

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**  
**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA Y DEL MEDIO**  
**NATURAL**

**Grado en Ingeniería Forestal y del Medio Natural**



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Agronòmica i del Medi Natural

**“Bases para la reintroducción en el Parque Natural de la Albufera de *Lythrum borysthenicum*: Identificación de sus niveles de tolerancia al estrés hídrico y salino”**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**

Autora:

**Davinia Pérez Biot**

Tutora:

**Mónica Tereza Boscaiu Neagu**

Cotutores:

**Oscar Vicente Meana**

Director del trabajo experimental:

**Sara González Orenga**

**VALENCIA, MARZO 2021**

## RESUMEN

Este trabajo se centra en varias especies del género *Lythrum* (familia *Lythraceae*), una de ellas *L. borysthenicum*, de gran interés para su conservación en la Comunidad Valenciana, ya que esta especie de pastos terofíticos temporalmente encharcados, sobre suelos arenosos y pobres, se ha extinguido recientemente en el Parque Natural de la Albufera. Es considerada como una de las especies de interés prioritario para su conservación en la Comunidad Valenciana. *L. hyssopifolia* es una especie con mayor presencia que la anterior en el territorio, pero considerada de preocupación menor (LC), categoría asignada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). La tercera especie, *L. salicaria*, es una especie de amplia distribución y con elevada presencia en las zonas húmedas del territorio valenciano.

El objetivo del trabajo es conocer los límites de tolerancia al estrés hídrico y salino en la especie *L. borysthenicum*, conocimientos necesarios para los programas de su reintroducción en el Parque Natural de la Albufera. *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* se han incluido en el estudio como material comparativo. El conocimiento de los límites de tolerancia a estos dos tipos de estrés es fundamental en la toma de decisión sobre las zonas idóneas de reintroducción de plantas amenazadas. Este proyecto se efectúa en colaboración con el Centro para la Investigación y Experimentación Forestal de la Generalitat Valenciana (CIEF) y la Oficina Técnica Devesa-Albufera.

Las semillas de las tres especies proporcionadas por el CIEF se sembraron en semilleros con una mezcla de tierra, turba y perlita donde se mantuvieron en una cámara de cultivo hasta la germinación. Una vez finalizada la germinación, las plántulas se pasaron a macetas individuales y después de 4 semanas cuando las plantas jóvenes adquirieron un tamaño suficiente se iniciaron los tratamientos de estrés salino, con dos concentraciones crecientes de NaCl y un tratamiento de estrés hídrico, con ausencia completa de riego. Las plantas del tratamiento de control se regaron con solución nutritiva. Cuando el efecto del estrés se hizo notable a nivel de crecimiento de las plantas, los tratamientos finalizaron y el material vegetal se muestreó para su posterior análisis (número de hojas, longitud de tallo, peso fresco, peso seco, contenido hídrico).

La especie más tolerante tanto al estrés salino como hídrico ha sido *L. hyssopifolia*, seguida de *L. borysthenicum*, las tres especies son relativamente tolerantes a una salinidad moderada, ya que todas las plantas han sobrevivido hasta finalizar los tratamientos. *L. salicaria* se ve muy afectada por el estrés hídrico, tratamiento en cual la reducción en peso fresco y en contenido hídrico foliar son mayores que en los tratamientos salinos. *L. hyssopifolia* es la que mejores condiciones presenta, ante los diferentes tratamientos realizados en condiciones controladas.

**PALABRAS CLAVE:** *Lythrum*, estrés hídrico, estrés salino, reintroducción, conservación, saladares, malladas...

## ABSTRACT

This work focuses on several species of the genus *Lythrum* (family *Lythraceae*), one of them with great interest of conservation in the Valencian Community. *L. borysthenicum* is a species of terophitic grasses temporarily flooded, on sandy and poor soils, which has recently become extinct in the Albufera Natural Park. It is considered as one of the species with priority interest for conservation in the Valencian Community. *L. hyssopifolia* is a species with greater presence than the previous one, but considered of minor concern (least concern), a category assigned by IUCN (International Union for the Conservation of Nature). The third species, *L. salicaria*, is a taxon of wide distribution and with a high presence in the humid areas of the Valencian territory.

The objective of the work was to establish the limits of tolerance to water and saline stress in *L. borysthenicum*, knowledge useful for the reintroduction of this species in the Albufera Natural Park. *L. hyssopifolia* and *L. salicaria* were used as comparative material. The knowledge of the limits of tolerance to these two types of stress is fundamental in the decision-making regarding the suitable zones for reintroduction of threatened plants. This project is carried out in collaboration with the Center for Forest Research and Experimentation (CIEF) of the Generalitat Valenciana (CIEF) and the Devesa-Albufera Technical Office.

The seeds of the three species, provided by the CIEF were sown in seedbeds with a mixture of soil, pear and perlite in germination trays maintained in a growth chamber until germination. Seedlings were transferred to individual pots under greenhouse conditions a after four weeks, when plants acquired a sufficient size were initiated the salt stress treatments with two increasing concentrations of NaCl and a water stress treatment, by complete ceasing irrigation. The control treatment plants were irrigated with nutritive solution. When the effect of stress became noticeable at the level of plant growth, the treatments were finalized and the plant material sampled for further analysis (number of leaves, stem length, fresh weight, dry weight, water content).

The species most tolerant to both salt and water stress was *L. hyssopifolia*, followed by *L. borysthenicum*. All three species are relatively tolerant to moderate salinity, as all plants survived to the end of the treatments. *L. salicaria* was affected mostly by water stress, treatment in which the reduction in fresh weight and leaf water content are greater than in the saline treatments. *L. hyssopifolia* is the one that shows the best conditions in the different treatments carried out under controlled conditions.

**KEY WORDS:** *Lythrum*, water stress, salt stress, reintroduction, conservation, salt marshes, meshing...

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MEDIO FÍSICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Localización .....	4
2.2. Clima.....	5
<b>3. CONSERVACIÓN DE LOS HÁBITATS PRESENTES EN EL PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA.....</b>	<b>6</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
4.1. Objetivos generales .....	7
4.2. Objetivos específicos .....	7
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
5.1. Crecimiento de las plantas .....	8
5.2. Análisis estadístico.....	11
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>11</b>
6.1. Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plantas .....	11
6.2. Parámetros .....	13
6.2.1. Conductividad eléctrica del sustrato .....	13
6.2.2. Humedad del sustrato .....	15
6.2.3. Longitud del tallo .....	17
6.2.4. Longitud de las raíces .....	20
6.2.5. Incremento del número de hojas <i>Lythrum salicaria</i> .....	21
6.2.6. Número de ramificaciones <i>L.borysthenicum</i> y <i>L. hyssopifolia</i> .....	22
6.2.7. Peso fresco parte aérea .....	24
6.2.8. Peso fresco de las raíces .....	26
6.2.9. Contenido hídrico de la parte aérea .....	28
6.2.10. Contenido hídrico de las raíces .....	29
<b>7. CONCLUSIÓN Y GESTIÓN DE LAS ESPECIES .....</b>	<b>31</b>
<b>8.BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>33</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fotografías de <i>Lythrum borysthenicum</i> .....	2
<b>Figura 2.</b> Fotografías de <i>L. hyssopifolia</i> .....	3
<b>Figura 3.</b> Fotografías de <i>L. salicaria</i> .....	3
<b>Figura 4.</b> Localización parque Natural de l'Albufera .....	4
<b>Figura 5.</b> La Devesa del Saler y su bosque mediterráneo .....	4
<b>Figura 6.</b> Límites parque Natural de l'Albufera.....	5
<b>Figura 7.</b> Diagrama ombrotérmico de la estación de Silla.....	6
<b>Figura 8.</b> Semilleros y primeras plántulas.....	8
<b>Figura 9.</b> Traslado de las tres especies a macetas de mayor tamaño .....	9
<b>Figura 10.</b> Medición de los parámetros .....	9
<b>Figura 11.</b> Efectos de los tratamientos de control ( <b>A</b> ), estrés hídrico ( <b>B</b> ) y estrés salino con concentración 150 mM ( <b>C</b> ) y 300 mM ( <b>D</b> ) en los individuos de la especie <i>Lythrum borysthenicum</i> .....	12
<b>Figura 12.</b> Efectos de los tratamientos de control ( <b>A</b> ), estrés hídrico ( <b>B</b> ) y estrés salino con concentración 150 mM ( <b>C</b> ) y 300 mM ( <b>D</b> ) en los individuos de la especie <i>Lythrum hyssopifolia</i> .....	12
<b>Figura 13.</b> Efectos de los tratamientos de control ( <b>A</b> ), estrés salino con concentración 150 mM ( <b>B</b> ) y 300 mM ( <b>C</b> ) y estrés hídrico ( <b>D</b> ) en los individuos de la especie <i>Lythrum salicaria</i> . .....	13
<b>Figura 14.</b> Efecto de los tratamientos en la conductividad eléctrica. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos .....	14
<b>Figura 15.</b> Variación de la conductividad eléctrica media durante las semanas de los tratamientos .....	14

**Figura 16.** Efecto de los tratamientos en la humedad (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos ..... 16

**Figura 17.** Humedad media durante las semanas de duración de los tratamientos .... 16

**Figura 18.** Longitud del tallo al inicio de los tratamientos (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie. .... 18

**Figura 19.** Longitud del tallo al final de los tratamientos (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie..... 18

**Figura 20.** Efecto de los tratamientos en la longitud del tallo (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos. .... 19

**Figura 21.** Efecto de los tratamientos en la longitud de las raíces (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos. .... 20

**Figura 22.** Efecto de los tratamientos en el incremento del número de hojas en *L.salicaria*. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie.. .... 21

**Figura 23.** Efecto de los tratamientos en el incremento de ramificaciones en *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos..... 23

**Figura 24.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.. .... 24

**Figura 25.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de las raíces (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican

diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.....26

**Figura 26.** Efecto de los tratamientos en el contenido hídrico de la parte aérea (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos... ..28

**Figura 27.** Efecto de los tratamientos en el contenido hídrico de las raíces (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.....30

# ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Información sobre la estación de Silla.....	5
<b>Tabla 2.</b> Valores medios mensuales durante un periodo de 12 años en la estación meteorológica de Silla.....	5
<b>Tabla 3.</b> Detalle de los tratamientos realizados en el estudio.....	10
<b>Tabla 4.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el último día de CE ( $\text{ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ ). Anova multifactorial.....	15
<b>Tabla 5.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para último día en CE ( $\text{ms} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) por especie...	15
<b>Tabla 6.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el último día de H (%). Anova multifactorial.....	17
<b>Tabla 7.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para ultimo día en H (%) por especie.....	17
<b>Tabla 8.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de la longitud del tallo (cm). Anova multifactorial .....	19
<b>Tabla 9.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de la longitud del tallo (cm) por especie .....	19
<b>Tabla 10.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para la longitud de la raíz (cm). Anova multifactorial.....	20
<b>Tabla 11.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para longitud de raíz (cm) por especie.....	21
<b>Tabla 12.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de hojas en <i>L. salicaria</i> . Anova multifactorial.....	22
<b>Tabla 13.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de hojas en <i>L. salicaria</i> por especie .....	22
<b>Tabla 14.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de ramificaciones en <i>L. borysthenicum</i> y <i>L. hyssopifolia</i> . Anova multifactorial.....	23
<b>Tabla 15.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de ramificaciones en <i>L. borysthenicum</i> y <i>L. hyssopifolia</i> por especie .....	24
<b>Tabla 16.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea (g). Anova multifactorial. ....	25
<b>Tabla 17.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de la parte aérea (g) por especie .....	25
<b>Tabla 18.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea (%). Anova multifactorial. ....	25
<b>Tabla 19.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de la parte aérea (%) por especie .....	26
<b>Tabla 20.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de las raíces (g). Anova multifactorial.....	27
<b>Tabla 21.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de las raíces (g) por especie.. ..	27

<b>Tabla 22.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de las raíces (%). Anova multifactorial.....	27
<b>Tabla 23.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de las raíces (%) por especie. ....	28
<b>Tabla 24.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el contenido hídrico de la parte aérea (g). Anova multifactorial. ....	29
<b>Tabla 25.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el contenido hídrico de la parte aérea (g) por especie. ....	29
<b>Tabla 26.</b> Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el contenido hídrico de la raíz (g). Anova multifactorial. ....	30
<b>Tabla 27.</b> Pruebas de Múltiple Rangos para el contenido hídrico de la raíz (g) por especie. ....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

Los saladares son ecosistemas que se caracterizan principalmente por sus suelos con gran presencia de sales, mayoritariamente cloruros, y con un nivel freático muy cercano a la superficie terrestre. Son sistemas naturales, con características ambientales muy singulares y complejos.

