

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCOLA POLITÈCNICA SUPERIOR DE GANDÍA

Grado en Ciencias Ambientales.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



**"Tolerancia al estrés hídrico y salino en la especie invasora
Cortaderia selloana".**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Autora:

M^a Amparo España García

Tutora:

Donat Torres, María del Pilar

Cotutores:

Boscaiu Neagu, Mónica Tereza

Llinares Palacios, Josep Vicent

GANDIA, 2016-2017

RESUMEN:

En el presente trabajo se analiza la respuesta de la especie invasora en España *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn ante el estrés hídrico y estrés salino, para predecir el comportamiento de esta con el paso de los años en las circunstancias del cambio climático global. Dicha especie es nativa de Sudamérica, utilizada como ornamental. Actualmente está catalogada como invasora en muchos países europeos. Está amenazando diversos ecosistemas debido a su gran capacidad de colonizar e invadir diversos hábitats, desplazando especies autóctonas menos resistentes a los parámetros analizados, sobre todo a plantas de humedales. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es el de comprobar los efectos de diferentes factores de estrés abiótico que podrían influir en la presencia de dicha especie. Los resultados pueden tener una aplicación práctica directa para los programas de control de la especie en los marjales valencianos.

SUMMARY:

This work analyzes the response of the invasive species in Spain *Cortaderia selloana* (Schult. & Schult.f.) Asch. & Graebn to water and salt stress, to predict the behavior of this species with the passage of the years under the circumstances of the global warming. This species is native to South America, used as ornamental. It is currently classified as invasive in many European countries. This species threaten diverse ecosystems due to its great capacity to colonize and to invade diverse habitats, displacing native species less resistant to the analyzed parameters, mainly plants of wetlands. For this reason the aim of this work is to check the effects of abiotic stress factors that could influence the presence of this species. These results may have a direct practical application for the control programs of this species in the Valencian marshes.

PALABRAS CLAVE:

Cortaderia selloana, estrés hídrico (EH), estrés salino (ES), tratamiento y crecimiento.

KEYWORDS:

Cortaderia selloana, water stress (EH), saline stress (ES), treatment and growth.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
2. OBJETIVOS.....	3
2.1 HIPÓTESIS.....	3
3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.....	3
3.1 DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE.....	4
3.2 LOCALIZACIÓN DE LAS POBLACIONES SELECCIONADAS.....	5
4. MÉTODOS.....	5
4.1 FASE DE CAMPO.....	5
4.2 FASE DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN.....	6
4.2.1 EXTRACCIÓN DE SEMILLAS.....	6
4.2.2 PREPARACIÓN PARA LA SIEMBRA.....	6
4.2.3 SIEMBRA.....	7
4.2.4 CRECIMIENTO DE LOS INDIVIDUOS.....	7
4.3 FASE DE LABORATORIO.....	8
4.3.1 GENERAL.....	8
4.3.2 TRATAMIENTO DE ESTRÉS HÍDRICO (EH).....	9
4.3.3 TRATAMIENTOS DE ESTRÉS SALINO.....	9
4.3.4 TRATAMIENTO CONTROL.....	10
4.3.5 TOMA DE DATOS EN LABORATORIO.....	10
4.4 FASE DE ANÁLISIS.....	13
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
5.1 RESULTADOS EN MUESTRAS DE SUELO.....	14
5.1.1 RESULTADOS EN LABORATORIO.....	14
5.1.2 RESULTADOS EN CAMPO.....	15
5.2 RESULTADOS EN SUSTRATO DE MACETAS.....	15
5.2.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO.....	15
5.2.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO.....	16
5.3 PARTE AÉREA DE LA PLANTA.....	17
5.3.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO.....	17
5.3.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO.....	24
5.4 RESULTADOS EN RAÍCES.....	33

5.4.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO	33
5.4.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO	37
6. CONCLUSIONES.....	42
7.BIBLIOGRAFIA.....	44

1. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, cada vez son más visibles los efectos del cambio climático, efectos como el aumento de la temperatura global, las sequías, la frecuente aparición de fenómenos atmosféricos extremos, cambios en los niveles de CO₂ atmosférico o variaciones de los patrones estacionales (FAO, 2008).

Una de las consecuencias más importantes es la sequía, la cual es un factor crítico para los ecosistemas terrestres (Gracia *et al.*, 2001). Las predicciones sobre el cambio climático apuntan hacia un aumento de la duración e intensidad de las sequías durante el siglo XXI, asociadas con un régimen más irregular de precipitaciones y temperaturas extremas, en general más cálidas (IPCC, 2001). "La sequía limita el crecimiento y la supervivencia vegetal, actuando de filtro selectivo de especies según su tolerancia al estrés hídrico" (Valladares *et al.*, 2004).

Esto, a su vez, da lugar a la salinización de los suelos; puesto que al haber menos precipitaciones, el suelo cada vez será más salino por la falta del lavado de sales que la lluvia ejerce sobre él. Una disminución en la cantidad de agua por superficie de suelo promueve el riego en suelos de cultivo, lo cual, es una de las principales causas de salinización, especialmente cuando el agua usada para riego es de mala calidad o salinizada (Shrivastava y Kumar, 2015).

El cambio climático también comporta la pérdida de biodiversidad en el mundo, así como las especies invasoras, ocasionando graves problemas de conservación de especies (Mapama, 2017).

En el caso de las especies vegetales, se ha demostrado como el incremento de la temperatura ha permitido que en regiones que hasta el momento eran frías e inhabitables por ciertas especies, pasen a tener condiciones menos severas, y, por tanto, puedan ser habitables por especies no autóctonas o propias de climas más cálidos, causando una redistribución de las especies (NC State University, 2010).

Muchas de las especies vegetales invasoras se han introducido por el ser humano con motivos ornamentales o por la agricultura. Las consecuencias de todos estos cambios son la extinción de especies locales y modificaciones en la dominancia de las especies en los diversos ecosistemas terrestres. Es aquí donde juegan un papel importante las especies invasoras, las cuales poseen unos límites de tolerancia distintos a las autóctonas. (Valladares *et al.*, 2017).

Si a esto se añaden el resto de factores que provocan la pérdida de biodiversidad como son la pérdida y deterioro de hábitats por la acción humana, la sobreexplotación y la contaminación, nos ubicamos ante un problema de gran envergadura: la pérdida genética de una gran variedad de especies, únicas en el mundo y vulnerables ante dichos cambios.

Los diversos efectos del cambio climático permiten la supervivencia de aquellas especies más resistentes a las nuevas condiciones (Jump y Penuelas, 2005) o la extinción de aquellas que no se pueden adaptar a las mismas (Thomas *et al.*, 2004), asimismo, aquellas especies más adaptadas o con mayor rango de tolerancia a las distintas condiciones ambientales, se podrán propagar con mayor facilidad entre los diferentes ambientes (Clements y Ditommaso, 2011).

En España hay una gran diversidad de ecosistemas terrestres, muchos son únicos. Estos han sobrevivido a intensos cambios climáticos en el pasado, pero el ritmo de los cambios en la actualidad se ha acelerado de forma excepcional. Hay evidencias de que el cambio climático afectará a la fenología y las interacciones entre especies, favoreciendo la expansión de plagas y especies invasoras. (Valladares *et al.* 2004).

Por lo que, en el presente proyecto, se pretende estudiar como afectarán la salinidad y las condiciones de sequía a la vegetación, en concreto el caso de la especie invasora en España *Cortaderia selloana* (Schult & Schult.F.) Asch & Graebn 1990, y qué terrenos será capaz de colonizar con el paso del tiempo.

Esta especie procede de América del Sur y se introdujo con motivo ornamental. Fue citada por primera vez en España por Guinea en 1953, en la bahía de Santander. A su vez, está incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, Anexo I (Real Decreto 1628/2011) (MAPAMA,2017), Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España (Sanz *et al.*, 2004), en el Programa Andaluz para el Control de Especies Exóticas Invasoras, listados de plantas exóticas e invasoras de Galicia, Asturias, Cantabria, Cataluña y País Vasco, así como en Especies Vegetales Exóticas sometidas a régimen de limitaciones en la Comunidad Valenciana, según el Decreto de Control de Especies Exóticas Invasoras de la Comunidad Valenciana, Anexo II (Decreto 213/2009. Banco de Datos de Biodiversidad de la Generalitat Valenciana, 2017).

La problemática se da cuando esta especie ha llegado a tal punto en su expansión, que el resultado es la modificación de los paisajes y la competencia con otras especies autóctonas, como por ejemplo *Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv. la cual se ve muy afectada y está siendo desplazada por esta. *Cortaderia selloana* está rompiendo el equilibrio entre los ecosistemas en donde se establece, ocupando grandes extensiones de suelo y contribuyendo a la pérdida de biodiversidad sin control alguno.

1.1 ANTECEDENTES.

En relación al cambio climático, la tasa de aumento de la temperatura global en los últimos cincuenta años es de $0,13 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 0,03 \text{ } ^\circ\text{C}$ por década (IPCC, 2014), con esto, se hace evidente que la temperatura ha aumentado notablemente en el último siglo. (**Anexo 1_ Imagen 1: Aumento de la temperatura global desde 1880 hasta la predicción para el 2020.** (Fuente: *climate.nasa.gov*))

Cada vez son más los estudios relacionados con la respuesta de distintas especies vegetales a factores ambientales como los son la salinidad y la sequía, los cuales son unos de los factores más influyentes en la pérdida de producción mundial (Mittler, 2006).

Existen pocos trabajos sobre la influencia de los factores de salinidad y humedad para *C. selloana*. Según un estudio, en condiciones de sequía reduce su biomasa aérea y resiste a dichas condiciones debido a que "maximiza la captación de agua y minimiza las pérdidas" (Domenech y Vila, 2008), por lo que la convierte en una planta competidora.

No se han encontrado referencias a la resistencia en condiciones de salinidad lo que aumenta el interés de los resultados del presente trabajo y respuestas analizadas.

2. OBJETIVOS.

- Comprobar el desarrollo de las plantas en condiciones artificiales de estrés salino y en condiciones de sequía.
- Comparar las respuestas obtenidas en condiciones artificiales controladas con la distribución de la especie en los marjales de origen de las semillas, en función de la salinidad y la humedad del suelo.
- A la vista de los resultados obtenidos, realizar propuestas para la eliminación de la especie en los hábitats naturales.

2.1 HIPÓTESIS.

- Los individuos del tratamiento de control crecerán más con respecto al resto de individuos sometidos a los tratamientos de estrés hídrico y salino.
- Los individuos sometidos al tratamiento de estrés hídrico empezarán a mostrar síntomas de marchitamiento antes que el resto de individuos sometidos a otros tratamientos.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE.

Cortaderia selloana pertenece a la familia de las gramíneas. Su nombre común es Carrizo de la Pampa. Se adapta bien a temperaturas extremas y sequías, con preferencia sobre suelos húmedos, frescos y eutróficos. Se puede observar sobre todo en zonas de humedales, áreas costeras y arenales (Banco de Datos de Biodiversidad de la Generalitat Valencia, 2017).

Es una planta robusta. Sus macollas pueden alcanzar los 4 m de altura, sus hojas son glaucas, acintadas y ásperas, cortantes al tacto, de entre 3 a 8 cm de ancho y 1,8 m de largo. Presenta una inflorescencia en panícula blanco-grisácea de hasta 80 cm de largar. Es dioica, con especímenes femeninos, masculinos o hermafroditas. Florece entre julio y octubre y poliniza por acción del viento. No presenta depredadores herbívoros puesto que posee unas finas agujas de sílice en las hojas. (**Anexo 2_ Imagen 2: Panícula *Cortaderia selloana*** y **Anexo 3_ Imagen 3: Planta *Cortaderia selloana***)

Las semillas miden entre 2-3 mm, son de color marrón oscuro y con una parte más clara; poseen finos y largos pelos (glumas) para la dispersión anemócora.

Es una especie de crecimiento rápido y potencialmente invasora. Coloniza terrenos con facilidad, formando poblaciones densas. Especialmente en lugares abandonados por el hombre como zonas abandonadas de carreteras, polígonos industriales, campos y vías férreas. Con ello modifica los terrenos sin cultivar tras su abandono y dispersa miles de semillas que pueden albergar una sola planta a través del viento o sistemas fluviales. (MAPAMA, 2017).

3.1 DISTRIBUCIÓN DE LA ESPECIE.

Es una especie originaria de Sudamérica, más en concreto del sur de Brasil, Uruguay y Argentina. Se comporta como invasora en numerosos lugares de USA (California y Hawaii), Sudáfrica, Australia, Italia (Cerdeña y Córcega), Francia, Gran Bretaña, Portugal (península y Azores). (Base de Datos de Biodiversidad de la Generalitat Valenciana, 2017).

Se distribuye por casi toda España, preferentemente por la cornisa Cantábrica, Cataluña, y la Comunidad Valenciana. Así como en algunos lugares del interior, de la costa andaluza e Islas Canarias (Anthos, 2017) (**Anexo 4_ Imagen 4: Distribución *Cortaderia selloana* en España. Fte: Anthos, 2017.**)

En total, según la base de datos Anthos, existen unos 183 registros de esta por todo el territorio español. En la Comunidad Valenciana cerca de unos 10 registros.

En la Comunidad Valenciana principalmente se encuentra distribuida en la zona litoral y central. (Base de Datos de Biodiversidad de la Generalitat Valenciana, 2017). Habiendo aumentado notablemente en los últimos años. (**Anexo 5_ Imagen 5: Distribución poblaciones en la Comunidad Valenciana. Fte: bdb.com**)

En el entorno de la zona de estudio para el presente proyecto, se observa una amplia distribución de la especie, ocupando sobre todo terrenos de marjal y campos abandonados. Se estiman unas 18 poblaciones en Cullera y 9 en Gandia. (Visor Cartoweb.cma.gva, 2017). (**Anexo 6_ Imagen 6: Poblaciones *Cortaderia selloana* en la zona de estudio. Fte: cartoweb.com.gva**)

3.2 LOCALIZACIÓN DE LAS POBLACIONES SELECCIONADAS.

Las muestras para el estudio se tomaron de 3 poblaciones distintas, dentro del territorio valenciano, en concreto en Cullera y el marjal de Gandía.

