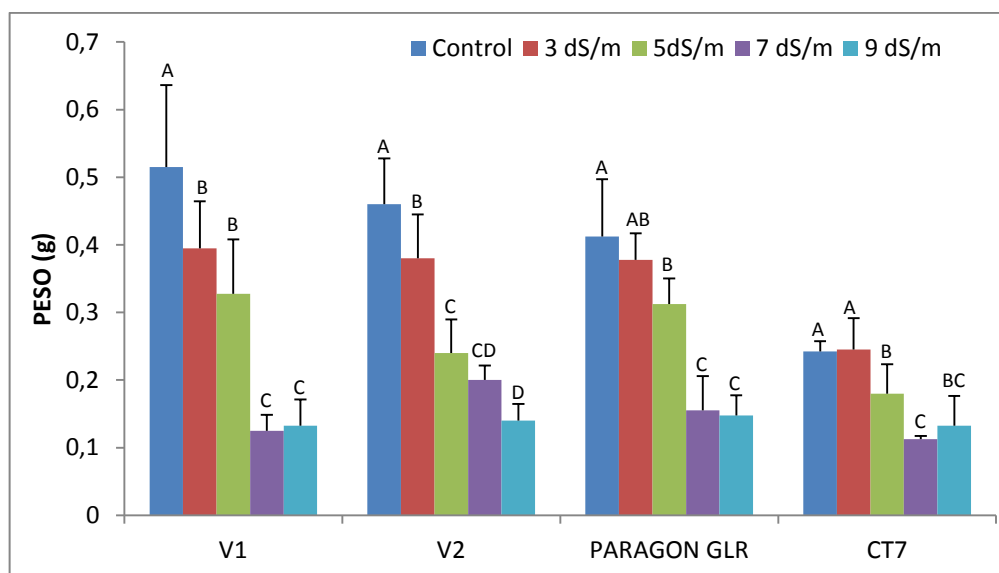


Figura 30: Agua de constitución de las hojas. Letras iguales sobre columnas en cada variedad indica ausencia de diferencia estadísticamente significativa  $P < 0,05$ .

En la variedad V1 el césped Control es el que más agua contenía, las salinidades de 3 y 5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  no se apreciaron diferencias en el contenido de agua entre ellas, teniendo estas diferencias estadísticas significativas respecto al césped Control con algo menos de agua. Por último entre las salinidades de 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  tampoco hubo diferencias y resultaron ser los céspedes que menos agua de constitución poseían en sus hojas con diferencias estadísticamente significativas respecto a los niveles del agua Control, 3 y 5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

En la variedad V2, se apreciaron diferencias estadísticas significativas entre algunos de los niveles de salinidad. Los regados con agua Control mostraron un mayor contenido de agua que cualquier otro nivel de salinidad. Además, el nivel de 3  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  mostró mayor contenido en agua que los niveles de 5, 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , y por último, el nivel de 5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  tuvo mayor contenido en agua que el césped a 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

La variedad Paragon GLR muestra como los céspedes regados a 7 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  contuvieron menos aguas en sus hojas que el resto. Por otro lado, el césped regado con agua Control retuvo más agua en sus hojas que el regado a 5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .

Por lo que respecta a la variedad CT7, no se observan diferencias entre los nivel del Control y 3  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  siendo estos los que más agua contenían respecto a 3, 5 y 9  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , y además las hojas del césped regado a 5  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  tuvieron más contenido en agua que las regadas a 7  $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ .



Se puede ver en las 4 variedades que a mayor nivel de salinidad menos contenido en agua contiene el césped, esto se debe a que el agua aprovechable para la utilización de la planta se reduce debido a la presión osmótica como se comenta en el apartado anterior, y por lo tanto la hoja se va secando, además, como se cita en la introducción de este trabajo Borowski (2008) y los autores Jing *et al.* (2009) coinciden en que un nivel creciente de salinidad afecta de manera significativa a la planta reduciendo el número de raíces producidas, longitud del coleoptilo y la longitud de las raíces. En este caso sólo se tuvo en cuenta el agua de constitución de las hojas, pero parece lógico pensar que este efecto venga correlacionado con los efectos descritos por Borowski (2008) y Jing *et al.* (2009).