Las plantas halófilas que caracterizan estos hábitats sobreviven y se reproducen en condiciones de salinidad, al poseer mecanismos eficientes de halotolerancia. Este tipo de plantas pueden estar presentes tanto en medios acuáticos como terrestres. Los límites de tolerancia varían según la especie y es complicado definir exactamente estos límites. El concepto de halófito evolucionó desde una definición ecológica hasta definiciones fisiológicas y bioquímicas basadas en valores numéricos de umbrales de salinidad (Flowers *et al.*, 1986, Khan y Duke, 2001; Grigore *et al.*, 2010). La definición más aceptada es la de Flowers y Colmer (2008), que consideran como halófitas, aquellas plantas que pueden completar su ciclo biológico en condiciones de salinidad del suelo equivalentes a concentraciones superiores a 200 mM NaCl.

Las plantas halófitas se han clasificado en varias categorías según los criterios utilizados (Waisel, 1972; Aslam *et al.*, 2011), pero fundamentalmente pertenecen a dos tipos principales: las halófitas facultativas, que pueden crecer tanto en zonas de baja o nula salinidad, como en zonas salinas y las halófitas estrictas, que sólo habitan en ambientes salinos.

Las halófitas difieren de las glicófitas, o plantas no tolerantes a la salinidad, por su capacidad de sobrevivir en condiciones de salinidad, que en algunas especies puede llegar a valores muy elevados (González-Orenga *et al.*, 2020) mediante adaptaciones morfológicas, fisiológicas y bioquímicas. Las halófitas se encuentran en diferentes tipos de hábitats, uno de los principales en las zonas templadas siendo los saladares, ecosistemas de gran biodiversidad y gran valor ecológico. En la región de Valencia, aparecen como depresiones integradas en sistemas dunares, sobre suelos limosos, con las zonas más salinas situadas en el centro y las menos salinas en los bordes.

La distribución de las diferentes especies vegetales en estas zonas salinas está determinada principalmente por su relativa tolerancia a la salinidad, de modo que las comunidades vegetales se instalan en anillos concéntricos en función de la salinidad del suelo, aunque otros factores, como la competencia entre especies, pueden contribuir de manera significativa a la distribución de las plantas en la marisma salina (Costa y Boira, 1981). De especial interés florístico y ecológico es el complejo de marismas saladas desarrollado en el territorio.

Originalmente, la zona estaba cubierta por una multitud de depresiones de diferentes tamaños que se distribuían longitudinalmente a lo largo de la costa. La zona sufrió un fuerte impacto ambiental durante los decenios de los años sesenta y setenta del siglo pasado, cuando se inició un proyecto de urbanización que afectó negativamente a todos los hábitats existentes en esta zona. Los más afectados fueron las dunas litorales, que quedaron completamente destruidas, y su arena se utilizó para rellenar las marismas, para extender las zonas urbanizadas y las infraestructuras. Esto provocó la falta de inundación natural de estas depresiones durante la estación húmeda, alterando su funcionamiento hidrológico y destruyendo su vegetación. Además, en muchas marismas saladas se plantaron especies no autóctonas. Esta combinación de agresiones provocó una reducción o pérdida de las características específicas originales del hábitat, así como la reducción de las poblaciones de numerosas especies de interés e incluso la completa desaparición de alguna de ellas; así, nueve especies se han extinguido localmente, ocho de ellas están incluidas en el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas y cuatro en la Lista Roja de la UICN.

La situación ha cambiado en los últimos decenios, cuando se empezó a considerar el gran valor ecológico de estos hábitats. Desde principios del decenio de 1980 se han emprendido varias acciones con el fin de regenerar los ecosistemas de esta zona, comenzando por la regeneración geomorfológica de muchas marismas saladas, seguida de programas de recuperación de su vegetación autóctona que todavía están en curso. La vegetación de estos ecosistemas incluye halófitas, algunas relativamente abundantes y comunes en muchas zonas geográficas, que constituyen las comunidades típicas de las marismas. Junto con estas especies estructurales comunes, otras, menos frecuentes o incluso raras, son precisamente aquellas de las que depende la singularidad de cada saladar, y contribuyen sustancialmente a aumentar la biodiversidad de estos hábitats especializados.

Las tres especies estudiadas, *Lythrum borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* pertenecen a la familia *Lythraceae*, que incluye alrededor de 30 géneros con 600 especies (Graham et al., 1998) y tiene una distribución, tanto en las regiones tropicales, como en climas templados. El género *Lythrum* L., con 38 especies a nivel mundial, está representado en la Península Ibérica por 10 especies, de suelos encharcados y humedales. Las especies de este género son tanto anuales como perennes, con tallos erectos o prostrados, hojas alternas mayoritariamente, también opuestas o verticiladas con menor frecuencia, flores axilares, generalmente solitarias con pétalos de color entre violeta y púrpura y semillas numerosas.

*L. borysthenicum* (Schrank) Litv. es una especie anual, con ninguna o muy pocas ramificaciones, su tacto es duro y áspero, debido a la presencia de pelos cortos y rígidos. Las flores poseen 12 nervios muy marcados, sus hojas son sésiles de margen entero y ápice redondeado. Los tallos son de forma cuadrangular y de color rojizo (Figura 1). La especie tiene una distribución en el Sur de Europa y oeste de Asia, en la Península Ibérica siendo presente en la mitad occidental, con penetraciones en las provincias de Girona, Islas Baleares y Valencia, donde escasea (Herbari virtual del Mediterrani occidental). Habita en suelos pobres arenosos, en lugares húmedos generalmente no salinos, en pastos terofíticos calcícolas y prados anuales que en ocasiones se encuentran encharcados (Velayos, 1997).



**Figura 1.** Fotografías de *Lythrum borysthenicum*. Fuente: [www.herbarivirtual.uib.es](http://www.herbarivirtual.uib.es)

*L. hyssopifolia* L. es una planta anual, ramificada desde su base, cuyas hojas se caracterizan por ser alargadas y de color verde, difieren de las otras especies en los tallos por ser estos de un color rojizo. Las flores poseen un color rosado, comúnmente compuestas por cinco o seis pétalos, floreciendo en primavera y en verano (Figura 2). La especie tiene una distribución cosmopolita y en la Península Ibérica es más frecuente en la parte sur/occidental. En la parte oriental su presencia es más escasa y se encuentra en las provincias de Girona, Alicante, Barcelona, Castellón, Islas Baleares y Tarragona, también la

podemos encontrar en las islas de Menorca, Mallorca, Ibiza y Formentera (Herbari virtual del Mediterrani occidental). Por lo que su distribución general es cosmopolita y subcosmopolita. Están presentes en lugares húmedos no salinos, sobre suelos arenosos, en torrentes, bordes de charcas o lagunas estacionales y márgenes de balsas (Velayos, 1997).



**Figura 2.** Fotografías de *L. hyssopifolia*. Fuente: [www.herbarivirtual.uib.es](http://www.herbarivirtual.uib.es)

*L. salicaria* L. es una especie perenne con rizoma leñoso, cuyas hojas están sentadas en el tallo, de distribución mayoritariamente opuesta y con forma lanceolada. Sus flores son de tamaño grande con pétalos de color violeta, alargados y estrechos (Figura 3). Es una especie cosmopolita, presente en toda la Península Ibérica, con una fitogeografía plurirregional. Habita en lugares húmedos no salinos, como charcas, fuentes, acequias, ramblas, torrentes y canales, también se encuentran en bosques de ribera, bordes en zonas húmedas y agua dulce (Herbari virtual del mediterrani occidental). Se caracterizan por tener propiedades y usos medicinales, por lo que se utilizan para tratar afecciones como diarreas, síndrome del intestino irritable, problemas en la vista, faringitis y nerviosismo, así como enfermedades de la piel, eccemas, antiséptico, entre otros. Su modo de empleo puede ser tanto en infusiones como en extracto fluido. Pueden producir molestias gástricas como efecto secundario por su elevado contenido en taninos (Vanaclocha, 1992-2020).



**Figura 3.** Fotografías de *L. salicaria*. Fuente: [www.herbariovirtualbanyeres.blogspot.com](http://www.herbariovirtualbanyeres.blogspot.com)

## 2. MEDIO FÍSICO

Interrelación de toda una serie de elementos (relieve, clima, aguas, vegetación, suelos, fauna y el hombre) en el tiempo y el en espacio.

### 2.1. Localización

La Devesa de l'Albufera (El Saler) ubicada en el término municipal de Valencia, es una zona de gran valor ambiental, ya que posee un valioso sistema dunar y de bosque mediterráneo en buenas condiciones de conservación, aunque el resto del territorio está ocupado por urbanizaciones casi en su totalidad (Figura 4).

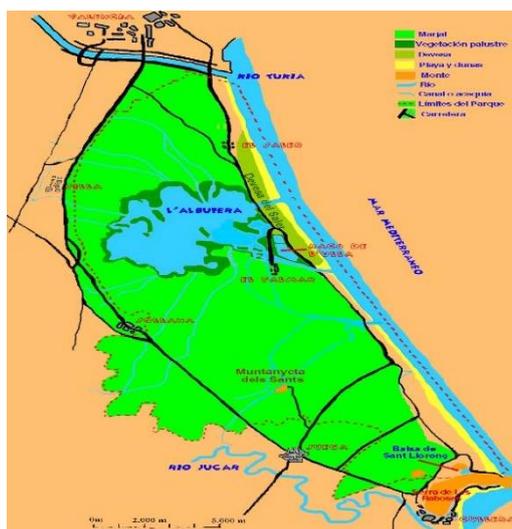


**Figura 4.** Localización parque Natural de l'Albufera. Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)

El parque natural tiene una superficie de 21,120 ha, situado a 10 km de la ciudad de Valencia, se encuentra en las coordenadas 39°19'54"N 0°21'08"O. El lago con una superficie de 2,200 ha, limita en el Norte y Sur con arrozales de diferentes términos como son Sueca, Sollana, Silla, Albal, Catarroja, Massanassa, Alfafar y Valencia, a su Este limita con la Devesa de l'Albufera. La Devesa es una banda arenosa que separa el lago de la Albufera con el mar Mediterráneo con longitud de 10 km y una anchura media aproximada de 1 km (La gestión de L'Albufera y su Devesa), (Figura 5 y Figura 6).