-Población 1: Cullera. Esta se encuentra en un campo de cultivo de vid abandonado. En origen era una antigua zona de marjal transformada; colinda con carrizales y esta próxima a la carretera CV-332. (Latitud: 39° 10' 50,90" N Longitud: 0° 15' 47,80" O).

-Población 2: Cullera. Cerca de la estación de trenes. Situada sobre una zona húmeda muy degradada, con restos de vegetación propia de humedal y especies nitrófilas, comparte hábitat con *Erianthus ravennae*. (Latitud: 39° 10' 47,50" N Longitud: 0° 16' 0,80" O).

- Población 3: marjal de Gandía. La población escogida ocupa el margen de una acequia e invade los carrizales próximos. También aparece *Erianthus ravennae* en zonas menos inundadas. De las tres poblaciones esta es la que presenta mejor estado de conservación. (Latitud: 39° 00' 19,20" N Longitud: 0° 11' 24,70" O)

(Anexo 7_Plano de la ubicación de la población 1 y 2; Anexo 7.1_Plano de la ubicación de la población 3).

4. MÉTODOS.

4.1 FASE DE CAMPO.

- Recogida de semillas: (septiembre y octubre de 2016)

Se observaron varias poblaciones con anterioridad; atendiendo a la vegetación y al estado de avance de las semillas, se escogieron las tres poblaciones detalladas anteriormente.

- Recogida de muestras de suelo: (marzo y abril de 2017)

Tras finalizar los tratamientos en laboratorio y la recogida de datos, se procedió a la toma de muestras del suelo de las poblaciones de las cuales se tomaron las semillas y en poblaciones extra, para analizar diversos parámetros. Los puntos de muestreo se georreferenciaron y fotografiaron. (Anexo 8_ Imagen 8: Punto de toma de la muestra de suelo en Gandía y Anexo 9_ Imagen 9: Punto de toma de la muestra de suelo en Cullera).

Se tomaron muestras del suelo del marjal de Gandía, una de ellas donde coexistían poblaciones de *Erianthus ravennae* y *Cortaderia selloana* (muestra Gandía 1) y otras

dos muestras de sustrato donde solo habitaba *Cortaderia selloana* (muestras Gandía 2 y 3), de este entorno proceden las semillas utilizadas en el laboratorio de la población 3.

En Cullera se tomaron tres muestras de sustrato habitadas por poblaciones de *Cortaderia selloana*, las muestras Cullera 1 y 2 pertenecientes al entorno de la población 2 del presente proyecto; y la muestra de Cullera 5 perteneciente al entorno de la población 1 de este trabajo, mencionadas anteriormente.

4.2 FASE DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN.

La fase de siembra consta de dos partes: la siembra de prueba para comprobar la viabilidad de las semillas y la siembra para los tratamientos.

En la siembra de prueba se cultivó una muestra de 10 semillas en placas Petri sobre papel de filtro y otras 10 semillas en suelo de la población 3 para comprobar la viabilidad de estas. Obteniendo un 80 % del total de las semillas germinadas en la placa y un 60 % en suelo.

De este modo, se pudo estimar el número de semillas necesarias para la siguiente siembra. Dado que eran necesarias 75 plantas para el estudio, en total se extrajeron y cultivaron 200 semillas de cada una de las poblaciones.

4.2.1 EXTRACCIÓN DE SEMILLAS.

Esta fase se realizó con unas pinzas, a partir de las panículas, se separaron poco a poco y se quitaron las glumas que envolvían las semillas. Una vez limpias se contaron y anotaron el número de estas. En total se extrajeron 600 semillas (200 semillas por población).

4.2.2 PREPARACIÓN PARA LA SIEMBRA.

- El sustrato:

Para prepararlo se realizó una mezcla de turba con vermiculita en proporción 3:1. Las características de la turba son las siguientes:

Orgánica, procedente de turberas altas formado principalmente por musgos del género *Sphagnum* (H3-H8), materia orgánica >90% (s.m.s). Producto obtenido por procedimiento mecánico con o sin vapor, a partir de maderas no tratadas químicamente (fibra de madera), Materia orgánica >80% (s.m.s).

Características de la turba:

Densidad aparente seco: 180 g/m³

Granulometría: 0 - 20 mm

pH CaCl₂: 5,4 - 6,2

Contenido del envase: 70 L

Conductividad eléctrica: 80 mS/m

Comerciante: Gramoflor

Humedad: 40%

-Semillas:

Lo que se pretende conseguir es que germinen 25 semillas de cada población, 5 para cada uno de los 5 experimentos. Conociendo el porcentaje de germinación en suelo (60%) se preparan 200 semillas de cada población para el cultivo en el sustrato.

4.2.3 SIEMBRA.

Una vez preparado el sustrato, se rellenaron 84 macetas de 0,5 L. En cada una, se colocaron 5 semillas de una misma población. Se cultivaron semillas de más para conseguir el número de plantas de cada población que se necesitaban. Una vez sembradas, se colocan las macetas en bandejas, las cuales se ubicaron en el interior de la cámara de germinación. (**Anexo 10_ Imagen 10: Bandejas con las macetas sembradas en la cámara de germinación**).

La siembra se realiza el día 17 de noviembre de 2016.

4.2.4 CRECIMIENTO DE LOS INDIVIDUOS.

Lo conveniente para el inicio de los tratamientos era que las plantas tuviesen un mes de maduración. Durante este periodo se observaron distintos inconvenientes puesto que la germinación de las plantas era diferente para cada individuo y población.

Durante el primer mes de la población 1 solo germinaron 6 semillas. Por ello, el día 7 de diciembre se volvieron a sembrar más semillas de dicha población.

El resto de poblaciones respondieron a los patrones de germinación esperados.

Con todo ello, el resultado fue la existencia de plantas de diferentes tamaños a la hora de empezar los tratamientos. Por lo que se distribuyeron los individuos de manera que, el promedio de la longitud del tallo central de los individuos seleccionados, fuera el mismo o similar para cada tratamiento.

Al finalizar el periodo de crecimiento, no se obtuvieron el número deseado de individuos de la población 1, solo se consiguieron 10 plantas, con lo que se destinaron 2 de estas a cada uno de los tratamientos que se describen a continuación.

Para compensar la falta de datos de dicha población, se duplicaron los individuos de la población 2, renombrándolos como población 2.1.

Resultando del número total de individuos escogidos por población:

Población 1= 10

Población 2.1= 25

Población 2= 25

Población 3= 25

4.3 FASE DE LABORATORIO.

4.3.1 GENERAL.

La cámara de germinación de la Escuela Politécnica Superior de Gandía estuvo a unas determinadas condiciones de humedad y temperatura, óptimas para la germinación y crecimiento de las plantas cultivadas.

Temperatura → 23 °C a 25 °C

Humedad → 48%

Horas de luz → 8 a.m a 12 p.m

Horas sin luz → 1 a.m a 8 a.m

Para garantizar que todas las macetas estuvieran sometidas a iguales condiciones las bandejas se movieron de lugar cada dos días siguiendo un orden preestablecido.

Dado que las semillas germinaron a ritmos distintos y el desarrollo de las plantas fue diferente, se midió la longitud del tallo principal de cada planta desde la base y se agruparon los individuos de cada población en grupos de cinco, correspondientes a cada tratamiento, de manera que la media del crecimiento de todos los grupos fuera semejante. De este modo se pudo obtener una media de longitudes iniciales similar en cada tratamiento.

A continuación se presenta una tabla con las medias de cada población en el momento de iniciar los tratamientos.

Tabla 1: Promedio de la longitud inicial de los individuos de cada tratamiento y población.

	CONTROL (cm)	EH* (cm)	100 mM (cm)	200 mM (cm)	300 mM (cm)
Población 1	18,25	12,00	13,25	9,75	4,75
Población 2.1	14,18	14,2	13,8	13,86	13,9
Población 2	15,7	15,1	15,5	15,66	15,4
Población 3	16,8	16,7	16,88	16,78	16,78

*EH: Abreviatura del tratamiento de estrés hídrico (EH).

Para el inicio de los tratamientos, se retiraron de las macetas iniciales los individuos sobrantes, dejando solo una planta por maceta seleccionada según su longitud. Se seleccionaron de este modo, cinco macetas de cada una de las poblaciones, excepto de la 1 de la cual se seleccionaron dos macetas con un individuo.

4.3.2 TRATAMIENTO DE ESTRÉS HÍDRICO (EH).

Se sometieron los individuos seleccionados a un estrés hídrico, es decir, se dejaron crecer sin riego alguno durante los 36 días que duró el tratamiento, cuando empezaron a observarse síntomas de marchitamiento. (**Anexo 11_ Imagen 11: Marchitamiento en un individuo del tratamiento de EH**).

En total el tratamiento consta de 17 individuos de *C. selloana*. Este se inició el 10 de enero de 2017 y finalizó el 15 de febrero.

4.3.3 TRATAMIENTOS DE ESTRÉS SALINO.

Esta fase consta de tres tratamientos distintos. Para ello se realizaron tres disoluciones salinas con diferentes concentraciones de cloruro sódico.

Tuvo una duración de 69 días, en los cuales los individuos eran regados con las disoluciones pertinentes a cada tratamiento una vez por semana con 1,25 L de disolución por bandeja. Cada bandeja estuvo destinada a un tratamiento, de este modo se garantizó que todas las plantas de una misma obtuviesen la misma disolución, minimizando así posibles errores. Se realizaron un total de nueve riegos.

Las concentraciones utilizadas en los distintos tratamientos fueron:

- 100 mM de NaCl (añadiendo 5,844 g de NaCl por litro de agua destilada).
- 200 mM NaCl (11,688 g de NaCl por cada litro de agua destilada).
- 300 mM NaCl (17,532 g de NaCl por cada litro de agua destilada).

Se utilizaron cinco plantas de las poblaciones 2.1, 2 y 3 y dos plantas de la población 1, en total 17 para cada uno de los tratamientos de estrés salino.

Estos se iniciaron el día 12 de enero de 2017 y se finalizaron el 21 de marzo.

4.3.4 TRATAMIENTO CONTROL.

Se regaron las plantas con agua, sin ningún añadido, para ver cómo evolucionan sin ningún tipo de tratamiento y tomarlo de referencia para comparar la evolución con respecto de las otras.

- Control estrés hídrico: se destinaron dos individuos de cada una de las poblaciones 2, 2.1 y 3. El tratamiento de control finalizó a la vez que el tratamiento de estrés hídrico, es decir a los 36 días. Estos se regaron un total de cinco veces durante todo el proceso, una vez por semana.
- Control estrés salino: para este tratamiento se destinaron el resto de plantas de control, es decir once. Dos de ellas de la población 1 y tres de cada una de las poblaciones 2.1, 2 y 3. Este tratamiento de control tuvo la misma duración que el tratamiento salino, es decir 69 días.

Estos se regaron un total de nueve veces durante todo el proceso, una vez por semana.

4.3.5 TOMA DE DATOS EN LABORATORIO.

La toma de datos en el laboratorio se hizo igual para todos los tratamientos. A continuación se detallan los pasos para cada parámetro:

1) Parte aérea de la planta (hojas):

- **Longitud:** se midió con una regla o metro (dependiendo del tamaño) el tallo central de la planta desde su base. Esto se realizó al inicio y final de cada tratamiento, la diferencia entre ambos valores es el dato del crecimiento.

- **Peso fresco:** una vez finalizado el tratamiento, se cortaron todas las hojas desde la base del tallo, se realizó un cono con papel de filtro y se introdujeron las hojas. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

- **Peso seco:** tras pesar en húmedo las hojas, se numeraron los conos con las plantas dentro y se dejaron en la desecadora, a 65 °C durante 3/4 días. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

2) Raíces:

- **Peso fresco:** se retiraron las raíces de cada una de las macetas, con cuidado y buscando por todo el sustrato (dado que se rompían fácilmente). Se limpiaron y retiraron los trozos de vermiculita pegados a estas e introdujeron en conos numerados. Finalmente se pesaron en la balanza analítica.

- **Peso seco:** tras pesar en húmedo las raíces, se dejaron en la desecadora a 65 °C durante 3/4 días. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

(**Anexo 12_** Imagen 12: raíces en macetas, **Anexo 13_** Imagen 13: proceso de extracción de raíces, **Anexo 14_** Imagen 14: Limpieza de raíces y **Anexo 15_** Imagen 15: Resultado de las raíces limpias).

Contenido hídrico en la parte aérea de la planta, el sustrato y raíces:

para hallar este parámetro se aplicó la siguiente fórmula:

$$H (\%) = \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \cdot 100$$

3) Sustrato de las macetas:

- **Peso fresco:** en una jeringuilla, con la punta cortada, se introdujeron 7 mL del sustrato de cada una de las macetas. Se fueron introduciendo uno a uno en conos de papel de filtro y se numeraron. Después se pesó en una balanza analítica.

- **Peso seco:** tras pesar en húmedo los conos con el sustrato, se dejaron en la estufa a 105 °C durante 3/4 días. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica.

- **Conductividad eléctrica:** una vez secas las muestras se introdujeron los 7 mL de sustrato en botes junto con 35 mL de agua destilada. Se dejaron 1 hora en el agitador, posteriormente se filtraron y con el conductímetro calibrado se anotaron los datos de las mediciones realizadas a la disolución resultante en los recipientes. (**Anexo 16_** Imagen 16: Muestras de suelo con agua destilada post agitación y **Anexo 17_** Imagen 17: Filtrado de la disolución resultante).

-**pH:** con la misma disolución anterior, con el pH-metro calibrado se obtuvieron los datos para cada muestra.

4) Muestras del suelo de las poblaciones:

Tras la recolección de muestras de sustrato de distintos puntos donde se ubican poblaciones de *C. selloana* se pasa al análisis de estas y a su caracterización. Primero se extendieron las muestras de suelo en bandejas de plástico durante 2 días, hasta que las muestras perdieron la humedad uniformemente. Con un rodillo se trituraron y después se pararon por un tamiz de 2 mm de luz. Los análisis se realizaron en tierra fina (diámetro < 2 mm).