Si se relaciona el apartado de aspecto general del césped (Figuras de la 24 a la 27) con el contenido en agua de las hojas, se puede observar en las figuras 31, 32, 33 y 34 como los céspedes que mejor aspecto visual presentaron se corresponden con los que contuvieron una mayor cantidad de agua de constitución en sus hojas. Lo que valida la evolución subjetiva del aspecto general.

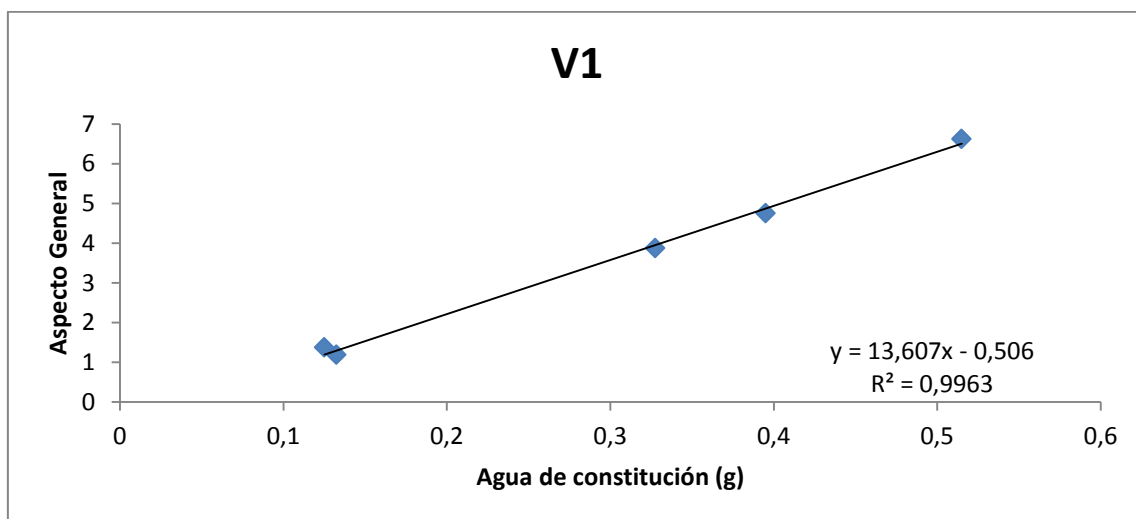


Figura 31: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (V1).