**Figura 5.** La Devesa del Saler y su bosque mediterráneo. Fuente: [www.viuvalencia.com](http://www.viuvalencia.com)



**Figura 6.** Límites del parque Natural de l'Albufera. Fuente: [www.albufera.com](http://www.albufera.com)

## 2.2. Clima

La estación seleccionada para estudiar el clima que caracteriza la Devesa del Saler es la del municipio de Silla, se encuentra aproximadamente a 18 km de la Devesa, es una de las estaciones meteorológicas más cercana entre las 41 que se encuentran en la provincia de Valencia. Todos los índices se determinaron según las clasificaciones de Rivas-Martínez (1996-2020). Las Tabla 1 y 2 muestran la información referente a la estación y al clima:

**Tabla 1.** Información sobre la estación de Silla. Fuente: [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)

ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
9	N3922	W0024

**Tabla 2.** Valores medios mensuales durante un periodo de 12 años en la estación meteorológica de Silla. Fuente: [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)

(C/mm)	TI	MI	ml	M I	m' I	PI
ENERO	10,40	15,50	5,20	21,00	-0,40	27,00
FEBRERO	12,10	18,10	6,10	25,30	-0,30	30,00
MARZO	13,60	20,00	7,30	26,60	1,70	32,00
ABRIL	16,20	23,00	9,40	28,00	5,00	13,00
MAYO	19,10	25,20	13,00	30,40	7,60	41,00
JUNIO	22,20	28,10	16,40	33,10	12,00	39,00
JULIO	25,20	30,50	20,00	36,70	15,10	12,00
AGOSTO	26,00	31,20	20,90	35,50	16,90	14,00
SEPTIEMBRE	24,00	29,70	18,30	33,60	13,70	49,00
OCTUBRE	19,00	24,80	13,20	30,60	8,10	179,00
NOVIEMBRE	14,20	19,60	8,80	24,70	3,70	62,00
DICIEMBRE	10,00	15,00	5,10	20,30	-0,60	24,00
MEDIA ANUAL	17,67	23,39	11,98	28,82	6,87	522,00

Donde:

- Ti: Temperatura media
- Mi: Media de las máximas
- mi: Media de las mínimas
- M' i: Media de las máximas absolutas
- m' i: Media de las mínimas absolutas
- Pi: Precipitaciones medias

El clima es típicamente mediterráneo, se caracteriza por su irregularidad, sus veranos son largos y secos, con pocas precipitaciones durante todo el año, otoños lluviosos, con primaveras a veces lluviosas. La época de mayores precipitaciones corresponde al otoño sobre todo al mes de octubre, cuando en muchas ocasiones se producen lluvias torrenciales por el fenómeno de gota fría. En primavera se produce un descenso en cuanto a las precipitaciones, transición hasta la llegada del verano, que se corresponde a la estación más cálida, siendo el mes de agosto el más seco (Figura 7).

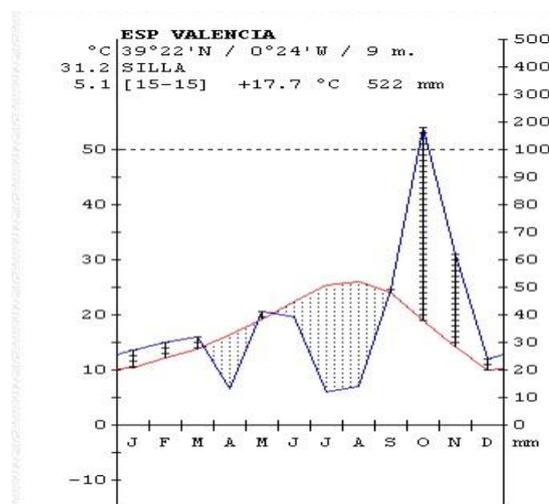


Figura 7. Diagrama ombrotérmico de la estación de Silla. Fuente: [www.globalbioclimatics.org](http://www.globalbioclimatics.org)

Más detalles sobre el medio físico se encuentran en el Anexo 1: \*Hidrología superficial y subterránea, Anexo 2: \*Geología, geomorfología y edafología y Anexo 3: \*Medio biótico.

### 3. CONSERVACIÓN DE LOS HÁBITATS PRESENTES EN EL PARQUE NATURAL DE LA ALBUFERA

En el Parque Natural de la Albufera convive la naturaleza con la actividad humana y su estado actual es consecuencia de las transformaciones que ha sufrido a lo largo del tiempo. Durante muchos años los habitantes han sacado provecho de sus tierras para múltiples usos (sal, leña, arroz, pescado, caza, entre otras). En la época reciente han surgido muchas otras actividades, con difícil compatibilidad con la conservación de los ecosistemas. Algunas de estas actividades humanas son la construcción de viviendas, localizadas tanto dentro como fuera del área protegida del parque, la industrialización del entorno y el turismo, actividad cada vez más acentuada por su elevado número de visitantes que son atraídos por sus playas y su gastronomía (La Albufera de Valencia, 2012).

En la actualidad La Albufera de Valencia se encuentra protegida bajo diferentes figuras normativas con diferentes niveles de conservación y protección:

- Protegido como Parque Natural a nivel regional.
- Declarado Lugar de Importancia Comunitaria (LIC según la directiva Hábitats).
- Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA según la directiva Aves).
- Dentro de la prestigiosa Lista de Humedales de Importancia Internacional RAMSAR.

Además de estar protegido, en el Parque se llevan a cabo actuaciones regenerativas, con la finalidad de recuperar los ecosistemas más degradados, conservar y mantener los menos deteriorados, junto con actuaciones de reforzamiento y reintroducción de especies.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivos generales

Es evidente que, para que los programas de conservación y regeneración de las zonas naturales sean eficaces, es necesario conocer a fondo los límites de tolerancia al estrés ambiental en su hábitat natural. Si bien en el caso de muchas halófitas de gran área de distribución se conocen los principales mecanismos bioquímicos y fisiológicos de tolerancia a la sequía, las respuestas a la salinidad u otras condiciones de estrés abiótico son prácticamente desconocidas en muchas especies endémicas, raras y/o amenazadas.

El objetivo general del proyecto es la valoración de la capacidad de tolerancia al estrés ambiental, en concreto al estrés hídrico y salino en la especie *Lythrum borysthenicum*, con el fin de su reintroducción en el Parque Natural de la Albufera. Como material comparativo se han incluido las especies *L. hyssopifolia* y *L. salicaria*. Los resultados obtenidos pueden aportar información necesaria para la conservación, reintroducción y mejora en las condiciones de regeneración de las malladas y saladares del parque.

### 4.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

1. Analizar y observar el crecimiento de las tres especies de *Lythrum*, en condiciones controladas de estrés salino.
2. Analizar y observar el crecimiento de las tres especies de *Lythrum*, en condiciones controladas de estrés hídrico.
3. Elaborar propuestas para la reintroducción de *L. borysthenicum* en el Parque de la Albufera.
4. Realizar propuestas y recomendaciones para la gestión de las especies.

## 5. MATERIAL Y MÉTODOS

### 5.1. Crecimiento de las plantas

Las semillas de las especies *L. borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* proceden del banco de germoplasma del Centro de Investigación y Experimentación forestal (CIEF) de la Generalitat Valenciana.

Para la obtención del material vegetal se sembraron semillas de *L. borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* en semilleros (Figura 8). Se prepararon un total de 112 semilleros, 36 con *L. borysthenicum*, 32 con *L. hyssopifolia*, y 44 de la especie *L. salicaria*. En ellos se introduce el sustrato formado por un 50% de turba rubia de Kekkilä y 50% perlita, se humedeció la tierra con solución nutritiva, se ahuecó el sustrato y se depositaron las semillas, se cubrió con la misma tierra la oquedad, y se humedeció el sustrato con solución nutritiva. Las bandejas con los semilleros fueron introducidas en el fitotrón 18 del IBMCP (Instituto de Biología Molecular y Celular de plantas UPV-CSIC) con unas condiciones de fotoperiodo de 16 horas de luz, a una temperatura de 20°C de día y 17°C de noche, con humedad entre el 50% y el 80%.



**Figura 8.** Semilleros y primeras plántulas.

Los semilleros fueron regados dos veces por semana con solución nutritiva Hoagland. Pasadas dos semanas, se vieron las primeras plántulas de tamaño muy pequeño en la especie *L. borysthenicum*. Al tener un crecimiento muy lento se necesitaron tres meses para que las plantas adquieran un tamaño suficiente para el traslado a macetas individuales de mayor tamaño, 12 cm de diámetro. Se consiguió el traslado de 18 individuos de *L. hyssopifolia*, 27 de *L. borysthenicum* y 35 de *L. salicaria*, con el mismo sustrato anteriormente descrito (Figura 9).



**Figura 9.** Traslado de las tres especies a macetas de mayor tamaño.

Pasados unos 30 días más, las plantas alcanzaron 4 meses de vida. Las macetas se situaron en 5 bandejas, cada una formada por 12 plantas, 3 de ellas de la especie *L. borsthenicum* (15 plántulas en total), 4 de ellas *L. hyssopifolia* (20 plántulas en total) y 5 de la especie *L. salicaria* (25 plántulas en total) y se iniciaron los tratamientos en el invernadero de la UPV (Figura 10) con unas condiciones de 22°C de temperatura mínima y 25°C de máxima, las luces de apoyo funcionan de 06:00 a 22:00 siempre y cuando la radiación exterior sea inferior a 150 W/m<sup>2</sup>, la humedad relativa fluctúa entorno al 80%.



**Figura 10.** Medición de los parámetros.

La primera bandeja se destina al tratamiento de Control, donde se regó 2 días por semana, con 1,5 litros con solución nutritiva. La segunda bandeja estaba destinada al tratamiento de estrés hídrico, donde las plantas se sometieron a la ausencia completa de riego. En la tercera bandeja destinada al tratamiento de NaCl, se efectuaron riegos con concentración de 150 mM de NaCl, disuelto en la solución nutritiva. Finalmente, en otra bandeja se efectuó un riego con 300 mM, NaCl disuelto en solución nutritiva. Los tratamientos salinos, al igual que los controles, se efectuaron añadiendo 1,5 litros de la solución salina

correspondiente a cada bandeja dos veces por semana. En la Tabla 3 se presentan de forma resumida los tratamientos aplicados.

**Tabla 3.** Detalle de los tratamientos realizados en el estudio.

TRATAMIENTO	COMPUESTO	CONCENTRACIÓN
CONTROL	Solución nutritiva (Hoagland)	-
ESTRÉS HÍDRICO	-	-
SALINIDAD	NaCl	150 Mm
SALINIDAD	NaCl	300 mM

Los tratamientos se han aplicado por un periodo de 22 días, desde el 12 de marzo de 2019 hasta el 2 de abril del mismo año. Al finalizar los tratamientos, las hojas, tallos y raíces se recogen individualmente especificando cada tratamiento y especie. Los parámetros analizados son los siguientes:

-Conductividad eléctrica del sustrato (CE): medición con una sonda WET de la concentración de sales disueltas en él. Los valores se indican en  $mS \cdot cm^{-1}$ .