Posteriormente para obtener valores del peso fresco, peso seco, conductividad, pH y humedad se siguió el mismo procedimiento que en el apartado de la toma de datos del sustrato en macetas.

- **Textura:** por el método de Bouyoucos. Para ello se pesaron 40 g de suelo ubicados en capsulas de porcelana, a continuación se le añadieron 100 mL de solución de hexametastato sódico y se dejó reposar 10 minutos. Posteriormente, se bate la mezcla en la batidora durante 5 minutos, tras ello se vierte en una probeta de 1 L enrasando hasta el litro con agua destilada. A continuación, se realiza la medición de la densidad con el densímetro ASTM n. 152 H, de la American Society Testing Material, con escala en g/L. las mediciones se realizaron cada 30 segundos, 60 segundos, después a los 3, 10, 30, 90 minutos; pasadas 8 horas se realizó la última medición. Por último, se hace uso del diagrama triangular para determinación de textura Clasificación U.S.D.A.

- **Color del suelo:** se determinó por comparación de la tabla de colores de Munsell. El color está definido por tres variables: matiz, brillo y saturación. El matiz determinado por la longitud de onda dominante de la luz visible reflejada, el brillo es una medida de la intensidad del color por unidad de superficie, la saturación pureza relativa del color espectral dominante.

- **Densidad aparente:** conociendo el peso seco y el volumen de sustrato, se realizó la siguiente ecuación.

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{volumen}}$$

- **Carbonatos:** el carbón inorgánico se presenta en el suelo en forma de carbonatos. Para la determinación de este se pesó 0,5 g de suelo fino y se vertió en un matraz Erlenmeyer, en este se introduce un vidrio con 5 mL de HCl (1:1). Se inclinó el matraz agitando para que el ácido clorhídrico reaccionase con el suelo; pasados 30 segundos se midió el nivel de la columna manométrica desplazados en el calcímetro de Bernard.

Este procedimiento se realizó en todas las muestras de suelo y una vez sin suelo, para obtener el blanco y determinar así los porcentajes.

- **Materia orgánica del suelo:** esta se forma de microorganismos, restos no descompuestos y en descomposición de plantas y animales, el resultado de esto es el humus. Para la determinación de esta fracción se utilizó el método de Walkey-Black, determinando el carbono orgánico en un proceso de oxidación en medio ácido.

Para ello se introdujo 1 g de tierra fina de cada muestra en matraces distintos de 250 mL; a cada uno se le añadió 5 mL de dicromato potásico 1 N, se añadió 10 mL de ácido sulfúrico concentrado se agitó y se dejó enfriar. A continuación se añaden 50 mL de agua destilada y 4 ó 5 gotas del indicador complejo ferroso. Finalmente se valoró el exceso de dicromato con sulfato ferroso 0,5 N introduciéndolo gota a gota en los matraces. En el punto final de la valoración se obtiene un color verde oscuro.

También se valoró la solución de sulfato ferroso 0,5 N repitiendo el proceso sin añadir suelo, para obtener los datos del blanco. (**Anexo 18**_Imagen 18: resultados en la valoración de materia orgánica).

4.4 FASE DE ANÁLISIS.

Para el tratamiento de datos se utilizó el programa informático de Excel y Statgraphics Centurion XVII.

Con el Excel se trabajan los datos a partir de los promedios, obteniendo figuras donde se comparan diversos parámetros.

Con Statgraphics Centurion XVII se utilizan los datos obtenidos de las mediciones para hallar parámetros estadísticos como la varianza y el grado de representatividad de la muestra, realizando pruebas como ANOVA de un factor y pruebas de múltiples rangos.

Se descartan los datos de la población 1 por falta de representatividad; los datos de la población 2.1 unifican con los de la población 2, puesto que son la misma.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En este apartado se van a mostrar los resultados obtenidos en laboratorio por apartados, es decir, se mostrarán los resultados de las muestras de suelo, del sustrato de las macetas, de la parte aérea de la planta (las hojas) y de raíces.

En los distintos apartados se muestran los resultados de los parámetros analizados atendiendo a los distintos tipos de estrés generados en la planta.

Los datos son diferenciados atendiendo al tratamiento y a las poblaciones, para hallar posibles factores que interfieran en el desarrollo de las plantas.

5.1 RESULTADOS EN MUESTRAS DE SUELO.

Para el siguiente apartado se van a trabajar los resultados de las muestras de suelo de Cullera 1, 2 y 5; puesto que son las muestras del suelo en donde habita *C. selloana* y de procedencia no artificial.

Se van a mostrar los datos de: color, textura, carbonatos, materia orgánica,3 aparente, pH, conductividad eléctrica (CE) y humedad, halladas en laboratorio. También datos de la humedad, temperatura y conductividad eléctrica tomados en campo.

5.1.1 RESULTADOS EN LABORATORIO.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos en laboratorio de distintos parámetros analizados de las muestras de suelo de Cullera 1, 2 y 5.

Tabla 2:Parámetros hallados en laboratorio de las muestras de suelo.

	CULLERA 1	CULLERA 2	CULLERA 5
COLOR SECO	marrón	marrón	marrón claro
COLOR HÚMEDO	marrón oscuro	marrón oscuro	marrón
TEXTURA	Franco-Arcillo-Limosa	Franco-Arcillo-Limosa	Arcillo-Limosa
CARBONATOS (%)	30	32	30,8
FRACCIÓN MATERIA ORG. (%)	2,69	2,03	3,24
DENSIDAD AP. (g/cm ³)	1,44	1,36	1,37
pH	8,10	8,31	8,48
COND. ELECT. (dS/m)	1,06	1,11	1,24
HUMEDAD (%)	7,94	3,75	14,65

- Carbonatos: Puesto que los porcentajes de las tres muestras de suelo están en torno al 20-40% de CaCO₃, estos presentan un nivel muy alto de carbonatos, según la escala típica en España (Yanez, 1989), estos son comunes en zonas litorales.

- Materia orgánica: Atendiendo al método de Walkley-Black, las muestras de Cullera 1 y 5 poseen unos niveles altos de materia orgánica, puesto que están entre 2,6 - 3,5 %. Mientras que la muestra de Cullera 2 normal (valores 2 - 2,5 %).

- pH: puesto que el pH de las tres muestras está comprendido entre 7,8 - 8,5 se califican como suelos moderadamente básicos. Por lo que, atendiendo a la tabla 6.2 del manual de prácticas de edafología, será común que en este tipo de suelos se den carencias de fosforo, hierro, cobre, magnesio y zinc.

-Conductividad eléctrica: puesto que los valores de las tres muestras son inferiores a 2, se califican como suelos no salinos, atendiendo a la clasificación de Cros (1983).

5.1.2 RESULTADOS EN CAMPO.

Estos datos fueron tomados en el momento de la extracción de las muestras sobre el terreno. A continuación. se muestra en una tabla los valores de humedad, conductividad eléctrica y temperatura.

Tabla 3: *Humedad, CE y temperatura de las muestras en campo.*

	Cullera 1	Cullera 2	Cullera 5
Humedad (%)	13,70	22,22	27,81
Cond. Eléctrica (dS/m)	1,07	1,26	1,24
Temperatura (°C)	22,2	26,8	20,9

En todos los parámetros se hallan valores muy similares a los obtenidos en el laboratorio, no obstante, la humedad medida en el laboratorio es menor, esto puede deberse a la pérdida de esta durante el periodo de almacenamiento hasta el momento de la medición.

5.2 RESULTADOS EN SUSTRATO DE MACETAS.

A continuación se presentan los resultados del análisis del sustrato de las macetas, hallados en laboratorio. Se presentan los datos en dos apartados atendiendo al tipo de tratamiento al que pertenecen las muestras.

Se realizaron mediciones de conductividad eléctrica, humedad, peso fresco y seco del sustrato.

5.2.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO.

En la siguiente tabla se muestran los promedios de cada tratamiento de los parámetros mencionados anteriormente.

Tabla 4: *Parámetros del sustrato de las macetas hallados en laboratorio del tratamiento EH y Control EH.*

Tratamiento	CE 1: 3* (dS/m)	Humedad (%)	P. Fresco (g)	P. Seco (g)
EH	1,21	48,02	3,44	1,61
Control EH	0,86	75,50	5,86	1,42

1:3*: se debe a tipo de extracto, 1 L vermiculita : 1 L de turba.

Atendiendo a la clasificación de Cros (1983) ambos sustratos presentan un promedio del valore de la conductividad eléctrica inferior a 2 dS/m, lo cual indica que son sustratos no salinos. Se observa como el valor de CE es inferior en el Control EH, esto se debe al lavado del sustrato con el agua de los riegos suministrados durante el proceso.

En cuanto al contenido de humedad, destaca el promedio de Control EH, también debido a los riegos. A pesar de que los individuos de EH no fueron regados, el porcentaje de humedad en el sustrato es mucho mayor que el de las muestras de campo; esto puede deberse a las condiciones de la cámara.

5.2.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO

Nuevamente, se muestra una tabla con los promedios de cada tratamiento analizados en laboratorio.

Tabla 5: *Parámetros del sustrato de las macetas hallados en laboratorio del tratamiento salino y Control salino.*

Tratamiento	CE 1:3 (dS/m)	Humedad (%)	P. Fresco (g)	P. Seco (g)
100 mM	1,86	76,72	6,54	1,50
200 mM	2,34	76,80	6,40	1,16
300 mM	2,77	76,31	6,44	1,50
Control ES	0,87	75,17	6,48	1,60

Según la clasificación de Cros, los promedios del tratamiento 100 mM y Control ES muestran sustratos no salinos, mientras que los de 200 y 300 mM estaría catalogados como ligeramente salinos. Esto se debe a la cantidad de sales administrada en los riegos.

En cuanto a la humedad todos los tratamientos presentan unos niveles muy similares, puesto que todos se regaron el mismo número de veces y con las mismas cantidades, solo variaba la concentración salina.

5.3 PARTE AÉREA DE LA PLANTA.

En este apartado se analizan los siguientes parámetros en ambos tratamientos: crecimiento (cm), peso fresco (g), peso seco (g) y humedad (%). En el caso del estrés salino también se analiza el número de hojas de la planta (uds).

5.3.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO.

Mediante la combinación de las variables obtenidas se obtienen diversos datos e información de la respuesta de la planta a este tratamiento de sequía, que sirven para obtener unos patrones de su comportamiento en la naturaleza.

Para el tratamiento de los datos se ha realizado el promedio de estos, diferenciando entre poblaciones y tratamientos.

En el **Anexo 19** se muestran las tablas (6 y 7) con los valores máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento y población.

Tabla 6: *Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento*

Tabla 7: *Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento y población.*

a) Crecimiento:

En la siguiente figura se muestran los datos del promedio del crecimiento de todos los individuos de *C. selloana* sometidos estrés hídrico y los de control (EH).

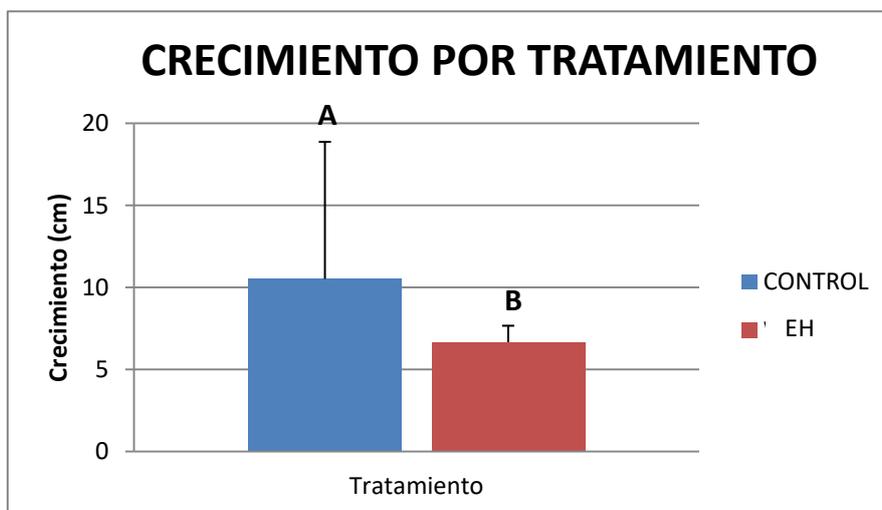


Figura 1: Crecimiento del conjunto de los individuos sometidos a EH y Control EH.

Los resultados muestran como los individuos sometidos a Control crecieron en mayor medida que los sometidos a EH.

Tras realizar una comparación simple con ANOVA, se obtuvo un valor-P de 0,0232; esto indica la existencia de una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de ambos tratamientos.

En la figura anterior, se pueden observar las barras de error estimadas a partir de la desviación estándar, y las letras que indican diferencias significativas a un nivel de confianza del 95% obtenidas mediante la prueba de Múltiples Rangos de Statgraphics Centurion XVII.

A continuación se presenta un análisis más detallado de los resultados de ambos tratamientos, separando los promedios de los resultados obtenidos para cada población de las dos analizadas.

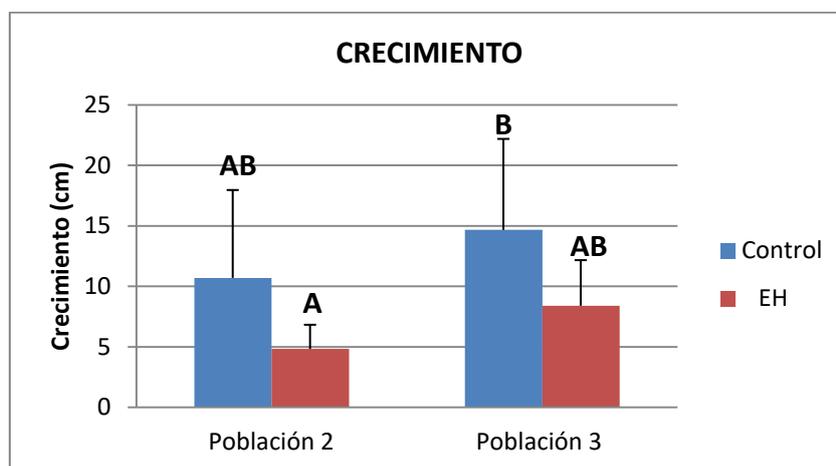


Figura 2: Crecimiento del conjunto de los individuos sometidos a EH y Control EH diferenciando poblaciones.