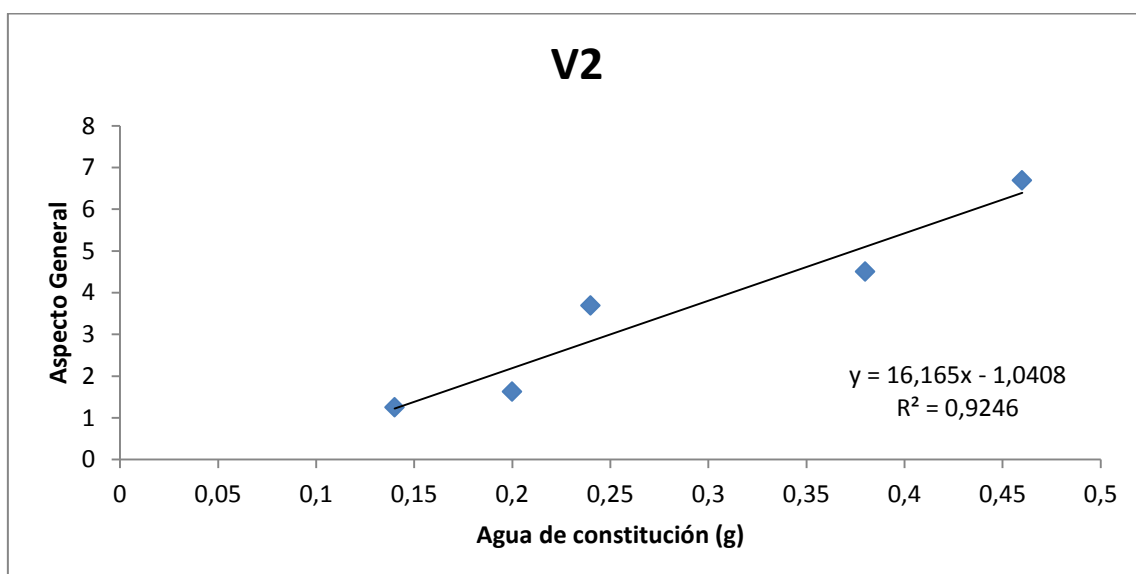


Figura 32: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (V2).

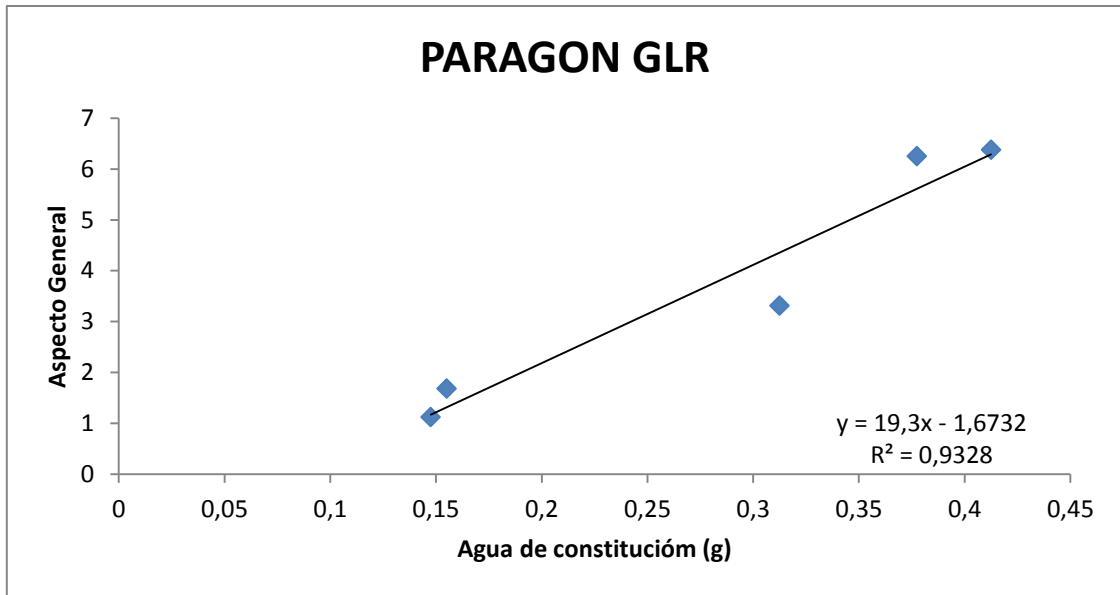


Figura 33: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (Paragon GLR).