-Humedad del sustrato (H): cantidad de agua por volumen de sustrato. La medición se realiza con la misma sonda WET y los valores aparecen indicados en porcentajes volumétricos.

-Longitud del tallo (LT): medición del tallo correspondiente a la parte aérea, con la ayuda de un instrumento de medición.

-Longitud de las raíces (LR): medición de la raíz correspondiente a la parte subterránea, con la ayuda de un instrumento de medición.

-Número de hojas (NH): recuento foliar de cada individuo para las especies *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*.

-Número de Ramificaciones (NR): recuento de las ramificaciones en el tallo para los individuos de la especie *L. salicaria*.

-Peso fresco de la parte aérea (PFA): suma de los pesos de la parte aérea de las plantas tallo y hojas.

-Peso fresco raíces (PFR).

-Contenido hídrico en las hojas (CHH): Se calcula en función de la relación existente entre el peso fresco y peso seco. Este último es una fracción de material foliar, se pesa en fresco y se traslada a una estufa a 65°C durante varios días, hasta que el peso sea constante. Una vez completamente secas, se pesan nuevamente y se calcula la cantidad de agua en porcentajes con la fórmula 1:

$$\text{Contenido agua} = \left\{ \frac{\text{Peso fresco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso fresco}} \right\} * 100 \text{ [Formula 1]}$$

-Contenido hídrico en las raíces (CHR): El procedimiento es el mismo que el anterior, pero en este caso se utiliza el peso fresco y peso seco de las raíces para calcular su contenido en agua.

## 5.2. Análisis estadístico

Los datos se han analizado con el programa Statgraphics Centurion XVII (Statgraphics Technologies, The Plains, VA, USA). Para comprobar el efecto del tratamiento se ha efectuado un ANOVA de un factor por separado en cada especie. El Test HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey se ha utilizado para comparar las medias de la variable dependiente correspondientes a todos los parámetros que se han medido y el factor se corresponde al tratamiento. Para comprobar las diferencias en la respuesta de las tres especies se ha aplicado un ANOVA factorial, considerando la especie y tratamiento.

Más detalles sobre la interacción en la especie y tratamiento se encuentran en el Anexo 5: \*Análisis estadístico.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ensayo de crecimiento de las plantas *L. borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* en condiciones controladas en invernadero es explicado detalladamente en el apartado 5. *Material y métodos*. Los resultados para cada parámetro se exponen en este apartado de trabajo.

### 6.1. Efecto de los tratamientos en el crecimiento de las plantas

Las siguientes figuras muestran las reducciones provocadas por los tratamientos de estrés en el crecimiento vegetativo de las plantas en las especies *Lythrum borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria*.

El tratamiento que muestra una inhibición más significativa en el crecimiento de las plantas en comparación con el control correspondiente en la especie *L. borysthenicum*, es el de estrés salino con concentración 300 mM NaCl (Figura 11).

Los individuos de la especie *L. hyssopifolia* presentan un crecimiento vegetativo similar en los tratamientos de estrés hídrico y estrés salino con concentraciones 150 mM y 300 mM NaCl, pero una reducción en comparación con el control correspondiente (Figura 12).

En las plantas de la especie *L. salicaria* los tratamientos que muestran mayor inhibición en el crecimiento son el de ausencia de riego y riego con concentración de 300 mM NaCl (Figura 13).



**Figura 11.** Efectos de los tratamientos de control (A), estrés hídrico (B) y estrés salino con concentración 150 mM (C) y 300 mM (D) en los individuos de la especie *Lythrum borysthenicum*.



**Figura 12.** Efectos de los tratamientos de control (A), estrés hídrico (B) y estrés salino con concentración 150 mM (C) y 300 mM (D) en los individuos de la especie *Lythrum hyssopifolia*.



**Figura 13.** Efectos de los tratamientos de control (A), estrés salino con concentración 150 mM (B) y 300 mM (C) y estrés hídrico (D) en los individuos de la especie *Lythrum salicaria*.

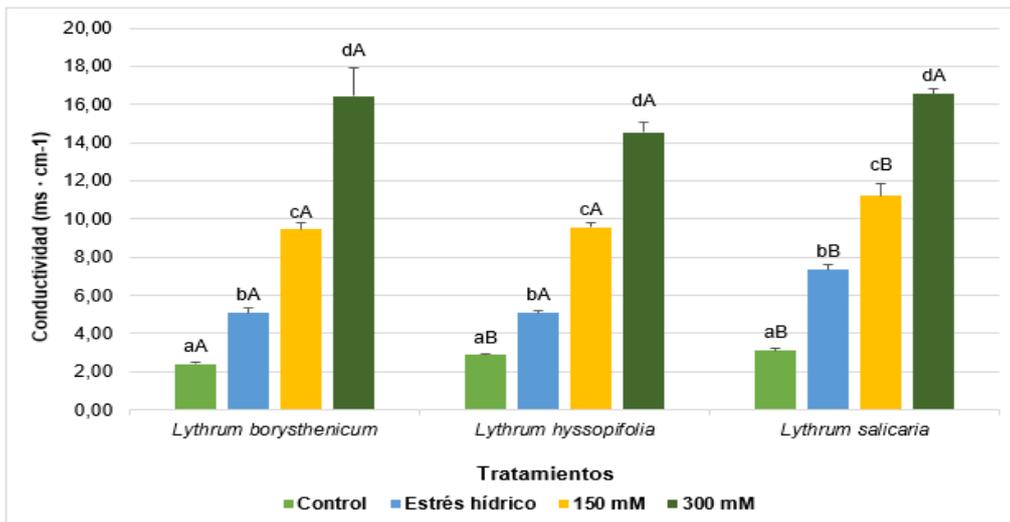
## 6.2. Parámetros

### 6.2.1. Conductividad Eléctrica del sustrato

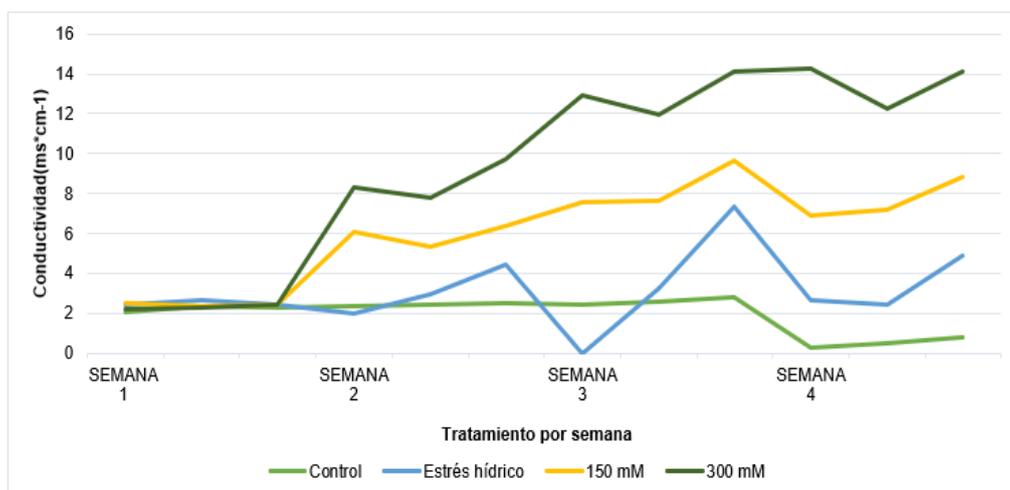
La conductividad eléctrica es una medida de la concentración de sales disueltas en el sustrato. Los valores de CE indican la capacidad de un material para conducir la corriente eléctrica y la acumulación de sales que se encuentra en el mismo. Como se puede ver en la gráfica la CE aumenta de forma progresiva en relación a la concentración de NaCl aplicada en el tratamiento CE. Los valores de la CE han sido similares en las tres especies.

En el tratamiento donde se somete a los individuos a la ausencia de riego, la acumulación de sales en la superficie de los suelos aumenta, ya que no existe suficiente agua capaz de lavar el exceso de sales, se observa un ligero aumento de la CE frente a los valores registrados en el control. El valor más alto es de  $7,35 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$  en la especie *L. salicaria* frente a los  $5,09 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$  y  $5,07 \text{ ms} \cdot \text{cm}^{-1}$  en *L. hyssopifolia* y *L. borysthenicum* (Figura 14).

En La Figura 15 se presenta la variación de la CE a lo largo de los tratamientos por semanas. Los valores representan las medias de las 3 especies. Se puede observar que las tres especies responden de forma similar, la conductividad en el control es la que menos varía, seguido del tratamiento de estrés hídrico, cuyos valores no se ven alterados en gran medida. En los tratamientos de concentración salina los valores de conductividad aumentan notoriamente conforme aumenta la salinidad, alcanzando los niveles máximos en la concentración 300 mM NaCl.



**Figura 14.** Efecto de los tratamientos en la conductividad eléctrica. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.



**Figura 15.** Variación de la conductividad eléctrica media durante las semanas de los tratamientos.

Las Tablas 4 y 5 indican la existencia de diferencias significativas de la CE en cada tratamiento. Aunque los valores de la CE del sustrato en las tres especies han sido muy similares, debido a las diferencias registrada en las plantas sometidas al tratamiento de estrés hídrico, el Anova factorial detecta un efecto significativo de la especie, así como en la interacción de los dos factores, tratamiento y especie.

**Tabla 4.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el último día de CE ( $\text{ms}^*\text{cm}^{-1}$ ). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	23,5988	2	11,7994	15,06	0,00
B:Treatment	1106,01	3	368,671	470,66	0,00
INTERACCIONES					
AB	11,123	6	1,85383	2,37	0,0498
RESIDUOS	28,1988	36	0,783301		
TOTAL (CORREGIDO)	1204,02	47			

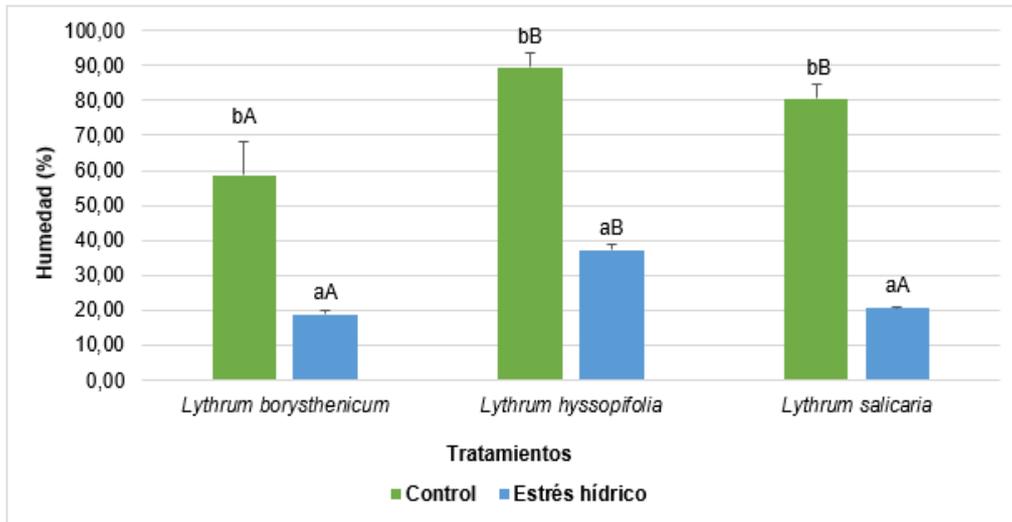
**Tabla 5.** Pruebas de Múltiple Rangos para último día en CE ( $\text{ms}^*\text{cm}^{-1}$ ) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	16	8,02562	0,221261	X
1	12	8,345	0,25549	X
3	20	9,5635	0,197902	X