En ambas poblaciones los individuos sometidos al tratamiento de Control presentan un mayor crecimiento. Los resultados de la población 3 son mayores que los de la 2 para ambos tratamientos.

En la prueba del ANOVA se obtiene un valor-P de 0,0657, puesto que es mayor de 0,05, se deduce que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de los grupos de ambos tratamientos.

Atendiendo a la prueba de múltiples rangos, se determina que solo existen diferencias estadísticamente entre las muestras de Control en la población 3 (**B**) con las muestras de EH de la población 2(**A**), con un nivel de confianza del 95%. También se observa que no hay diferencias significativas estadísticamente entre EH población 3 (**AB**) y el Control de la población 2 (**AB**).

Estos resultados demuestran que *C. selloana* presentara mayor desarrollo vegetativo en lugares con presencia de agua.

b) Peso fresco:

A continuación, se muestra la figura con los promedios de los datos del peso fresco de las hojas, atendiendo al tratamiento.

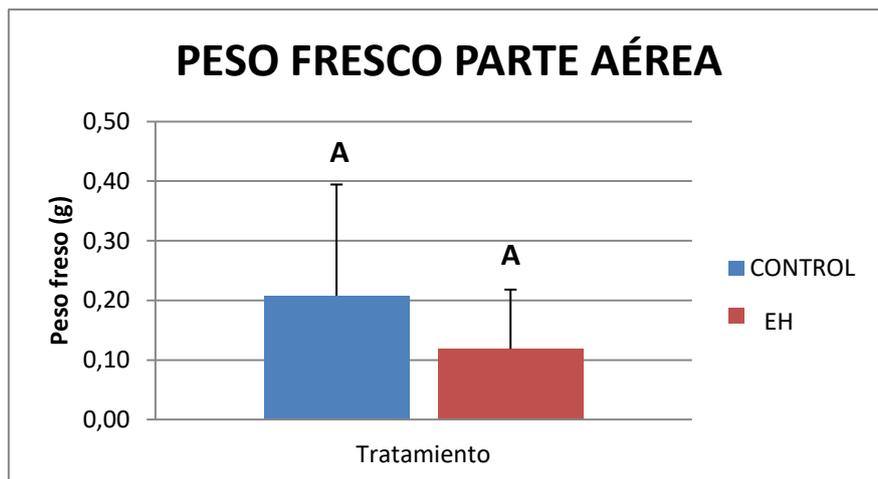


Figura 3: Promedios del peso fresco de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH.

Se puede comprobar cómo los individuos sometidos al Control poseen mayor peso fresco que los de EH.

La prueba ANOVA da un resultado para el valor-P de 0,0556, por lo que al ser mayor o igual a 0,05 se deduce que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos tratamientos. A su vez, la prueba de múltiples rangos determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de datos, con un nivel de confianza del 95%.

En la siguiente figura se muestran los promedios atendiendo a los tratamientos y poblaciones.

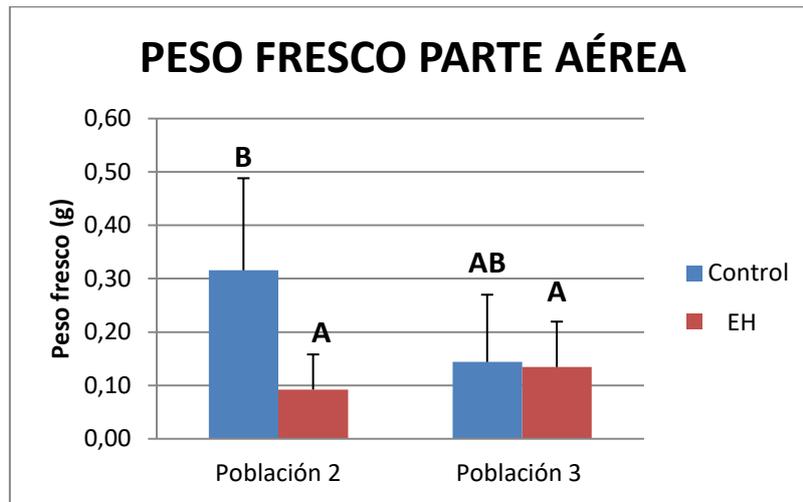


Figura 4: Promedios del peso fresco de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH diferenciando poblaciones.

Observando las barras se comprueba que las hojas de los individuos sometidos a Control poseen un mayor pesaje que las de los sometidos a EH, siendo mayor la diferencia entre ambos tratamientos para la población 2 que la 3.

La prueba del ANOVA da un valor-P de 0,0587 lo cual es superior a 0,05 indicando que no hay diferencias significativas estadísticas entre los grupos. La prueba de múltiples rangos, determina que si existen diferencias significativas estadísticamente con un nivel de confianza del 95% entre los resultados del Control de la población 2 con EH población 2 y entre Control de la población 2 con EH población 3; mientras que no existen dichas diferencias entre EH población 2, EH población 3 y Control población 3.

Los resultados, muestran como la masa de la materia vegetal, en fresco, no se ve afectada por la presencia de agua en el sustrato, puesto que las diferencias halladas entre ambos tratamientos no son significativas. No obstante, los individuos de la población 2 si que se verán afectados.

c) **Peso seco:**

En este apartado se muestran los valores obtenidos del peso seco de la parte aérea de la planta. En la figura siguiente se muestran los datos atendiendo al tratamiento.

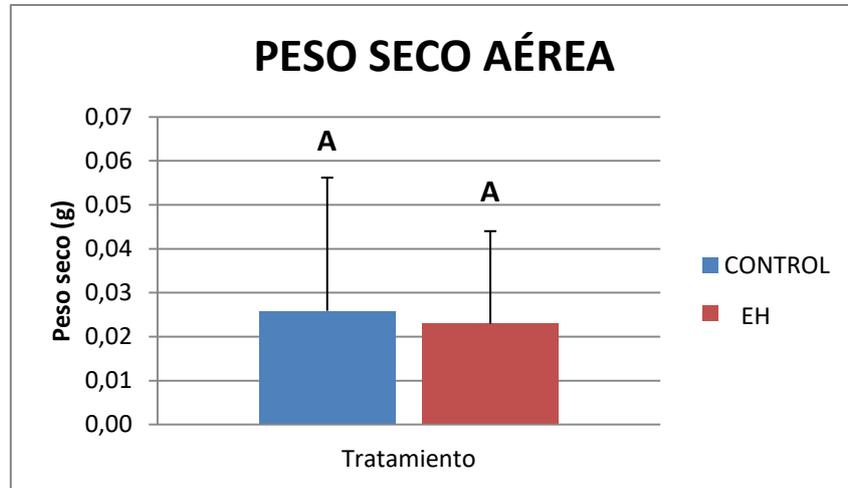


Figura 5: Promedios del peso seco de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH.

En la figura se observa una pequeña diferencia entre el promedio del peso seco de ambos tratamientos, el cual es mayor para el tratamiento de Control, esto se debe a que los individuos sometidos a este desarrollaron mayor cantidad de materia vegetal que los de EH, pero con muy poca diferencia.

En la prueba del ANOVA se ha obtenido un valor-P de 0,5731 con lo que se determina que no existen diferencias significativas estadísticamente entre ambos grupos de datos. Los resultados de la prueba de múltiples rangos confirman la homogeneidad entre ambos grupos de datos.

En la siguiente figura se muestran las barras que representan los promedios del peso seco de la parte aérea de la planta atendiendo al tratamiento y diferenciando entre poblaciones.

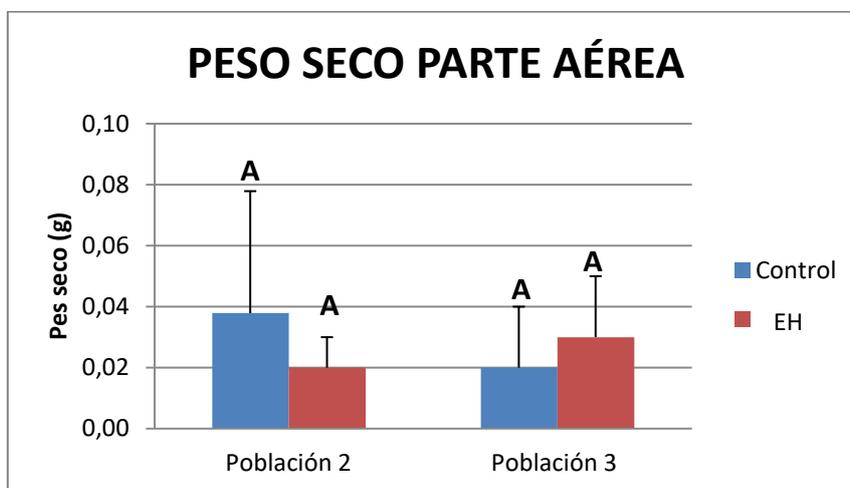


Figura 6: Promedios del peso seco de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH diferenciando poblaciones.

En la figura se observa como para la población 2 el promedio del peso seco es mayor en los individuos sometidos a Control que el de EH, mientras que en la población 3 sucede lo contrario, siendo los individuos de EH los que presentan un promedio mayor para el peso seco de la parte aérea.

La prueba ANOVA muestra un valor de 0,7097 con lo que se deduce que no existen diferencias significativas estadísticamente entre los grupos que se muestran. La prueba de múltiples rangos determina que no existen diferencias significativas estadísticamente entre ninguno de los grupos de datos, con un nivel de confianza del 95%.

Puesto que en ambas figuras se ha determinado que no existen diferencias significativas entre los grupos comparados, se deduce que a *C. selloana* la influencia de la presencia de agua no le afectara a la materia vegetal seca.

d) Contenido hídrico:

Seguidamente se muestran los valores del promedio del contenido hídrico en porcentaje de la parte aérea de la planta para cada tratamiento.

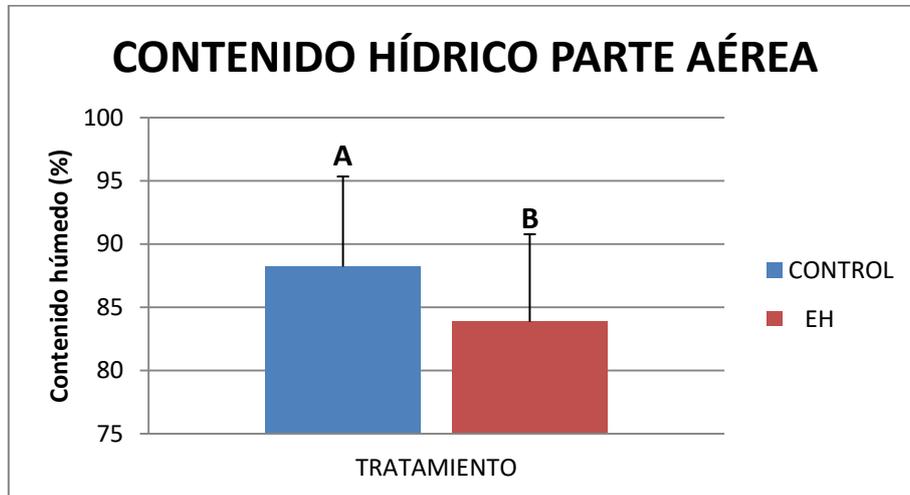


Figura 7: Promedios del contenido hídrico de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH.

Se comprueba como los individuos sometidos a riegos poseen mayor contenido hídrico en la parte de las hojas que los que no fueron regados.

La prueba de ANOVA muestra un valor-P de 0,0012 con lo que sí que se dan diferencias significativas estadísticamente entre ambos grupos. La prueba de múltiples rangos confirma lo descrito por la prueba del ANOVA, es decir, existe una diferencia significativa estadísticamente entre los grupos de datos presentados.

La siguiente figura muestra los valores medios del contenido hídrico en las hojas por tratamiento y separando las poblaciones.

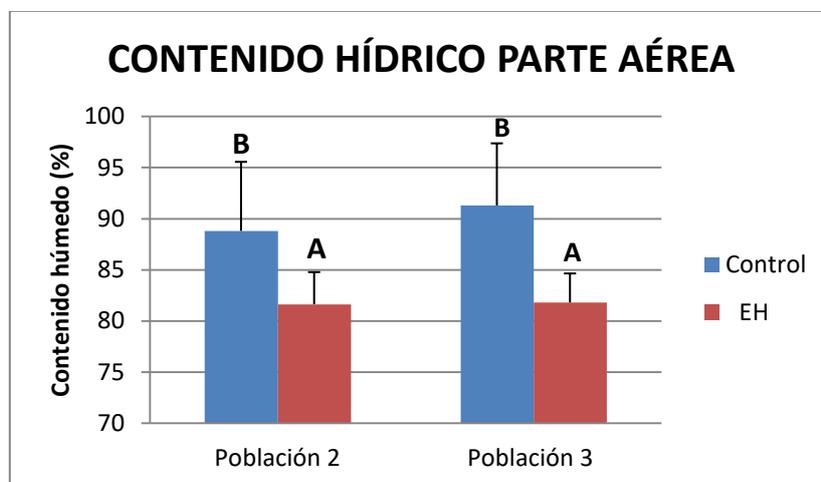


Figura 8: Promedios del contenido hídrico de las hojas de los individuos sometidos a EH y Control EH diferenciando poblaciones.

Se puede observar como en ambas poblaciones el tratamiento de Control presenta mayores porcentajes que EH.

ANOVA muestra un valor-P de 0,0171 con lo que denota que existen diferencias estadísticamente entre los distintos tratamientos. La prueba de múltiples rangos determina que no existen diferencias significativas estadísticamente entre ambas poblaciones con respecto a los tratamientos, es decir, que ambas poblaciones han respondido de un modo homogéneo al tratamiento de EH y el de Control en lo que respecta al contenido de humedad en las hojas. Si habiendo diferencias entre Control y EH por parte de ambas poblaciones.

De los resultados anteriores se deduce que la presencia de agua en el entorno sí que afectara al porcentaje de esta en las hojas de las plantas de la especie en cuestión, no habiendo diferenciaciones entre las dos poblaciones.