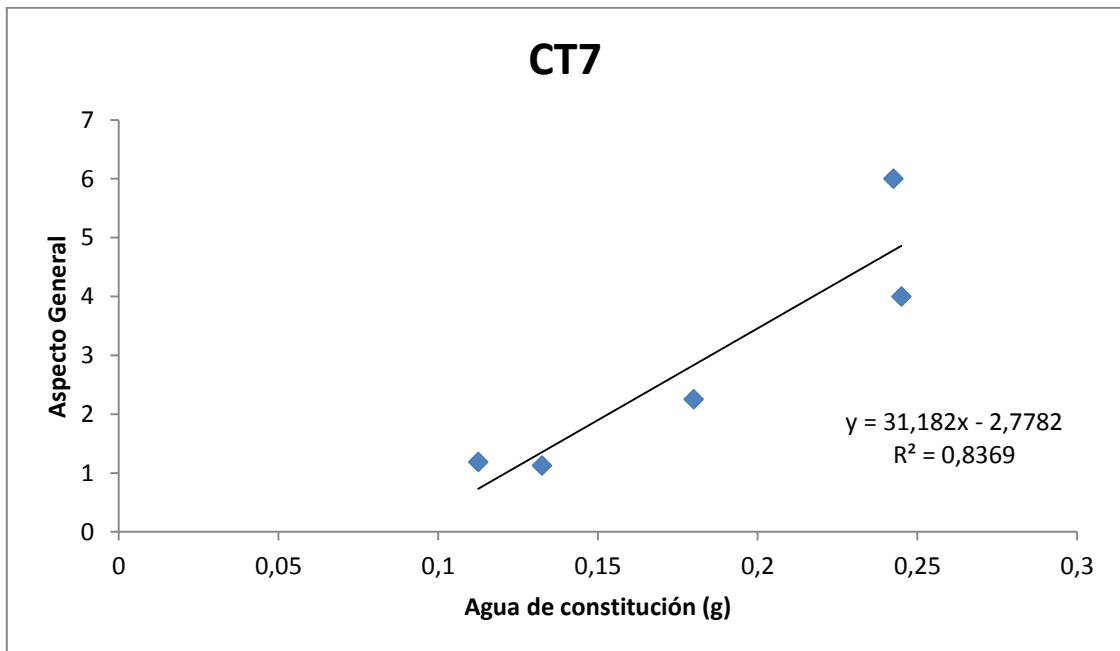


Figura 34: Aspecto general en función del agua de constitución en las hojas (CT7).

## 5. CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos en este trabajo de experimentación se puede concluir:

1. La tasa de germinación es idéntica en las variedades V1, Paragon GLR y CT7 a cualquiera de los niveles de salinidad testados, en cuanto a la variedad V2 parece un poco más sensible a la salinidad en cuanto a la tasa de germinación. Por el contrario la velocidad de germinación sí que se ve afectada por la salinidad en todas las variedades, sobre todo a 5, 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> tardando unos 2 días más en germinar.
2. La tasa de emergencia es idéntica en las variedades V1 y Paragon GLR, a excepción de la variedad V2 y CT7 que presentan una tasa de emergencia ligeramente menor cuando se riega con aguas salinas. En cuanto a las velocidades sí que se ve que todas las variedades están afectadas por la salinidad, sobre todo a 5, 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> tardando unos 2,5 días más en emerger.
3. En el césped adulto, a medida que aumenta el nivel de salinidad del agua de riego el aspecto del césped se ve más deteriorado, siendo destacable que con 3 dS.m<sup>-1</sup> se podría regar hasta la novena semana en todas las variedades, a 5 dS.m<sup>-1</sup> se podría regar hasta en torno a 7 u 8 semanas y con 7 y 9 dS.m<sup>-1</sup> no conviene regar nunca ya que a partir de la tercera semana los céspedes se ven muy afectados (con la excepción de la variedad V2 que resiste hasta 7 semanas con 7 dS.m<sup>-1</sup> y 5 semanas con 9 dS.m<sup>-1</sup>).