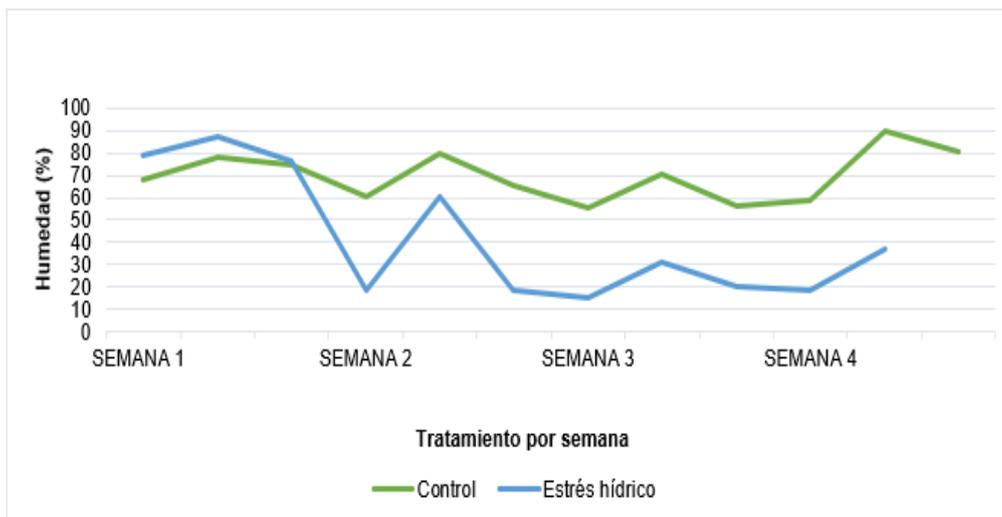
### 6.2.2. Humedad del sustrato

En los resultados de este parámetro se observa que los individuos de las tres especies *L. borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria*, actúan de manera muy similar en los tratamientos de estrés salino, sus valores en la sonda se encuentran fuera de rango. El tratamiento de estrés hídrico en las tres especies actúa de manera muy semejante, dando el porcentaje más bajo 18,78%, en la especie de interés *L. borysthenicum*, seguido de la especie *L. salicaria* con un porcentaje de 20,59%, ambas especies pertenecen al grupo A, ya que son los valores de humedad más bajos, siendo la especie *L. hyssopifolia* con un porcentaje de 37,33% la que mejor dato presenta frente a la sequía, formando parte del grupo B (Figura 16).

En La Figura 17 se presenta la variación de la humedad del sustrato a lo largo de los tratamientos por semanas. Los valores representan las medias de las 3 especies.



**Figura 16.** Efecto de los tratamientos en la humedad (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.



**Figura 17.** Humedad media durante las semanas de duración de los tratamientos.

Para la realización del ANOVA de esta variable se ha llevado a cabo el mismo test que en el apartado anterior (Tabla 6 y 7). Los valores resultantes son los siguientes:

**Tabla 6.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el último día de H (%). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	2121,21	2	1060,61	17,18	0,0001
B:Treatment	14265,6	1	14265,6	231,05	0,00
INTERACCIONES					
AB	361,265	2	180,632	2,93	0,0809
RESIDUOS	1049,6	17	61,7412		
TOTAL (CORREGIDO)	19104,5	22			

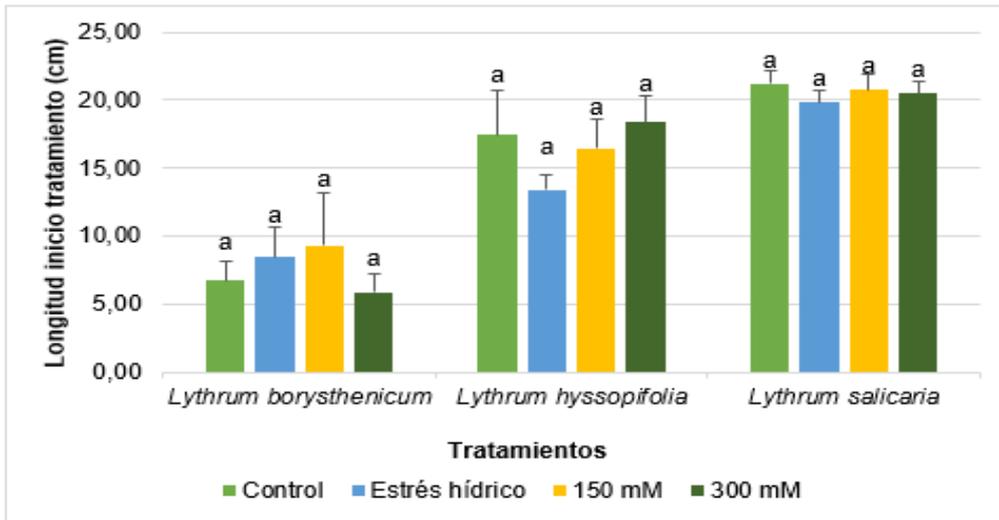
**Tabla 7.** Pruebas de Múltiple Rangos para ultimo día en H (%) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	6	38,6917	3,20783	X
3	9	50,5388	2,6355	X
2	8	63,4	2,77807	X

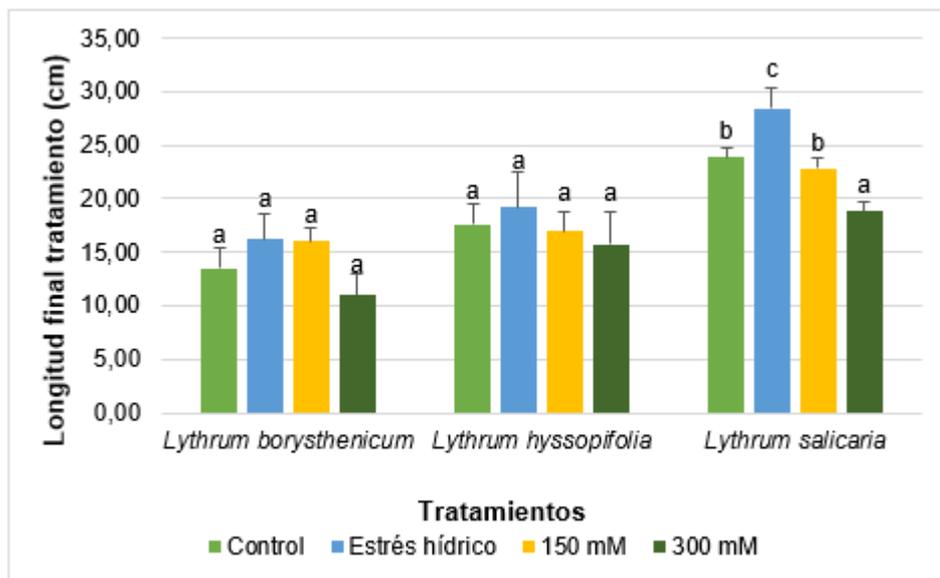
Para el análisis e interpretación se tiene en cuenta el valor de significación, en este caso es menor de 0,05. La humedad está estrechamente relacionada con el tipo de tratamiento y existen diferencias significativas entre los grupos. Con estos datos de humedad demasiado bajos se observan plantas atrofiadas, marchitamiento, hojas rizadas y de tamaño pequeño con puntas secas y quemadas.

### 6.2.3. Longitud del tallo

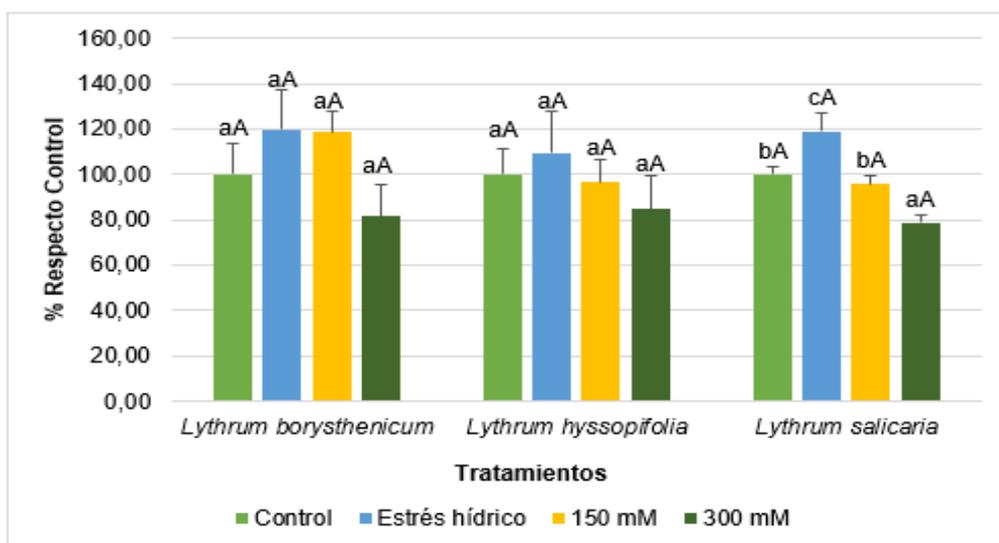
Las longitudes iniciales de las plantas de las especies seleccionadas tienen un tamaño uniforme en cada uno de los tratamientos (Figura 18), las longitudes finales no presentan modificaciones destacables (Figura 19), salvo la especie *Lythrum salicaria*, con menor crecimiento para el tratamiento de salinidad 300 mM y mayor en el tratamiento de estrés hídrico (Figura 20).



**Figura 18.** Longitud del tallo al inicio de los tratamientos (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie.



**Figura 19.** Longitud del tallo al final de los tratamientos (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie.



**Figura 20.** Efecto de los tratamientos en la longitud del tallo (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

Los resultados ANOVA y test de Tukey para esta variable se resumen en las tablas 8 y 9. Se observan que las especies *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia* forman un grupo homogéneo.