5.3.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO

En este apartado se va a analizar la respuesta de las plantas al estrés salino, con las concentraciones detalladas en apartados anteriores para cada uno de los tres tratamientos.

En el **Anexo 20** se muestran las tablas (8 y 9) con los valores máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento y población.

Tabla 8: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento.

Tabla 9: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de la parte aérea de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento y población.

a) **Crecimiento:**

En la siguiente figura se muestra el promedio de los resultados obtenidos en crecimiento de las plantas atendiendo a los tratamientos suministrados.

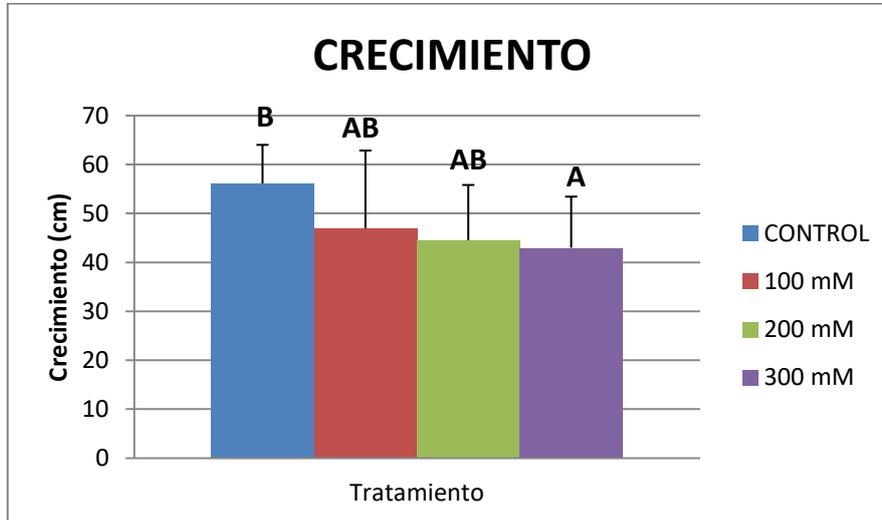


Figura 9: Crecimiento del conjunto de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se puede observar como las plantas que mayor crecimiento presentan son las sometidas al Control, regadas sin ningún añadido salino. Les siguen los individuos sometidos al tratamiento de 100 mM, 200 mM y por último los de 300 mM.

El valor-P obtenido a partir de la prueba ANOVA (0,1836) determina que no existen diferencias significativas estadísticamente entre los distintos grupos de datos de los distintos tratamientos. La prueba de múltiples rangos determina que solo se dan diferencias significativas estadísticamente entre los resultados obtenidos para el tratamiento de Control y el de 300 mM. El resto no presenta diferencias significativas estadísticamente, con un nivel de confianza del 95%.

En la figura que se muestra a continuación se muestran los resultados atendiendo a los distintos tratamientos y diferenciándolos según población.

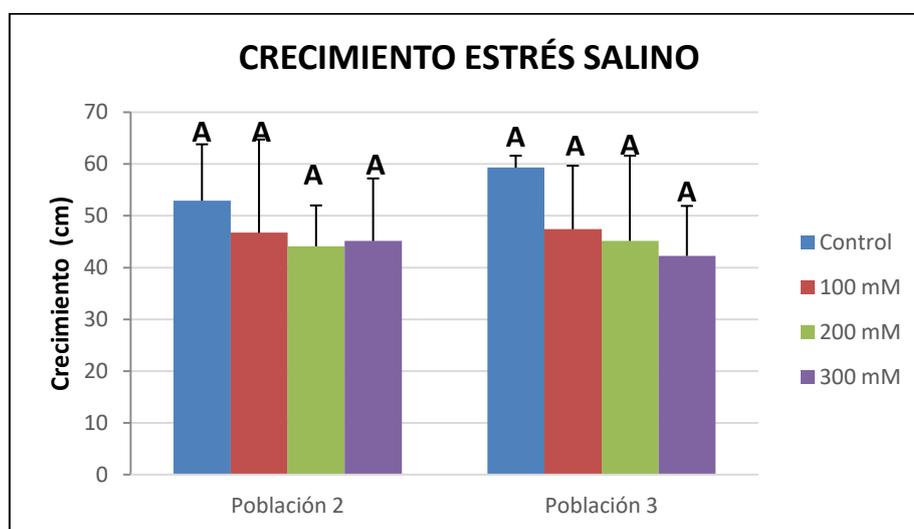


Figura 10: Crecimiento del conjunto de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se observa como el promedio del crecimiento de los individuos sometidos al Control es mayor que el resto. Para la población 2 los individuos que mayor crecimiento han presentado, después de los sometidos a Control, son los del tratamiento de 100 mM, 300 mM y por último los de 300 mM. Para la población 3, tras los individuos del Control, han crecido más los sometidos al tratamiento de 100 mM, 200 mM y por último 300 mM.

El valor-P obtenido en la prueba ANOVA denota que no hay diferencias significativas estadísticamente entre los grupos de datos, al igual que lo determina así la prueba de múltiples rangos.

Como conclusión, se deduce que, sin distinguir entre ambas poblaciones sí que se observan diferencias significativas en las respuestas de las plantas que fueron regadas con agua y las que fueron regadas con concentraciones salinas. Más detalladamente, entre poblaciones y tratamientos no existen diferencias en cuanto al crecimiento para ninguno de los casos.

b) Peso fresco:

A continuación, se muestra el promedio de los datos del peso fresco en las hojas para cada tratamiento.

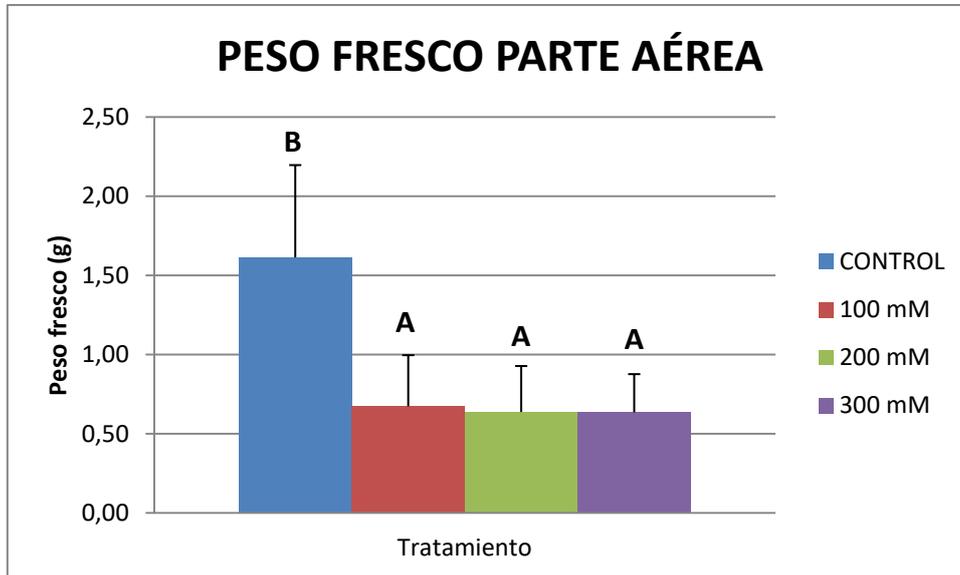


Figura 11: Promedios del peso fresco de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se puede comprobar en la figura como los individuos sometidos a Control presentan un mayor peso fresco en las hojas que el resto de tratamientos. Siendo los valores para el resto muy similares.

Los resultados obtenidos del valor-P en la prueba del ANOVA determinan que existen diferencias significativas estadísticamente entre los grupos de datos trabajados. La prueba de múltiples rangos determina que estas diferencias se encuentran entre los tratamientos de 100, 200 y 300 mM con el Control. Mientras que entre 100, 200 y 300 mM no existen diferencias significativas estadísticamente con un nivel de confianza del 95 %.

En la siguiente figura se muestra el peso fresco de la parte aérea atendiendo a la población y a los tratamientos.

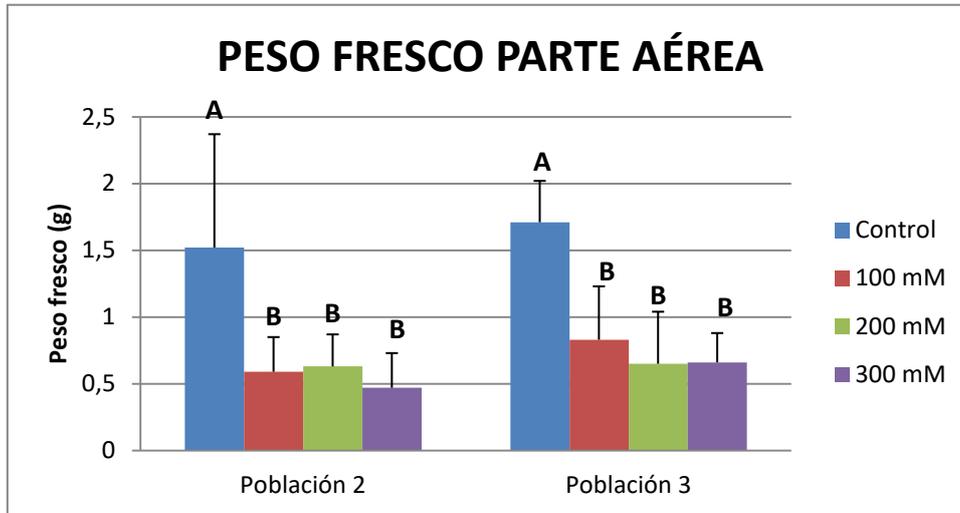


Figura 12: Promedios del peso fresco de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Como en la figura anterior, se ven los valores más altos en los tratamientos de Control, siendo mayor el de la población 3. El resto de tratamientos en ambas poblaciones mantienen valores muy similares y alejados de los resultados de Control.

La prueba del ANOVA determina que existen diferencias significativas estadísticamente entre los distintos grupos. La prueba de múltiples rangos indica que estas diferencias se dan entre los tratamientos de Control (ambos homogéneos entre sí) y el resto de tratamientos, los cuales también son homogéneos entre sí independientemente de las poblaciones y concentraciones salinas.

De los resultados vistos, se deduce que la cantidad de sales en el sustrato afectara al peso fresco de las plantas, siendo valores más altos para este en ausencia de sales y sin distinción de la respuesta entre las distintas poblaciones.

c) **Peso seco:**

A continuación, se muestran los valores medios del peso seco de la parte aérea atendiendo a los tratamientos.

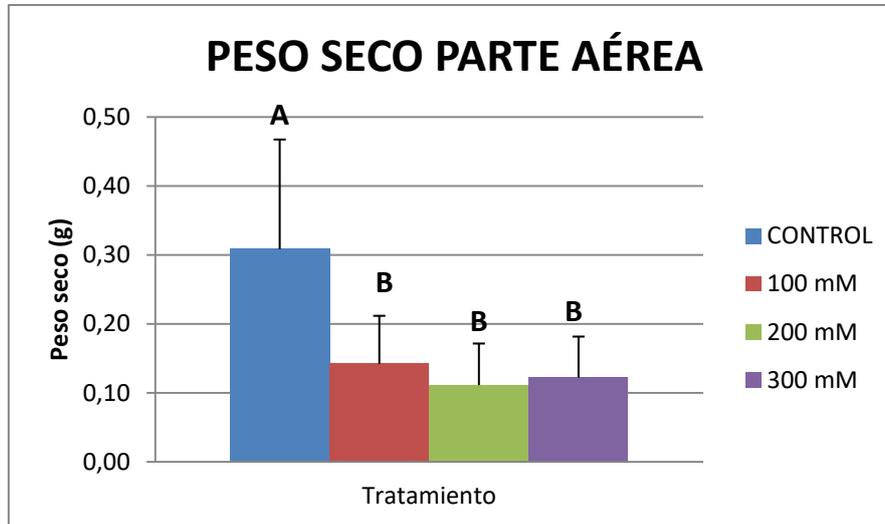


Figura 13: Promedios del peso seco de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Como en el peso húmedo, los individuos que mayor pesaje han obtenido son los sometidos al tratamiento de Control, siendo los valores distintos a los sometidos a estrés salino, los cuales han sido muy similares entre ellos.

ANOVA determina que existen diferencias significativas entre los distintos tratamientos. La prueba de múltiples rangos, destaca que estas diferencias se encuentra entre el tratamiento de Control y el resto de tratamientos, los cuales son homogéneos entre sí con un nivel de confianza del 95 %.

A continuación, se muestran los promedios para cada tratamiento diferenciando las poblaciones.

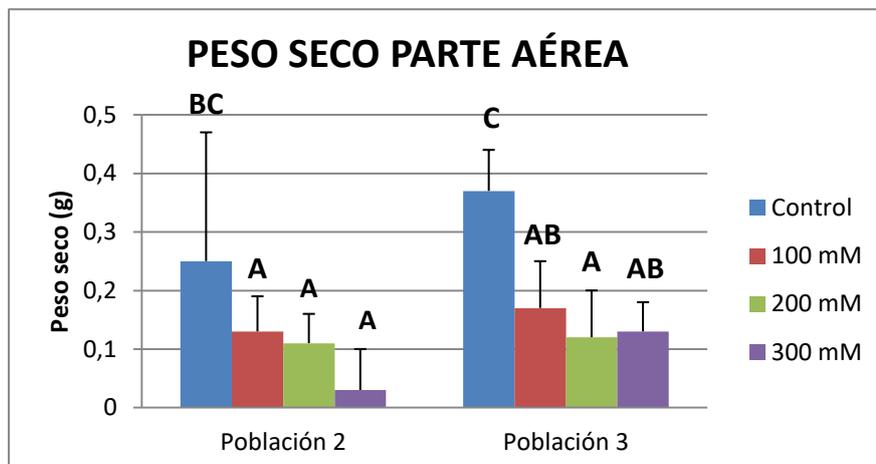


Figura 14: Promedios del peso seco de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se puede comprobar cómo los individuos del tratamiento de Control, para ambas poblaciones, pesan más en seco que los individuos del resto de tratamientos. Siendo los de la población 3 el que mayor peso seco representa entre los Controles. El tratamiento de 100 mM es el segundo que más destaca, siendo la población 3 la que ha obtenido un promedio más alto entre ambas poblaciones. El tratamiento de 200 mM es el tercero que más destaca para la población 2 y el que menos para la 3, siendo el valor del promedio muy similar en ambos casos. Para 300 mM la población 3 es la que destaca, siendo el tercero que presenta un dato mayor en esta y el ultimo en la población 2.