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- ALLISON, L.E; BROWN, J.W; HAYWARD, H.E; RICHARDS, L.A; BERNSTEIN, L; FIREMAN, M; PEARSON, G.A; WILCOX, L.V; BOWER, C.A; HATCHER, J.T and REEVE, R.C. (1982). Laboratorio de salinidad de los Estados Unidos de América. Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa. México. 172pp.
- ÁLVAREZ, G; LEINAUER, B; SEVOSTIANOVA, E; SERENA, M and PORNARO, C. (2014). Effects of experiental polymer seed coating on germination and establishment of perennial reygrass and seashore paspalum under saline irrigation. *European Journal of Turfgrass Science*. 27 – 28.
- BARBOUR, M.G. (1978). The effect of competition and salinity on the growth of a salt marsh plant species. *Oecologia*. 37: 93 – 99.
- BEARD, J.B. (1998). The origins of turfgrass species. *Golf Course Management*. 49-55.
- BESNIER, R.F. (1988). Semillas biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 637 pp.
- BOROWSKI, E. (2008). Studies on the sensitivy of some species and cultivars of lawn grasses on salinity with sodium chloride during the seed germination and first year of growth. *Sensitivity of lawn grasses to salinity*.81-98.
- Consort. Visto el 10 de julio de 2014  
[http://www.topac.com/documents/C860\\_hl.pdf](http://www.topac.com/documents/C860_hl.pdf)
- DAVISON A.W. (1971). The effects of de-icing salt on roadside verges. *Journal of applied ecology*. 8. N° 2.
- HARIVANDI, A. (1988). Irrigation water quality and turfgrass management. *California Turfgrass Culture*. 38. 3- 4.
- HESSAYON, D.G (2001). Césped. Manual de cultivo y conservación. Editorial Blume. Barcelona. 128 pp.
- HORST G.L; DUNNING N.B. (1989). Germination and seedling growth of perennial ryegrass in soluble salts. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 114(2). 338-342.
- HUGHES T.D; BUTLER J.D and SANKS G.D. (1975). Salt tolerance and suitability of various grasses for saline roadsides. *Journal Environmental Quality* 4. 65-68.
- JING, D; DAVID, R.H and MAXIM, J.S. (2009). Salinity Effects on Seed Germination and Vegetative Growth of Greens-Type *Poa annua* Relative to Other Cool-Season Turfgrass Species. *Crop Science Society of America*. 49. N° 2. 696 - 703.
- LUNG-TSAKOS, J; LUNG, G. (2014). Comparison of the germination rates at low temperature of some recent annual and perennial reygrass varieties. *European Journal of Turfgrass Science*. 99 – 100.
- MAAS E.V. (1986). Salt tolerance of plants. *Applied Agricultural Research* 1. 12-26.
- MARCAR, N.E. (1987). Salt tolerance in the genus (rygrass) during germination and growth. *Australian Journal os Agricultural Research* 38 (2). 297-207.
- MARCUM, K.B. (2004). Use of saline and non-potable water in the Turfgrass Industry: Constraints and Developments. *New directions for a diverse planet*. 12 pp.
- MARCUM, K.B., M. PESSARAKLI, AND D.M. KOPEC. (2005). Relative salinity tolerance of 21 turf-type desert saltgrasses compared to bermudagrass. *HortScience* 40(3). 827-829.
- MARIAN OTERO. (2013). Jardín plantas. Visto el 29 de junio de 2014

<http://jardinplantas.com/consejos-para-resolver-problemas-en-el-cesped/>

- MCCARTY, L.B and DUDECK, A.E.(1993). Salinity effects on bentgrass germination. HortScience 28. 15-17.
- MERINO MERINO, D; ANSORENA MINER, J. (1998). Césped deportivo. Construcción y mantenimiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 386 pp.
- PESSARAKLI, M; P; KOPEC, D.M. (2008). Comparing growth responses of selected cool-season turfgrasses under salinity and drought stresses. Turfgrass, landscape and urban IPM research summary. 55-60.
- MONJE JIMÉNEZ, R.J. (2002). Mantenimiento de campos de golf. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 264 pp.
- MONJE JIMÉNEZ, R.J. (2006). Manejo de céspedes con bajo consumo de agua. Junta de Andalucía. Consejería de agricultura y pesca. Sevilla. 107 pp.
- MONJE JIMÉNEZ, R.J. (2008). Céspedes ornamentales y deportivos. Ed. Junta de Andalucía. 527 pp.
- ROGERS M.E; NOBLE C.L; HALLORAN G.M and NICOLAS M.E. (1997). Selecting for salt tolerance in white clover (*Trifolium repens*): chloride ion exclusion and its heritability.
- SEMILLAS FITÓ. Áreas verdes. Guía técnica de cultivo, visto el 27 de junio de 2014  
<http://www.semillasfito.com/pdf/tecnic.pdf>
- ZULUETA. Descripción y características de las especies de clima templado, Visto el 22 de junio de 2014  
[http://www.zulueta.com/recursos/pdf/01\\_01\\_Desc\\_y\\_Caract\\_especies\\_clima\\_templado.pdf](http://www.zulueta.com/recursos/pdf/01_01_Desc_y_Caract_especies_clima_templado.pdf)