**Tabla 8.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de la longitud del tallo (cm). Anova multifactorial.

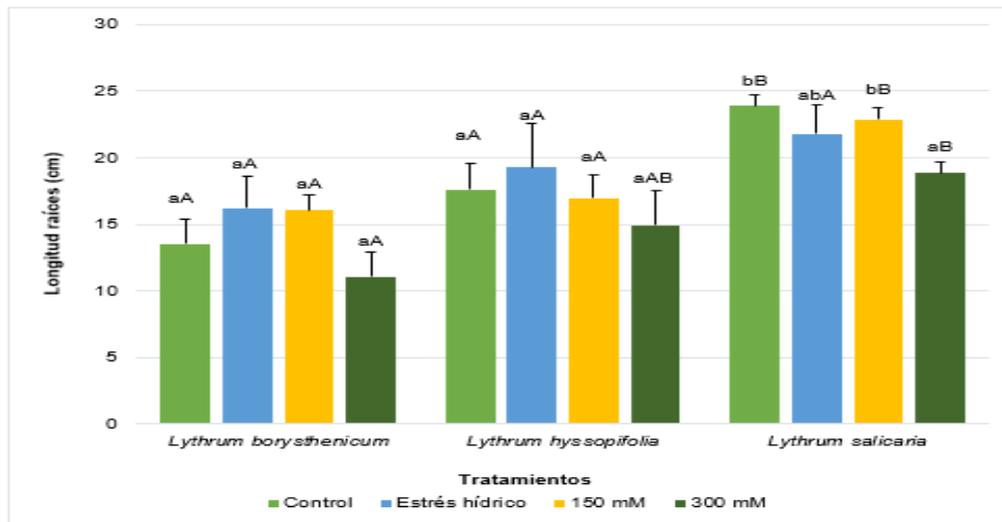
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Especie	235,706	2	117,853	5,05	0,0117
B:Treatment	316,597	3	105,532	4,52	0,0086
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	65,0102	6	10,835	0,46	0,8302
RESIDUOS	840,479	36	23,3466		
TOTAL (CORREGIDO)	1532,61	47			

**Tabla 9.** Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de la longitud del tallo (cm) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	16	0,7625	1,20796	X
3	20	2,925	1,08043	X
1	12	6,60833	1,39483	X

## 6.2.4. Longitud de las raíces

Para este parámetro las tres especies, *L. borysthenicum*, *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* presentan un comportamiento similar en todos los tratamientos (Figura 21).



**Figura 21.** Efecto de los tratamientos en la longitud de las raíces (cm). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

Los datos obtenidos en el ANOVA factorial se indican en las siguientes tablas (Tabla 10 y 11):

**Tabla 10.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para la longitud de la raíz (cm). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Especie	472,403	2	236,202	16,34	0,00
B:Treatment	124,695	3	41,565	2,87	0,0495
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	36,8597	6	6,14328	0,42	0,8575
RESIDUOS	520,553	36	14,4598		
TOTAL (CORREGIDO)	1156,4	47			

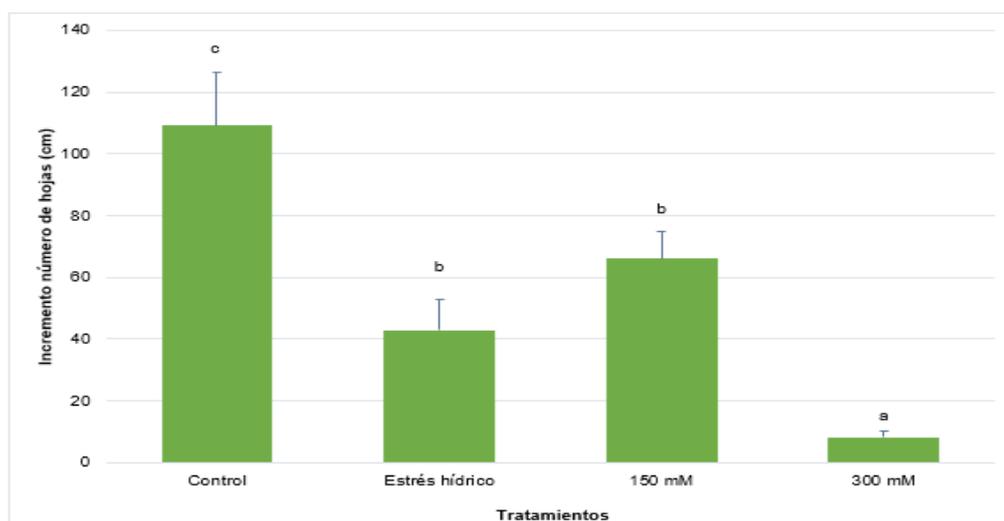
**Tabla 11.** Pruebas de Múltiple Rangos para longitud de raíz (cm) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	12	14,2083	1,09772	X
2	16	17,1875	0.950651	X
3	20	21.85	0.850288	X

El valor de la significación es menor de 0,05, indicando que la longitud de la raíz está estrechamente relacionada con el tipo de tratamiento. También existen diferencias significativas entre los grupos, siendo de mayor tamaño las raíces de las plantas en la especie *L. salicaria*, que es una especie de mayor tamaño en comparación a las otras. El factor más limitante para el desarrollo de la raíz en las tres especies es la salinidad más elevada (tratamiento de 300 mM NaCl).

### 6.2.5. Incremento del número de hojas *Lythrum salicaria*

En la especie *L. salicaria* se observa la disminución del incremento del número de hojas (formación de nuevas hojas) desde el inicio de los tratamientos de estrés hasta el final. La ausencia completa de riego constituye un factor limitante en la formación de las hojas, con un incremento total de 43 hojas con respecto a las 109 en el tratamiento de control. Por otro lado, se observan las dificultades para desarrollar hojas ante distintos niveles de estrés salino: con un incremento de 66 hojas en el tratamiento con concentración de 150 mM frente a solamente 8 hojas para una concentración de 300 mM NaCl (Figura 22).



**Figura 22.** Efecto de los tratamientos en el incremento del número de hojas en *L. salicaria*. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie.

Para la realización del ANOVA de esta variable se ha llevado a cabo el mismo test que en los apartados anteriores. Los valores resultantes son los siguientes (Tabla 12 y 13):

**Tabla 12.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de hojas en *L. salicaria*. Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A: Especie	37374,9	2	18687,4	71,16	0,00
B: Treatment	6871,46	3	2290,49	8,72	0,0002
INTERACCIONES					
AB	15699,4	6	2616,56	9,96	0,00
RESIDUOS	9453,6	36	262,6		
TOTAL (CORREGIDO)	73741,7	47			

**Tabla 13.** Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de hojas en *L. salicaria* por especie.

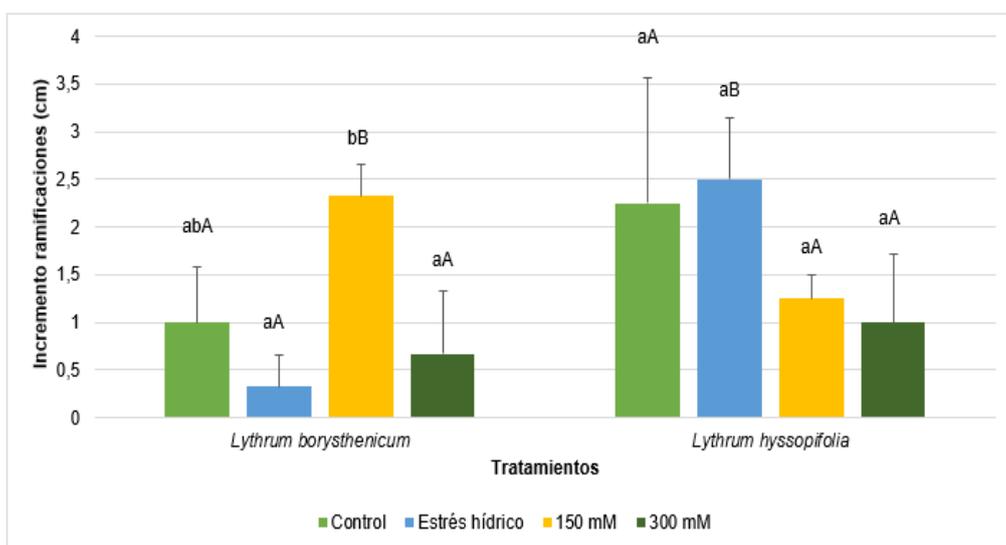
Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	12	0	4,67796	X
2	16	0	4,05123	X
3	20	56,6	3,62353	X

Los individuos de la especie *L. salicaria* presentan un valor P menor a 0,05 que indica la existencia de diferencias significativas entre el número de hojas en cada tratamiento. El valor de F muestra la diferencia que existe entre esas dos variables, cuanto mayor es la concentración salina menor es el número de hojas.

### 6.2.6. Número de ramificaciones *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*

En la especie *L. borysthenicum* se observa una disminución del incremento de ramificaciones en el tratamiento de estrés hídrico, con un incremento de 0,33 con respecto al de control con un valor de 1. En el tratamiento de salinidad 150 mM se nota una buena tolerancia, ya que el número de ramificaciones presenta un valor de 2,33, superior al del control. Se observa una disminución en el tratamiento de estrés salino con la concentración 300 mM NaCl, en cual se registran solamente 0,67 de media. El factor más limitante para el desarrollo de nuevas ramificaciones en esta especie es la ausencia de riego.

Por lo contrario, en los individuos de la especie *L. hyssopifolia* se aprecia el incremento de ramificaciones en ausencia de riego con un valor mayor 2,5 frente al crecimiento en condiciones normales con valor 2,25. En las diferentes concentraciones salinas muestran valores similares 1,25 para la menor concentración 150 mM, siendo el factor limitante principal para su crecimiento. En comparación a los individuos de ambas especies, *L. hyssopifolia* muestra un carácter más tolerante a la sequía que la especie de interés *L. borysthenicum* mientras que la concentración salina 150 mM, la especie *L. borysthenicum* presenta mejor tolerancia a estas condiciones que los individuos de *L. hyssopifolia*. En el tratamiento de mayor concentración salina ambas especies responden de forma similar (Figura 23).



**Figura 23.** Efecto de los tratamientos en el incremento de ramificaciones en *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*. Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

El anova factorial detecta un efecto de la especie, pero no de los tratamientos en su conjunto (Tabla 14 y 15).

**Tabla 14.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el incremento de ramificaciones en *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*. Anova multifactorial.

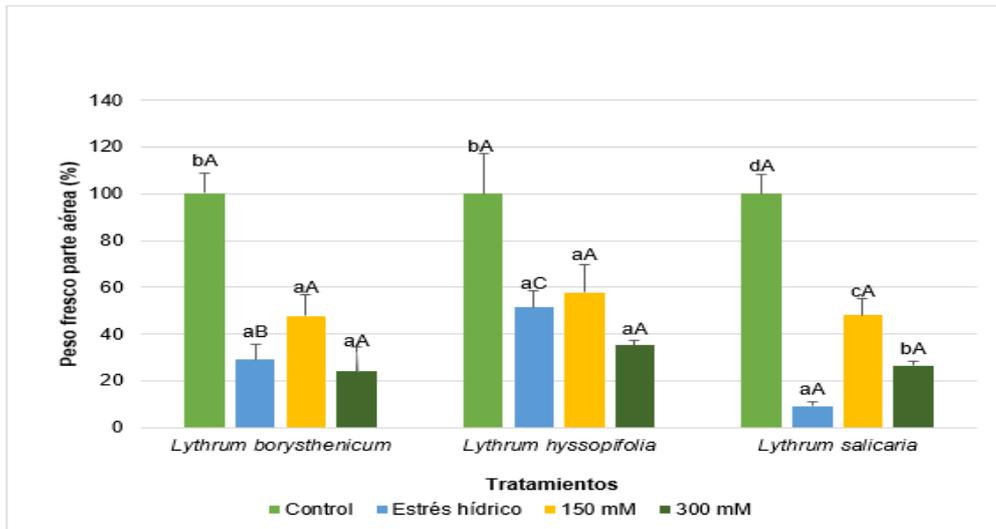
Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Especie	28,0625	2	14,0313	13,12	0,0001
B:Treatment	2,6773	3	0,892435	0,83	0,4838
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	11,3542	6	1,89236	1,77	0,1333
RESIDUOS	38,5	36	1,06944		
TOTAL (CORREGIDO)	79,9792	47			

**Tabla 15.** Pruebas de Múltiple Rangos para el incremento de ramificaciones en *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia* por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	20	0	0,231241	X
1	12	1,08333	0,29853	X
2	16	1,75	0,258535	X

### 6.2.7. Peso fresco parte aérea

El peso fresco de la parte aérea es de gran relevancia en establecer el grado de tolerancia de las plantas frente a factores ambientales adversos. En las tres especies se nota una reducción del peso fresco en los tratamientos salinos en relación al control, especialmente en las plantas regadas con la mayor concentración de sal. El tratamiento de ausencia de riego es un factor limitante en las tres especies, cabe destacar que las especies *L. borysthenicum* y especialmente *L. salicaria* se ven más afectadas por el estrés hídrico alcanzando valores de 29% y 9,26%, respecto al 51,52% en la especie *L. hyssopifolia* (Figura 24).