ANOVA determina que si existen diferencias significativas entre los grupos de muestras. Atendiendo a la prueba de múltiples rangos, estas diferencias se dan entre los tratamientos de Control y el resto de tratamientos en ambas poblaciones.

La conclusión que se obtiene de los datos observados, es que la salinidad sí que afecta al peso seco de las hojas de ambas poblaciones, presentando unos valores mayores en los individuos que fueron regados con agua sin ningún añadido salino.

d) Contenido hídrico:

Seguidamente se muestran los valores medios del contenido hídrico en las hojas para cada tratamiento.

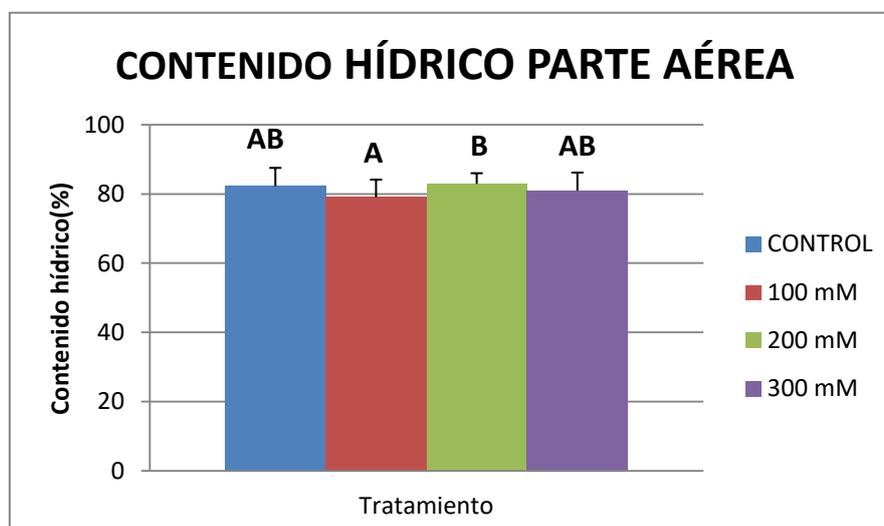


Figura 15: Promedios del contenido hídrico de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se puede comprobar como todos los tratamientos poseen un porcentaje similar de contenido hídrico en las hojas, todos ellos están en torno el 79 - 83 %. Siendo el que mayor valor medio presenta el tratamiento de 200 mM, seguido del Control, 300 mM y por último 100 mM.

La prueba del ANOVA muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de datos. La prueba de múltiples rangos lo corrobora, excepto para el

caso de los tratamientos de 100 y 200 mM los cuales sí que presentan diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95 %.

En la siguiente figura se van a mostrar los datos de los promedios del contenido hídrico obtenidos en cada tratamiento según poblaciones.

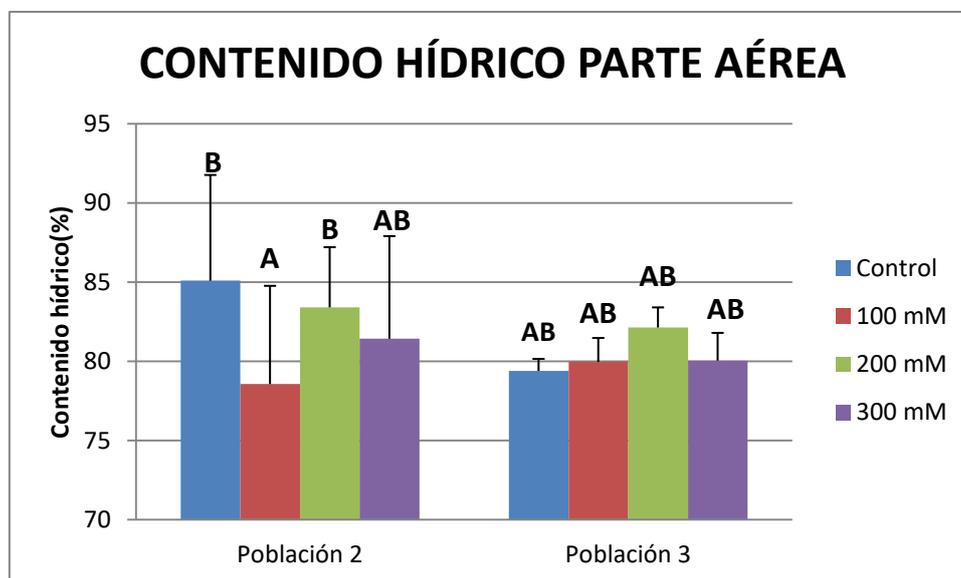


Figura 16: Promedios del contenido hídrico de las hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se comprueba cómo la población 2 ha obtenido mayores con respecto a la población 3 porcentajes en todos los tratamientos exceptuando el de 100 mM. En la población 2 el tratamiento que mayor promedio ha obtenido en humedad de las hojas es el de Control, seguido de 200 y 300 mM, siendo el de 100 mM el que menos. Para la población 3 el tratamiento que mayores resultados ha obtenido es el de 200 mM, seguido de 300 y 100 mM, siendo el Control el que menores valores ha mostrado.

La prueba del ANOVA determina en este caso que no hay diferencias significativas estadísticamente entre los tratamientos y poblaciones. La prueba de múltiples rangos así lo confirma, exceptuando el tratamiento 100 y 200 mM de la población 2, y el de 100 mM y Control de la población 2 ambos con diferencias significativas estadísticamente entre sí con un nivel de confianza del 95%.

Por lo que se deduce que salinidad no afecta en gran medida al contenido hídrico en las hojas de la especie *Cortaderia selloana*.

e) Número de hojas:

En este apartado se muestran los resultados del promedio de hojas de cada individuo atendiendo al tratamiento.

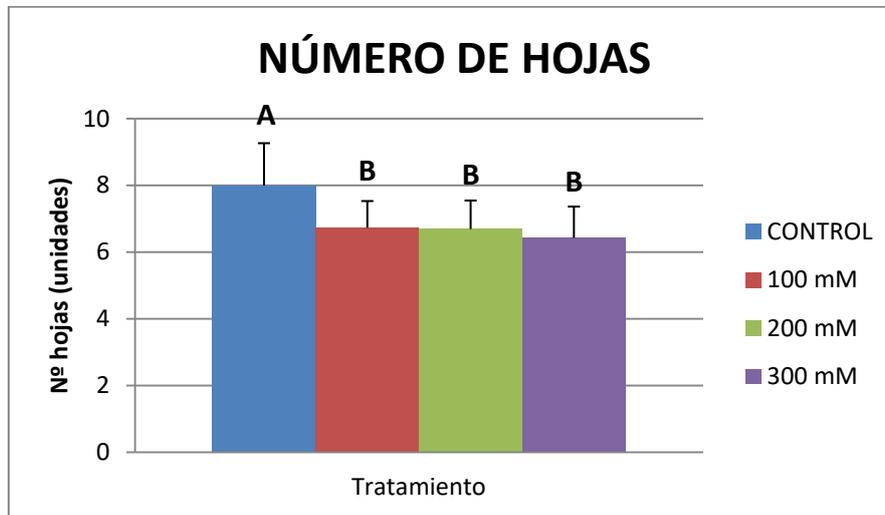


Figura 17: Promedios del número de hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

En la figura se puede observar como hay una relación inversa con la concentración de sal y el número de hojas, es decir, a menor presencia de sales en el agua mayor número de hojas desarrolla la planta. Por ello, el tratamiento cuyos individuos presenta más hojas es el de Control, seguido de 100, 200 y por último 300 mM.

La prueba del ANOVA determina que si existen diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos. Se conocen entre qué grupos se dan gracias a la prueba de múltiples rangos, la cual determina que los grupos de datos de 100, 200 y 300 mM son homogéneos entre sí, siendo el de Control el que presenta diferencias estadísticamente significativas con el resto de tratamientos con un nivel de confianza del 95 %.

Seguidamente se muestran en una figura el valor medio del número de hojas para cada tratamiento diferenciando entre poblaciones.

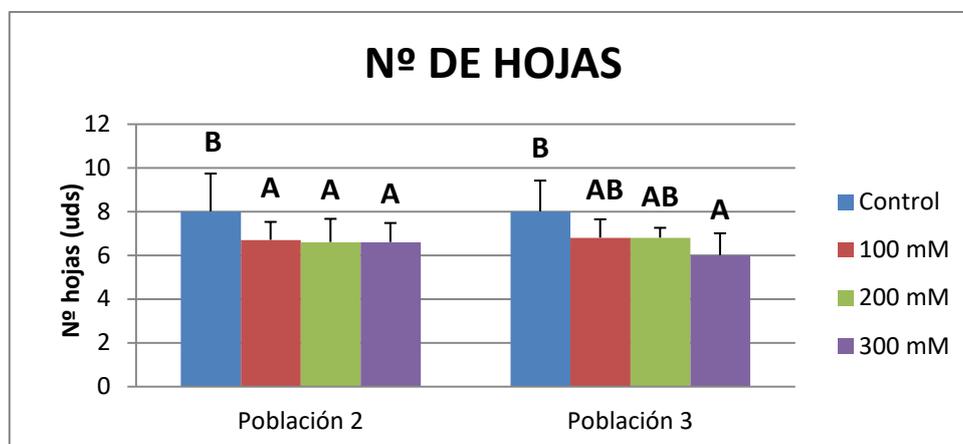


Figura 18: Promedios del número de hojas de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Observando las barras se deduce lo mismo que en caso anterior, menor concentración de sales en el agua mayor número de hojas desarrollan los individuos, esto se cumple para ambas poblaciones.

La prueba ANOVA determina que no existen diferencias significativas entre los tratamientos y las distintas poblaciones. No obstante la prueba de múltiples rangos, determina que ambas poblaciones difieren significativamente en todos los tratamientos salinos con sus respectivos controles. En los tratamientos de 100, 200 y 300 mM no hay diferencias significativas estadísticamente entre ambas poblaciones, al igual que entre los controles de ambas poblaciones.

De los datos observados se deduce que la salinidad en el agua afecta al desarrollo de hojas en la planta, de tal modo que a mayor concentración salina menor número de hojas desarrolla esta.

5.4 RESULTADOS EN RAÍCES

En este apartado se van a presentar los resultados obtenidos de distintas mediciones realizadas en las raíces de los individuos, separándolos atendiendo al estrés aplicado, dentro de cada uno se desglosa la información diferenciando los resultados por tratamiento y por poblaciones.

5.4.1 RESULTADOS PARA ESTRÉS HÍDRICO

En este apartado se van a mostrar los resultados de los análisis realizados a las raíces de los individuos sometidos a estrés hídrico.

En el **Anexo 21** se muestran las tablas con los valores máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados en las raíces de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento y población.

Tabla 10: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de las raíces de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento.

Tabla 11: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de las raíces de la planta para el tratamiento de EH. Atendiendo al tratamiento y población.

a) Peso fresco:

En la siguiente figura se muestran los promedios del peso fresco diferenciando entre tratamientos.

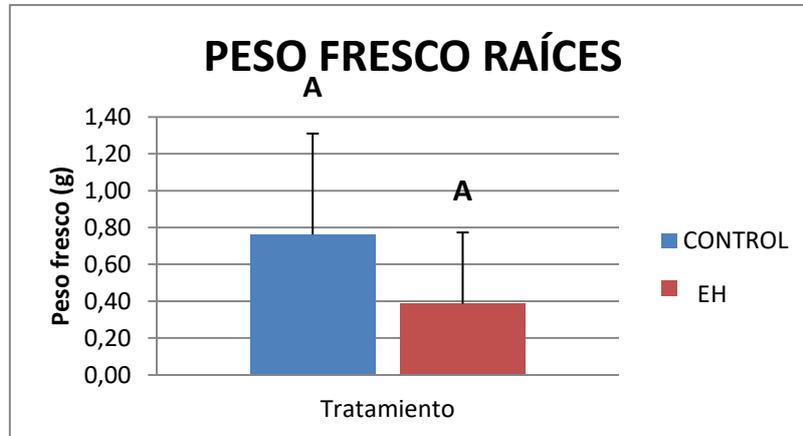


Figura 19: Promedios del peso fresco de las raíces de los individuos sometidos a EH y Control EH.

Se puede comprobar cómo los resultados obtenidos son mayores para los individuos sometidos al tratamiento de Control que los de EH.

La prueba del ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados de los individuos de ambos tratamientos. Así lo confirma la prueba de múltiples rangos con un intervalo del 95 % de confianza.

La siguiente figura muestra el promedio del peso fresco de las raíces en gramos, atendiendo al tratamiento y diferenciando entre poblaciones.

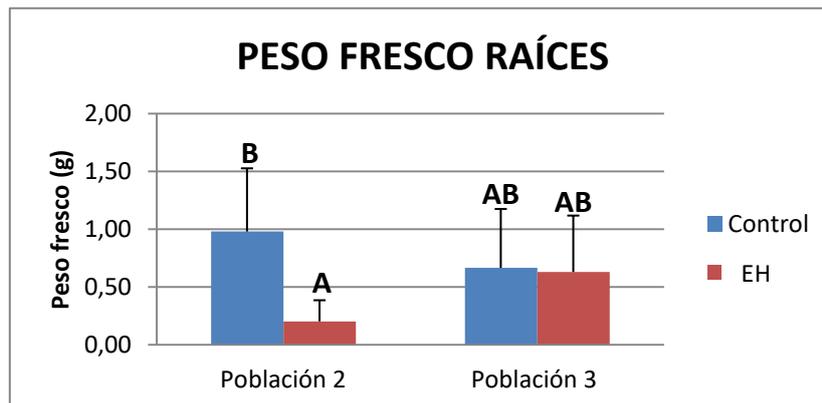


Figura 20: Promedios del peso fresco de las raíces de los individuos sometidos a EH y Control EH, diferenciando poblaciones.

Se observa lo mismo que en la figura anterior, es decir, en los individuos sometidos a Control sus raíces pesan más en fresco que las de los sometidos a EH. Siendo mayor la diferencia para la población 2.

ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas en ambos tratamientos para ninguna de las dos poblaciones, no obstante la prueba de múltiples rangos determina que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento de EH y Control de la población 2 con un nivel de confianza del 95 %, no obstante no existen dichas diferencias entre el resto de tratamientos y poblaciones.

Los resultados demuestran que la sequía no ha tenido repercusión en el peso fresco de las raíces a excepción de la población 2.

b) Peso seco:

Seguidamente, se muestran los promedios de los resultados obtenidos en el análisis del peso seco de las raíces de los individuos sometidos a estrés hídrico y su respectivo tratamiento de Control.

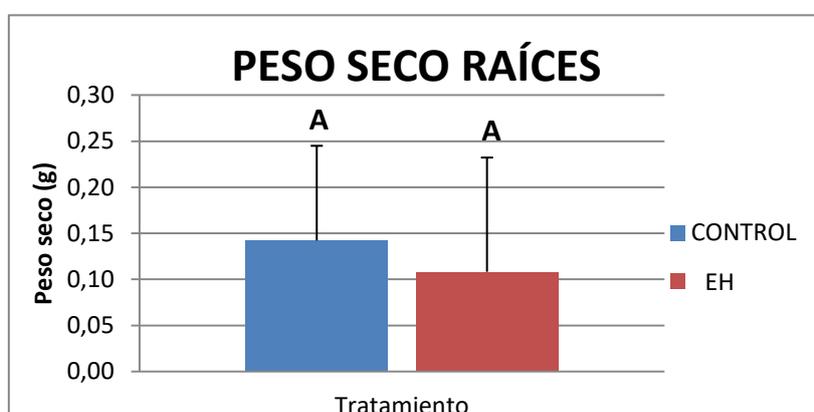


Figura 21: Promedios del peso seco de las raíces de los individuos sometidos a EH y Control EH

A partir de la figura, se puede determinar que los individuos que si fuero regados con agua respondieron generando mayor peso en seco de las raíces que los de EH.

La prueba del ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos en cuanto a dicho parámetro. Al igual que así lo determina la prueba de múltiples rangos con un 95 % de intervalo de confianza.

La siguiente figura muestra el promedio del peso seco de las raíces, en gramos, atendiendo al tratamiento y diferenciando entre poblaciones.

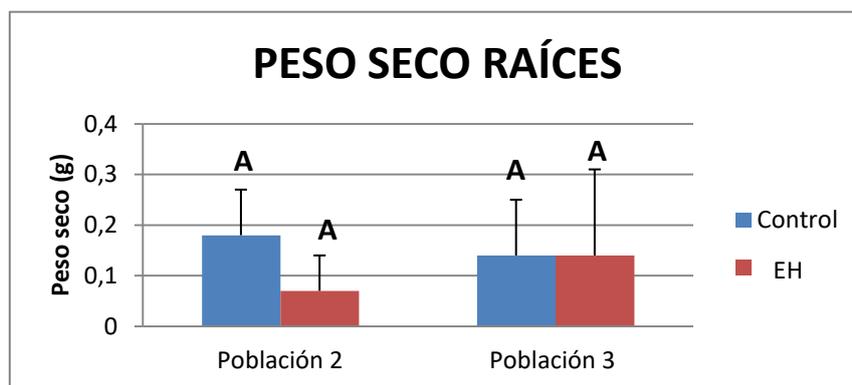


Figura 22: Promedios del peso seco de las raíces de los individuos sometidos a EH y Control EH, diferenciando poblaciones.

Se puede observar como para la población 2 si que las raíces secas de los individuos sometidos a Control poseen mayor pesaje que las de EH, no obstante, para la población 3 se obtienen el mismo promedio en ambos tratamientos.

La prueba del ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ni entre poblaciones, al igual que la prueba de múltiples rangos, que determina que todos los grupos son homogéneos entre sí con un intervalo de confianza del 95 %.

Todo esto indica que la presencia o no de agua en el sustrato no afectará al peso seco de las raíces en la especie vegetal estudiada.

c) Contenido hídrico:

A continuación, se van a mostrar los valores medios obtenidos del contenido hídrico en las raíces (en porcentaje) para el tratamiento de Control y EH.

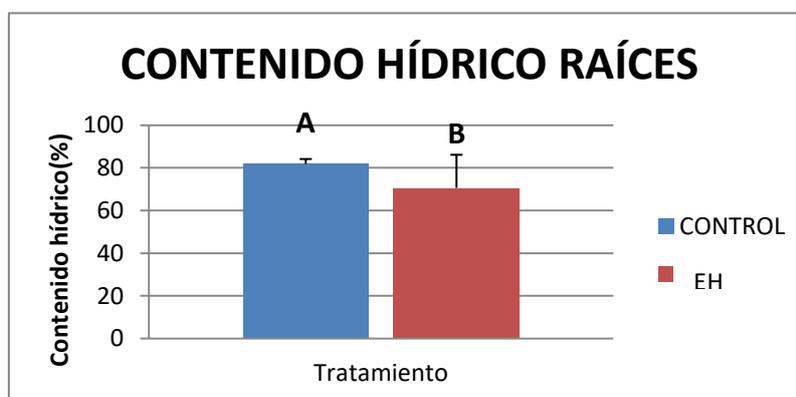


Figura 23: Promedios del contenido hídrico de las raíces de los individuos sometidos a EH y Control EH.

Como se puede observar hay una ligera diferencia entre ambos tratamientos, no obstante el mayor porcentaje hídrico en raíces corresponde a los individuos sometidos al tratamiento de Control.

La prueba ANOVA determina que si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos de datos, al igual que así lo determina la prueba de múltiples rangos con un 95 % de nivel de confianza.

Ahora se muestra una figura con los valores medios del contenido hídrico en raíces (en porcentaje) de cada tratamiento y separando por poblaciones dichos resultados.

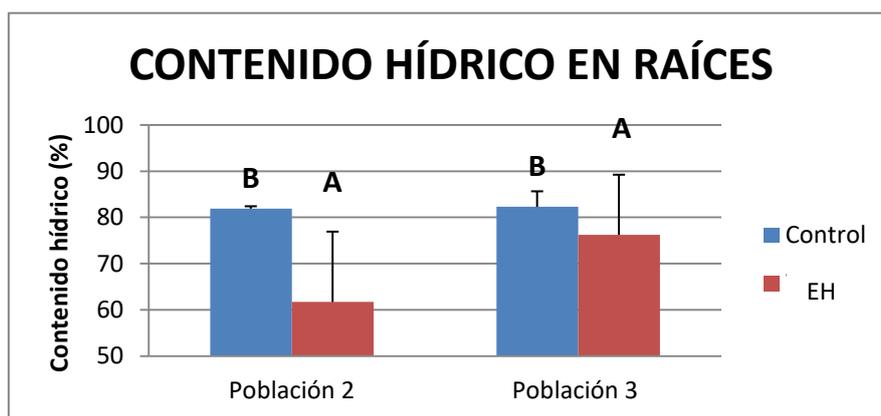


Figura 24: Promedios del contenido hídrico de las raíces de los individuos a EH y Control EH, diferenciando poblaciones.

Para ambas poblaciones se ven mayores porcentajes en el tratamiento de Control que en EH. En el tratamiento de EH la población 3 es la que mayor promedio de contenido hídrico a mostrado.

La prueba ANOVA determina que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los porcentajes en raíces y los tratamientos, no obstante, la prueba de múltiples rangos determina que sí existen diferencias significativas entre tratamientos pero no entre poblaciones.

Por lo que se deduce, que la sequía sí afectará al contenido hídrico de las raíces.

5.4.2 RESULTADOS PARA ESTRÉS SALINO

En este apartado se van a mostrar los resultados de los análisis realizados a las raíces de los individuos sometidos a estrés salino.

En el **Anexo 22** se muestran las tablas con los valores máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados en las raíces de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento y población.

Tabla 12: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de las raíces de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento.

Tabla 13: Valor máximo, mínimo, media y desviación estándar de los parámetros analizados de las raíces de la planta para el tratamiento de Estrés Salino. Atendiendo al tratamiento y población.

a) Peso fresco:

En la siguiente figura se muestran los promedios del peso fresco en gramos, diferenciando entre tratamientos.

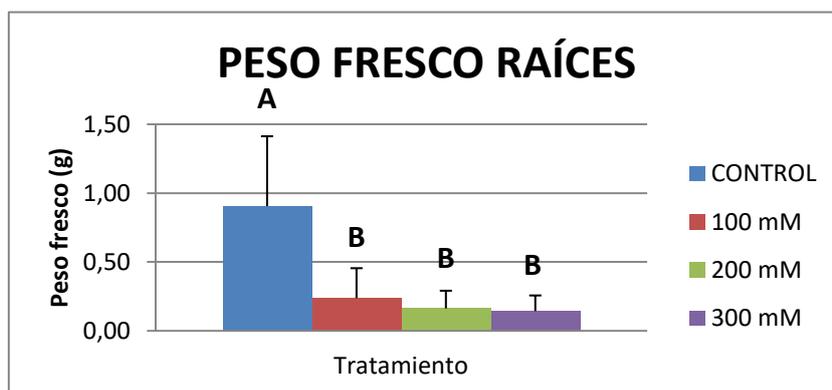


Figura 25: Promedios del peso fresco de las raíces de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se puede comprobar cómo el promedio del peso fresco de los individuos sometidos a Control es mucho mayor que el del resto. Para el resto de tratamientos a mayor salinidad en el agua de riego menor peso fresco de las raíces, es decir presenta mayor peso fresco las raíces del tratamiento de 100 mM que el de 300 mM siendo el de 200 mM un peso intermedio entre ambos.

La prueba ANOVA determina que existen diferencias estadísticamente significativas, así lo confirma la prueba de múltiples rangos que indica que estas se encuentra entre el Control y el resto de tratamientos, los cuales son homogéneos entre sí con un 95 % de nivel de confianza.

A continuación, se muestra una figura con las medias del peso fresco de las raíces, en gramos, de cada tratamiento separando las poblaciones.

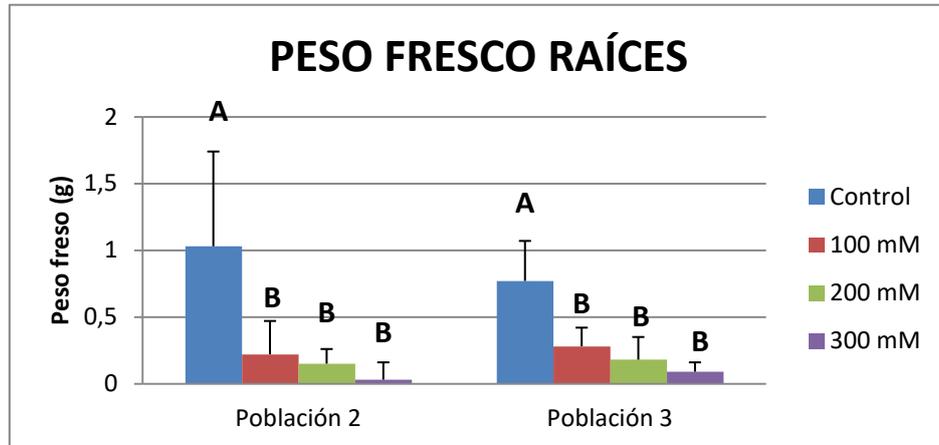


Figura 26: Promedios del peso fresco de las raíces de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se observan unos resultados similares a los de la figura anterior, Las raíces de los individuos sometidos al Control pesan más en fresco que las del resto de tratamientos, entre ambos Controles destacan las raíces de la población 2. El siguiente tratamiento que mayor peso fresco de raíces presenta es el de 100 mM, seguido de 200 mM y por último el de 300 mM. Para los tratamientos salinos la población 3 ha obtenido mayores valores en todos ellos que la 2.

La prueba ANOVA determina que si existen diferencia significativas estadísticamente y la prueba de múltiples rangos determina que estas se encuentra entre el tratamiento de Control frente al resto de tratamientos, los cuales el grupo de datos es homogéneo entre con un nivel de confianza del 95% .

De aquí se extrae la conclusión de que la salinidad afectará al peso fresco de las raíces, de tal modo que a mayor salinidad menor peso fresco presentaras las raíces de *C.selloana*.

b) Peso seco:

Ahora se van a mostrar los promedios del peso seco en las raíces expresados en gramos diferenciando entre el tratamiento de Control y tres tratamientos de estrés salino.

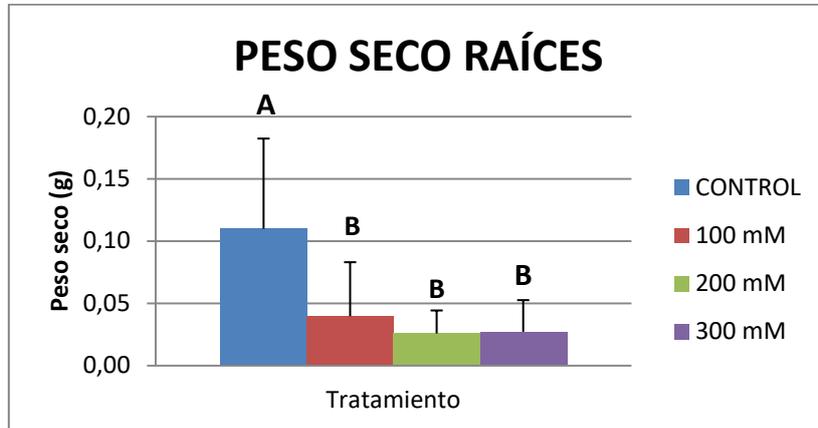


Figura 27: Promedios del peso seco de las raíces de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se observa como las raíces de los individuos de Control pesan más que las del resto, seguidas de las del tratamiento de 100 mM, 300 mM y por último las que menos pesan las del tratamiento de 200 mM.