**Figura 24.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de la parte aérea (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

El ANOVA factorial de esta variable se ha llevado a cabo tanto para los valores absolutos en gramos medidos, como para sus valores porcentuales en relación con sus respectivos controles, que se han considerado como el 100% (Tablas 16-19):

**Tabla 16.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea (g). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	948,995	2	474,497	125,06	0,00
B:Treatment	436,827	3	145,609	38,38	0,00
INTERACCIONES					
AB	590,95	6	98,4917	25,96	0,00
RESIDUOS	136,595	36	3,7943		
TOTAL (CORREGIDO)	2316,14	47			

**Tabla 17.** Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de la parte aérea (g) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	16	1,35065	0,486974	X
1	12	1,66286	0,562309	X
3	20	10,5003	0,435563	X

**Tabla 18.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de la parte aérea (%). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	2097,1	2	1048,55	3,68	0,0352
B:Treatment	38516,1	3	12838,7	45,03	0,00
INTERACCIONES					
AB	2382,38	6	397,063	1,39	0,2442
RESIDUOS	10264,1	36	285,113		
TOTAL (CORREGIDO)	55751,2	47			

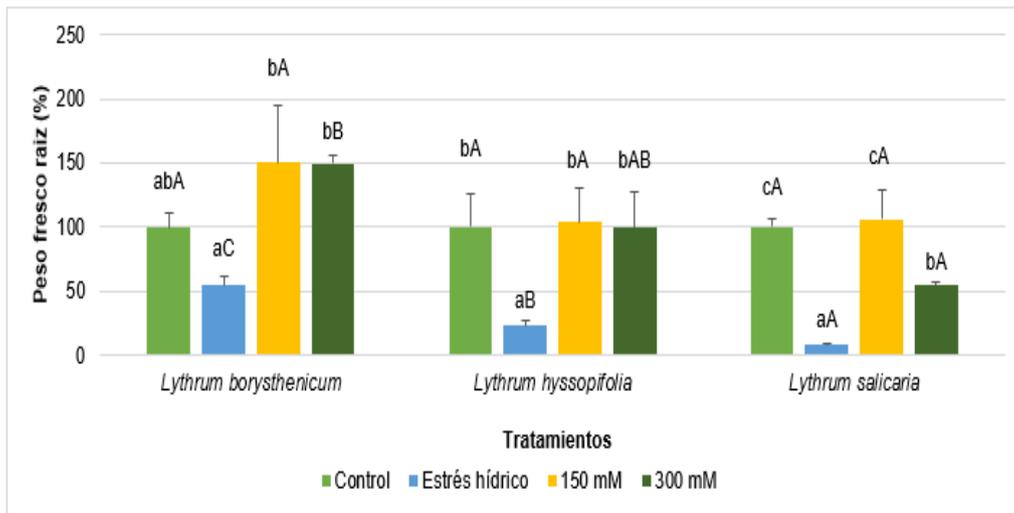
**Tabla 19.** Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de la parte aérea (%) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	20	45,9531	3,77566	X
1	12	50,2518	4,87436	XX
2	16	61,1154	4,22132	X

El valor P indica diferencias significativas en función de los dos factores, tratamiento y especie. Los individuos de las tres especies disminuyen su peso fresco notoriamente en contacto con soluciones salinas.

### 6.2.8. Peso fresco de las raíces

El análisis de este parámetro indica un crecimiento de las raíces en dos especies, *L. borysthenicum* y *L. salicaria*. El factor más limitante para las tres especies son las condiciones de sequía con mayor porcentaje en relación al control en la especie *L. borysthenicum* 54,82%, frente al 23,29% y 8,1% de las especies *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* (Figura 25).



**Figura 25.** Efecto de los tratamientos en el peso fresco de las raíces (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

Se ha observado que las raíces crecen y se dispersan más en suelos ricos en sales, en busca de zonas más profundas donde puedan encontrar agua. En la realización del ANOVA para esta variable. Los datos del ANOVA factorial para este parámetro efectuados tanto para los valores en gramos, como para los expresados en porcentaje de reducción (igual que en el caso del peso fresco de la parte aérea) se resumen en las tablas 20-23.

**Tabla 20.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza Multifactorial para el peso fresco de las raíces (g). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	879,815	2	439,908	72,28	0,00
B:Treatment	180,616	3	60,2055	9,89	0,0001
INTERACCIONES					
AB	331,243	6	55,2072	9,07	0,00
RESIDUOS	219,109	36	6,08635		
TOTAL (CORREGIDO)	1712,66	47			

**Tabla 21.** Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de las raíces (g) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	16	0,594869	0,616763	X
1	12	0,8636	0,712177	X
3	20	9,39164	0,55165	X

**Tabla 22.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el peso fresco de las raíces (%). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	16297,5	2	8148,76	5,82	0,0064
B:Treatment	55693	3	18564,3	13,26	0,00
INTERACCIONES					
AB	9699,91	6	1616,65	1,15	0,3516
RESIDUOS	50393,2	36	1399,81		
TOTAL (CORREGIDO)	134926	47			

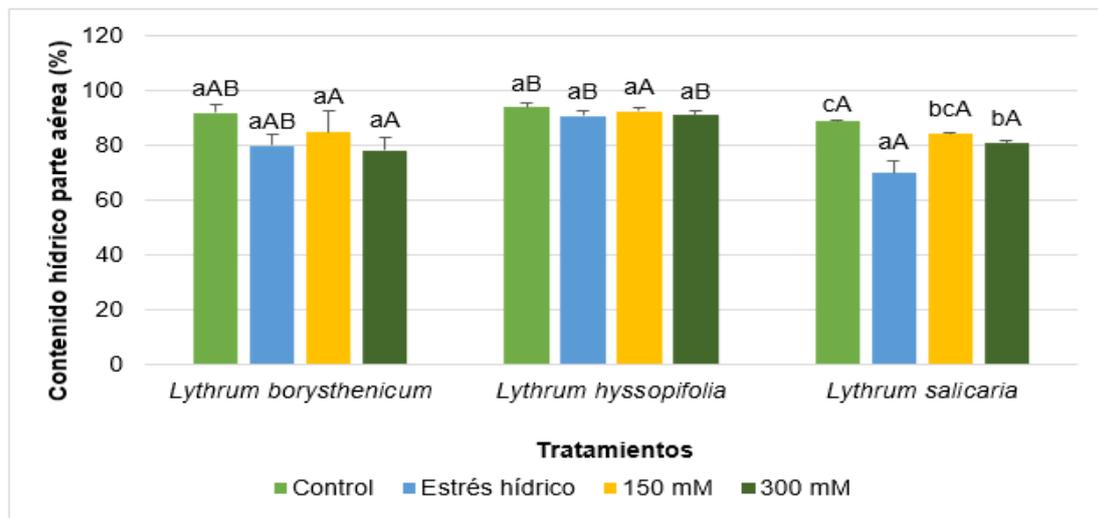
**Tabla 23.** Pruebas de Múltiple Rangos para el peso fresco de las raíces (%) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	20	67,1311	8,36603	X
2	16	81,4212	9,35351	X
1	12	113,596	10,8005	X

La significación de P es menor de 0,05 indicando diferencias significativas entre el peso fresco de las raíces en cada tratamiento. El valor de F muestra la relación que existe entre estas dos variables. Cada tratamiento pertenece a un grupo, dependiendo de su media, las letras diferentes indican diferencias significativas mientras que la misma letra se utiliza para los subconjuntos que no difieren a nivel estadístico. En el tratamiento de estrés, se separan los grupos A, B y C, el grupo A con valores más bajos, correspondiendo como se puede ver en la Figura 19 a la especie *L. salicaria* seguido de los individuos de la especie *L. hyssopifolia* que ha aumentado ligeramente su valor por lo que está en el grupo B. Por último, el grupo C y con mayor porcentaje le corresponde a la especie *L. borysthenicum*.

### 6.2.9. Contenido hídrico de la parte aérea

En la Figura 26 se observa el contenido hídrico de la parte aérea en cada tratamiento. En las tres especies la cantidad de agua desciende a la vez que aumenta la concentración de NaCl de una forma muy poco significativa, al igual que lo hace en el tratamiento de ausencia de riego las especies *L. borysthenicum* y *L. hyssopifolia*. Solamente se registra una reducción significativa hasta 69,91%, en *L. salicaria*.



**Figura 26.** Efecto de los tratamientos en el contenido hídrico de la parte aérea (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

Con respecto al contenido hídrico en la parte aérea, los datos obtenidos en ANOVA factorial son los siguientes (Tablas 24 y 25).

**Tabla 24.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el contenido hídrico de la parte aérea (%). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Especie	0,112939	2	0,0564694	16,72	0,00
B:Treatment	0,0823441	3	0,027448	8,13	0,0003
INTERACCIONES					
AB	0,0414477	6	0,0069079	2,04	0,0847
RESIDUOS	0,121612	36	0,0033781		
TOTAL (CORREGIDO)	0,368479	47			

**Tabla 25.** Pruebas de Múltiple Rangos para el contenido hídrico de la parte aérea (g) por especie.

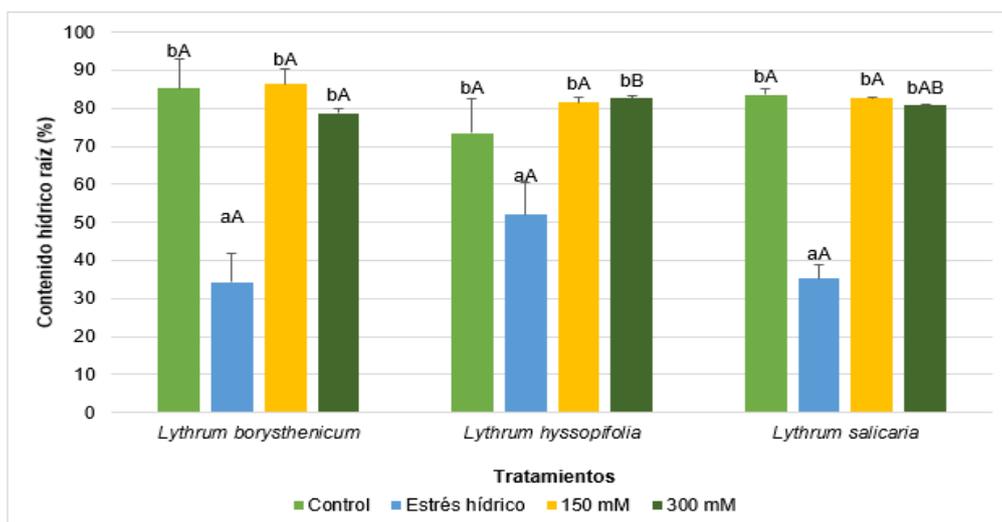
Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	20	0,809875	0,0129964	X
1	12	0,837583	0,0167782	X
2	16	0,920506	0,0145304	X

El valor de la significación es menor de 0,05. El contenido en agua está estrechamente relacionado con el tipo de tratamiento y existen diferencias significativas entre los grupos.