La prueba ANOVA determina que sí existen diferencias estadísticas entre los grupos de tratamientos, estas se conocen gracias a la prueba de múltiples rangos que indica que estas se dan entre el tratamiento de Control y el resto de tratamientos, estos últimos siendo homogéneos entre sí, con un intervalo de confianza del 95 %.

Seguidamente se analizan los datos del peso seco de las raíces atendiendo al tratamiento suministrado y diferenciando entre poblaciones.

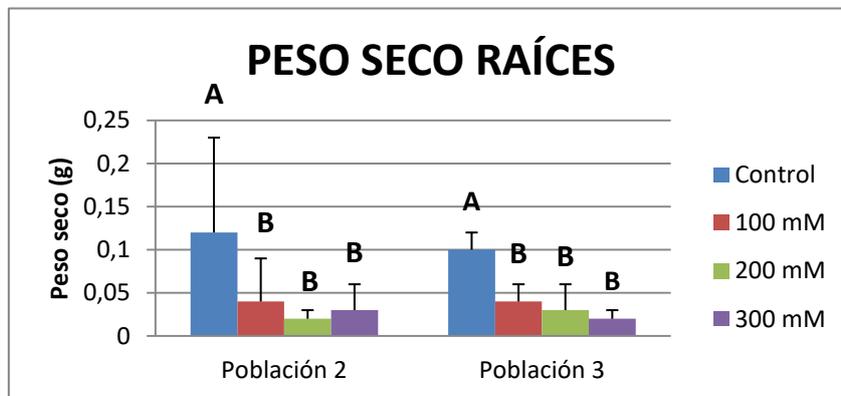


Figura28: Promedios del peso seco de las raíces de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se puede comprobar cómo las raíces de los individuos sometidos al tratamiento de Control pesan más en seco que las del resto, siendo las de la población 2 las que mayores resultados han mostrado. Para dicha población muestran mayores pesos, seguido de las de Control, las raíces del tratamiento de 100 mM y 300 mM y por último las de 200 mM. Para la población 3 después de las de Control, presentan mayores pesos las del tratamiento de 100 mM y 200 mM siendo las que menos las del tratamiento de 300 mM.

La prueba ANOVA indica que existen diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos, la prueba de múltiples rangos indica que estas se dan entre el tratamiento de Control y el resto de tratamientos, estos últimos siendo homogéneos entre sí y sin establecer diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones, con un intervalo de confianza del 95 %.

De aquí se deduce que la presencia de sales en el agua de riego afectará al peso seco de las raíces de *C. selloana* pero no la concentración de cloruro sódico para el peso de estas.

c) Contenido hídrico:

Se muestran los promedios del contenido hídrico en las raíces de la especie en cuestión en porcentaje atendiendo al tratamiento suministrado.

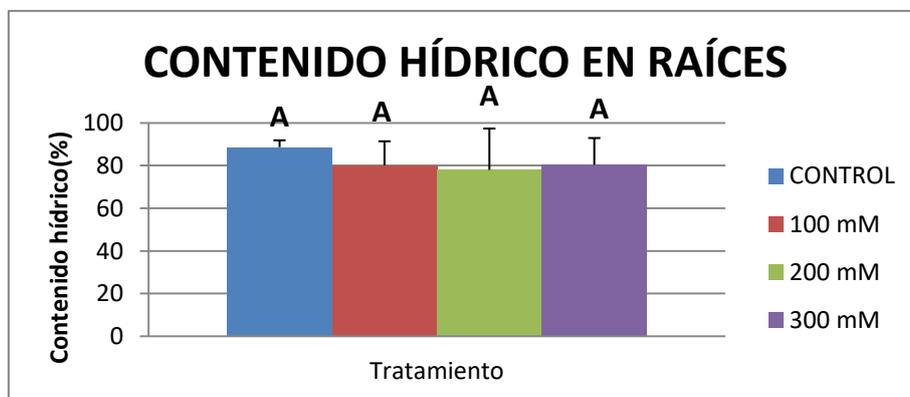


Figura 29: Promedios del contenido hídrico de las raíces de los individuos sometidos a Estrés Salino y Control ES.

Se puede comprobar cómo se obtienen promedios muy similares en todos los tratamientos, siendo el que destaca el de Control, seguido del de 300 mM, 100 mM y por último el de 200 mM.

ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los datos de los tratamientos, al igual que así lo confirma la prueba de múltiples rangos con un nivel de confianza del 95 %.

Por último, en la siguiente figura se muestran los porcentajes medios de cada tratamiento para el contenido hídrico de las raíces diferenciando entre las dos poblaciones.

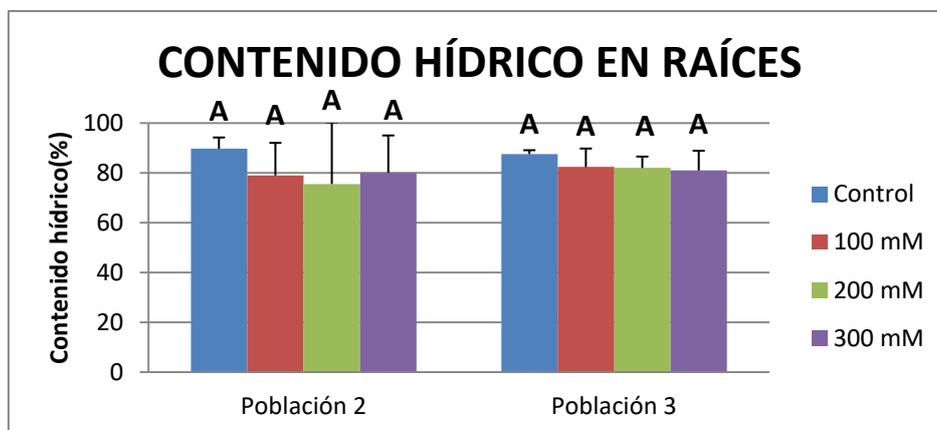


Figura 30: Promedios del contenido hídrico de las raíces de los individuos a Estrés Salino y Control ES, diferenciando poblaciones.

Se observan valores muy similares en todos los tratamientos, no obstante destacan los de Control en ambas poblaciones, siendo la 2 dentro de los Controles la que mayor índice ha obtenido. Para la población 2 el tratamiento que ocupa el segundo lugar en contenido hídrico en raíces es el tratamiento de 300 mM, seguido del de 200 mM y el que menor porcentaje muestra es el de 200 mM. Para la población 3 el segundo lugar lo ocupa el tratamiento de 100 mM seguido del de 200 mM y el que menor promedio tiene es el de 300 mM.

ANOVA determina que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos y poblaciones, al igual que la prueba de múltiples rangos con un intervalo de confianza del 95 %.

De este modo se concluye que la presencia de sales en el agua de riego no afecta al contenido hídrico de las raíces de *C. selloana* incluso a nivel poblacional.

6. CONCLUSIONES.

Tras observar los distintos resultados obtenidos, se puede concluir que *Cortaderia selloana* es una planta muy tolerante a las condiciones de sequía y salinidad, aunque crezca mejor en las condiciones de Control, esta puede sobrevivir mucho tiempo en condiciones de salinidad. En cuanto al nivel poblacional del análisis, no se han obtenido diferencias significativas entre poblaciones para la mayoría de los parámetros analizados, con lo que se deduce que las diferencias del entorno no afectan a las semillas de dicha especie.

Respecto al suelo, las muestras tomadas del campo han dado resultados muy similares entre sí, mostrando altos porcentajes de arcilla y limo. Son suelos carbonatados y de pH básico.

En cuanto a la salinidad del sustrato, no es un factor por el cual la planta se vea afectada en gran medida. El límite por el cual se empieza a ver afectada negativamente es una conductividad eléctrica de 2,77 dS/m (valor del tratamiento 300 mM) en donde se empiezan a mostrar diferencias significativas con el resto de tratamientos obteniendo resultados más desfavorables.

Como se ha comentado anteriormente, el cambio climático comporta aumento de las sequías y salinidad en los suelos, por lo que esta especie puede verse favorecida por dichas condiciones respecto a otras autóctonas.

En base a la respuesta obtenida por la planta a los distintos tratamientos y a la facilidad de esparcir semillas, con la finalidad de controlar y prevenir la colonización de espacios naturales por dicha especie; las medidas que se pueden adoptar serían:

- La prohibición de su introducción en España, pertinencia y transporte.
- Retirar aquellas ubicadas en parques, jardines y rotondas con motivo ornamental, conteniendo las panículas en bolsas antes de su manipulación para evitar que las semillas se desprendan y por acción del viento se transporten.
- Localización de las poblaciones en estado silvestre y eliminación controlada.
- Control tras un periodo de las poblaciones eliminadas, para evitar que vuelva a rebrotar o germinar.
- Concienciar a los agricultores el control de invasoras en los terrenos abandonados.
- Repoblar con especies autóctonas aquellos espacios que lo permitan, como por ejemplo *Erianthus ravennae*.
- Informar a la ciudadanía sobre las repercusiones de la introducción de especies exóticas invasoras.

De este modo, se dejará menos cabida a la invasión de terrenos, dado que lo principal es ubicar en dónde se encuentra esta especie invasora, eliminarla y evitar que se reproduzcan las condiciones por las cuales se instaló.

Se puede concluir que el presente proyecto ha cumplido con los objetivos marcados de comprobar la respuesta de la especie a los distintos tipos de estrés, comprobar las diferencias a nivel poblacional y la propuesta de medidas para la eliminación de la especie.

El método utilizado para la realización de este, ha sido muy gratificante puesto que se han obtenido una gran cantidad de datos con los cuales se puede extraer mucha información sobre la especie en cuestión.

Las limitaciones que se presentaron al inicio de este, fueron los distintos ritmos de crecimiento de las plantas cultivadas y la escasez de individuos de la población uno de Cullera, a pesar de una segunda siembra de semillas pertenecientes a esta, todavía no germinaron individuos suficientes; por lo que en el tratamiento estadístico se decidió la no inclusión de los datos obtenidos de esta, puesto que no era una muestra representativa.

Por lo demás, ha sido una experiencia gratificante puesto que se han ido viendo las respuestas de los individuos con claridad. Se han confirmado la hipótesis, logrado los objetivos marcados en un principio y lo más importante, se ha verificado que dicha especie supone una amenaza con el paso de los años si no se toman medidas de actuación para evitar su expansión y la pérdida de biodiversidad.

7.BIBLIOGRAFIA.

- Anthos.es. Mapa distribución *Cortaderia selloana* en España. [online] Disponible en: <http://www.anthos.es/> [consultado 11 Mayo 2017].
- Apuntes practicas de edafología: Rioja Molina, A. (2002), Apuntes de fitotecnia general, E.U.I.T.A., Ciudad Real.
- Asturnatura.com "Cortaderia selloana (Schult. & Schult. f.) Asch. & Graebn.". *Asturnatura.com* [en línea]. Num. 93, 04/10/06 [consultado el: 24/05/2017]. Disponible en <<https://www.asturnatura.com/especie/cortaderia-selloana.html>>. ISSN 1887-5068.
- Banco de Datos de Biodiversidad Comunidad Valenciana. Ficha de *Cortaderia selloana*. [online] Disponible en: <http://bdb.cma.gva.es> [visto 24 Mayo 2017].
- Carta de colores del suelo Munsell.1905
- Cartoweb.cma.gva. Mapa distribución de la especie *Cortaderia selloana* en la Comunidad Valenciana. [online] Disponible en: Cartoweb.cma.gva. [visto 11 Mayo 2017]
- Clements, D. R., y Ditommaso, A. (2011). Climate change and weed adaptation: can evolution of invasive plants lead to greater range expansion than forecasted?. *Weed Research*, 51(3), 227-240.
- Domenech, R., y Vila, M. (2008). Response of the invader *Cortaderia selloana* and two coexisting natives to competition and water stress. *Biological invasions*, 10(6), 903-912. [online] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10530-008-9243-0> [visto 10 Mayo 2017].

- FAO (2008). Climate change and food security: a framework document. Roma.
- Gracia C., Sabaté S., López B. y Sánchez A. 2001. Presente y futuro del bosque mediterráneo: balance de carbono, gestión forestal y cambio global. En: Zamora R. y Pugnaire F.I. (eds.). Aspectos funcionales de los ecosistemas mediterráneos. CSIC-AEET, Granada. Pgs. 351-352.
- Ibañez J.J, (2007). Carbonatos del Suelo: Diagnóstico de suelos de en campo. Madrid.
- IPCC. 2001. Climate change 2001: the scientific basis. En: Houghton J.T., Ding Y., Griggs J., Noguer M., Van der Linden P.J., Dai X., Maskell K. y Johnson C.A. (eds.). Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2014). Fourth Assessment Report: Climate change 2007.
- Jump, A. S., y Penuelas, J. (2005). Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. Ecology Letters, 8(9), 1010-1020.
- Kelly, A. E., y Goulden, M. L. (2008). Rapid shifts in plant distribution with recent climate change. Ed. Proceedings of the National Academy of Sciences, 105(33), 11823-11826.
- Mapama (2017). Biodiversidad y cambio climático. [online] mapama. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-la-biodiversidad/biodiversidad-y-cambio-climatico/> [visto en 15 Jul. 2017]
- Mittler, R. (2006). Abiotic stress, the field environment and stress combination. Trends in plant science, 11(1), 15-19.
- NC State University, (2010). Effects of climate change on agriculture, Raleigh, North Carolina, visto el 6 de junio de 2017 <http://climate.ncsu.edu/edu/k12/ClimateChange>.
- Shrivastava, P., & Kumar, R. (2015). Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. Saudi journal of biological sciences, 22(2), 123-131.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham y Hughes, L. (2004). Extinction risk from climate change. Nature, 427(6970), 145-148
- Valladares F., Vilagrosa A., Peñuelas J., Ogaya R., Camarero J.J., Corcuera L., Sisó S. y GilPelegrin E. (2004). Estrés hídrico: ecofisiología y escalas de la sequía. En: Valladares F. (ed.). Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Valladares, F., Peñuelas, J. y Calabuig, E. (2017). El impacto del cambio climático en España, impactos sobre los ecosistemas terrestres. [online] Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/02_ecosistemas_terrestres_2_tcm7-12418.pdf [visto en 15 Jul. 2017].