#### 6.2.10. Contenido hídrico de las raíces

La Figura 27 representa el contenido hídrico en las raíces. La cantidad de agua radicular en las especies no difiere de manera significativa entre los tratamientos a excepción de los individuos sometidos a estrés hídrico. La especie que mejor tolera este tratamiento con un porcentaje en CHR de 51,97% es *L. hyssopifolia* frente al 31,31% y 35,13% correspondientes a *L. borysthenicum* y *L. salicaria*. Como se ha visto anteriormente, el peso fresco de las raíces era muy elevado en condiciones salinas debido a su notable crecimiento en la búsqueda de agua en zonas más profundas. Ese aumento en el peso es debido tanto al crecimiento en longitud como en la cantidad de agua radicular. Ese aumento, aunque no muy destacable, se observa en los tratamientos de estrés salino.

Para los tratamientos de cada especie se aprecia que todos ellos pertenecen al mismo grupo, exceptuando el tratamiento con concentración salina de 300 mM en *L. borysthenicum*, dentro del grupo A, mientras que *L. hyssopifolia* y *L. salicaria* están dentro del grupo B por su porcentaje ligeramente más elevado.



**Figura 27.** Efecto de los tratamientos en el contenido hídrico de las raíces (%). Número de réplicas (n=5). Letras minúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de cada especie y las letras mayúsculas diferentes sobre las barras indican diferencias significativas entre especies en cada uno de los tratamientos.

Los datos resultantes para la interpretación del ANOVA sobre la cantidad de agua radicular son los siguientes (Tablas 26 y 27):

**Tabla 26.** Valores obtenidos en el Análisis de Varianza para el contenido hídrico de la raíz (%). Anova multifactorial.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
<b>EFFECTOS PRINCIPALES</b>					
A:Especie	0,00342357	2	0,00171179	0,2	0,8214
B:Treatment	1,47121	3	0,490403	56,69	0,00
<b>INTERACCIONES</b>					
AB	0,110598	6	0,0184331	2,13	0,0735
RESIDUOS	0,311449	36	0,00865137		
TOTAL (CORREGIDO)	1,94896	47			

**Tabla 27.** Pruebas de Múltiple Rangos para el contenido hídrico de la raíz (g) por especie.

Método: 95.0 porcentaje LSD				
Especie	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	20	0,70548	0,0207983	X
1	12	0,711633	0,0268505	X
2	16	0,724944	0,0232532	X

El valor de significación es menor de 0,05. El contenido de agua en las raíces está estrechamente relacionado con el tipo de tratamiento al verse disminuido solamente en el tratamiento de estrés hídrico. Las tres especies responden de forma muy similar frente a los dos tipos de estrés.

## 7. CONCLUSIÓN Y GESTIÓN DE LAS ESPECIES

A raíz de los datos obtenidos a lo largo del ensayo se pueden establecer una serie de conclusiones sobre los valores límites de salinidad y estrés hídrico, que soportan durante el crecimiento vegetativo los individuos de la especie *L. borysthenicum* y los individuos de las especies que se utilizan como material comparativo *L. hyssopifolia* y *L. salicaria*. Aunque el estudio se realiza bajo condiciones controladas, estos resultados son de gran utilidad a la hora de iniciar procedimientos de reintroducción y de gestión de especies, en este caso en el Parque Natural de la Albufera. A partir de la información recopilada y los resultados obtenidos, se concluye:

La salinidad y el estrés hídrico son factores de gran importancia en el medio en el que se desarrollan las especies de estudio. El estrés hídrico es el mayor factor limitante para el crecimiento de *L. salicaria*, como lo indica su acentuada reducción en el peso fresco y contenido hídrico de la parte aérea y de las raíces en las plantas sometidas al tratamiento de ausencia completa de riego. Este resultado concuerda con la ecología de la especie, que habita exclusivamente en zonas húmedas y encharcadas. La reducción de estos parámetros de crecimiento ha sido menor en las otras dos especies estudiadas y en el caso del contenido hídrico de la parte aérea no se han detectado diferencias en relación a los controles, indicando que la turgencia se ha mantenido por completo.

Aunque el número de nuevas hojas o de nuevas ramificaciones ha disminuido en el tratamiento de estrés hídrico en las tres especies, no se ha detectado una reducción en la longitud de los tallos y de las raíces en las especies analizadas. El crecimiento en longitud de las raíces es una respuesta habitual a condiciones sequía en los medios naturales de las plantas, donde las raíces pueden alcanzar capas profundas más húmedas del suelo. Sin embargo, este crecimiento se ve limitado en condiciones de maceta.

Las tres especies presentan un grado de tolerancia a la salinidad. En las tres especies han sobrevivido todos los individuos hasta finalizar los tratamientos, pero en presencia de concentraciones de sal más elevadas en el tratamiento con 300 mM NaCl la reducción de los parámetros de crecimiento ha sido más acentuada. El conjunto de los resultados obtenidos indican que los individuos de la especie *L. hyssopifolia* son los más resistentes a la salinidad, seguidos de *L. borysthenicum* y finalmente de *L. salicaria*.

Los factores ambientales limitantes para la especie de interés conservacionista *L. borysthenicum* son principalmente el estrés hídrico y concentraciones salinas más elevadas, ya que la especie tolera concentraciones salinas moderadas. Los datos obtenidos permiten elaborar algunas recomendaciones para una mejor reintroducción y gestión de la especie *L. borysthenicum*:

-Su reintroducción en el medio natural debe ser cuidadosa, se debe reintroducir en bordes de malladas o malladas con menor salinidad para que su desarrollo en el medio sea el adecuado.

-Es una especie cuyos individuos son de tamaño pequeño, por lo que los hace más vulnerables al pisoteo, sería adecuado cercar la zona donde se reintroduce al menos de forma temporal hasta que presente un buen desarrollo, además se evita la compactación y la erosión del suelo.

-Otros, que se han observado durante las visitas realizadas en el Parque Natural son la gran presencia de especies invasoras, especialmente del género *Spartina*. Por este motivo, otro factor a tener en cuenta sería la eliminación de las especies exóticas, ya que muchas de ellas se desarrollan rápidamente ocupando gran superficie del territorio, además de competir por los recursos.

-Para paliar los efectos provocados por la exposición al ambiente costero, como la erosión por gotas de lluvia o la abrasión debido al viento, se puede considerar la revegetación con especies autóctonas de zonas con escasa cobertura vegetal, donde se puedan reintroducir las demás especies de estudio *L. hyssopifolia* y *L. salicaria*, además estos suelos presentan muy poca cantidad de materia orgánica, por lo que estas especies proporcionarían un aumento de materia en estos ecosistemas.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

-Aguilella A, Foss S, Laguna E. (Eds.) (2010). Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas. Colección Biodiversidad, 18. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. Valencia. [Consulta: 12 de junio de 2020].

-Aslam R, Safdar W (2011). A critical review on halophytes: Salt tolerant plants. J. Med. Plants Res. 5 (33): 7108-7118. <https://doi.org/10.5897/JMPRX11.009>

-Costa M, Boira H (1981). La vegetación costera valenciana: Los saladares. An. Jard. Bot. Mairii 38(l):233-244. [Consulta: 25 de febrero de 2021].

-Flowers TJ, Colmer TD (2008). Salinity tolerance in halophytes. New Phytol. 179:945–963. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02531.x>

-Flowers TO, Hajibagheri MA, Clipson NJW (1986). Halophytes. Q. Rev.Biol.,6:313-33. <https://doi.org/10.1086/415032>

-González-Orenga S, Llinares JV, Al Hassan M, Fita A, Collado F, Lisón P, Vicente O, Boscaiu M (2020). Physiological and morphological characterisation of *Limonium* species in their - natural habitats: Insights into their abiotic stress responses. Plant Soil 449, 267–284. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04486-4>

-Grigore M-N, Toma C, Boscaiu M (2010). Dealing with halophytes: an old problem, the same continuous exciting challenge. An. St. Univ, Al. I. Cuza” Iași, s. II.a (Biol Veget). 2010;56(1):21-32. [Consulta: 12 de junio de 2020].

-HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL. *Lythrum borysthenicum* (Schrank) Litv. <<http://herbarivirtual.uib.es/es/general/1479/especie/lythrum-borysthenicum-schrank-litv->>. [Consulta: 14 de noviembre de 2019].

- HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL. *Lythrum hyssopifolia* L. <<http://herbarivirtual.uib.es/es/general/418/especie/lythrum-hyssopifolia-l->>. [Consulta: 14 de noviembre de 2019].

-HERBARI VIRTUAL DEL MEDITERRANI OCCIDENTAL. *Lythrum salicaria* L. <<http://herbarivirtual.uib.es/es/general/2526/especie/lythrum-salicaria-l->>. [Consulta: 14 de noviembre de 2019].

-Khan MA, Duke NC (2001). Halophytes – a resource for the future. Wet Ecol Manag.;6:455-456. [Consulta: 14 de junio de 2020].

-LA ALBUFERA DE VALENCIA (2012). *Conoce l’Albufera*. <<http://albufera.valencia.es/es/con%3%B3cela/problemas-ambientales>>. [Consulta: 2 de marzo de 2020].

-LA ALBUFERA DE VALENCIA (2012). *Proteje el marjal*. <<http://albufera.valencia.es/es/prot%3%A9gela/r%3%A9gimen-de-protecci%3%B3n>> [Consulta: 14 de marzo de 2020].

-La gestión de L’Albufera y su devesa. *Localización de l’Albufera de Valencia y su devesa*. <<http://www.albufera.com/parque/sites/default/files/descargas/gestion.pdf>>. [Consulta: 8 de febrero de 2020].

-Rivas-Martínez S, Centro de Investigaciones Fitosociológicas (1996-2020). *Sistema mundial de clasificación bioclimática*. <<http://www.globalbioclimatics.org/plot/es-silla.htm>>. [Consulta: 26 de febrero de 2020].

-Vanaclocha B (1992-2020). *Plantas medicinales*. <<https://www.fitoterapia.net/vademecum/plantas/index.html?planta=98>>. [Consulta: 20 de julio de 2020].

-Velayos M (1997). *Lythrum* L. En: Flora iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Editores: S. Castroviejo, C. Aedo, C. Benedí, M. Laínz, F. Muñoz Garmendia, G. Nieto Feliner, & J; Vol. VIII. Haloragaceae-Euphorbiaceae, Madrid: Real Jardín Botánico, CSIC, pp. 14-25. <<https://bibdigital.rjb.csic.es/idurl/1/9895>>. [Consulta: 20 de julio de 2020].

-Waisel Y (1972). Biology of halophytes. Academic press, New York and London. Graham, S. A., Thorne & Reveal (mayo de 1998). «Validation of subfamily names in Lythraceae». *Taxon* 47 (2): 435-436. [Consulta: 14 de junio de 2020].