

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO NATURAL**

**GRADO EN INGENIERÍA FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL**



---

***Gestión de especies vegetales en saladares:  
la tolerancia al estrés abiótico, un  
requerimiento en los programas de  
reintroducción de endemismos***

ALUMNO: ANDREU MANZANERA ADELL

TUTORA: MONICA TEREZA BOSCAIU

COTUTOR: OSCAR VICENTE

CURSO ACADÉMICO: 2016 – 2017

VALÈNCIA, JUNIO 2017



## **RESUMEN**

### **GESTIÓN DE ESPECIES VEGETALES EN SALADARES: LA TOLERANCIA AL ESTRÉS ABIÓTICO, UN REQUERIMIENTO EN LOS PROGRAMAS DE REINTRODUCCIÓN DE ENDEMISMOS**

El género *Limonium* Mill. perteneciente a la familia Plumbaginaceae, con más de 400 especies en el mundo y centro de diversificación en el Mediterráneo Occidental, está bien representado en la Comunidad Valenciana, donde se encuentran unas 30 especies, muchas de ellas endémicas. Todas las especies de este género crecen en saladares, ecosistemas de gran interés, objetivo de muchos esfuerzos de conservación, centrados tanto en la recuperación en la cobertura original de las especies estructurales, fundamentales para su funcionamiento, como también para la conservación y reintroducción de especies endémicas o raras.

Los niveles de tolerancia al estrés abiótico de las diversas especies de *Limonium* difieren, algunas aguantando condiciones de mayor salinidad y/o estrés hídrico. La tolerancia al estrés abiótico es un factor fundamental en la distribución de las especies y por este motivo su conocimiento es básico en los programas de gestión y reintroducción de especies.

**PALABRAS CLAVE:** gestión, *Limonium*, endemismo, saladares, estrés abiótico, salinidad, estrés hídrico.

**AUTOR:** Andreu Manzanera Adell

**LOCALIDAD Y FECHA:** València, Julio 2017

**TUTOR ACADÉMICO:** Monica Tereza Boscaiu

**COTUTOR:** Oscar Vicente

## **ABSTRACT**

### **MANAGEMENT OF PLANT SPECIES IN SALT MARSHES: TOLERANCE TO ABIOTIC STRESS, A REQUIREMENT IN THE REINTRODUCTION PROGRAMMES OF ENDEMIC SPECIES**

The genus *Limonium* Mill. belonging to Plumbaginaceae family, with over 400 species in the world and centre of diversification in the Western Mediterranean, is well represented in "Comunidad Valenciana", where 30 species are found, many of them endemic. All species of this genus grow in salt marshes, ecosystems of great interest, objective of many conservation efforts. These programmes are focused on the recovery of original cover of structural species, which are fundamental for the function of these ecosystems, as well as on the conservation and reintroduction of endemic or rare species.

The tolerance levels to abiotic stress of *Limonium* species are different, some supporting higher levels of salinity and/or water stress conditions. The tolerance to abiotic stress is a fundamental factor in the species distribution and, for this reason, its knowledge is basic in the management and reintroduction programmes of endemic and rare species.

**KEY WORDS:** management, *Limonium*, endemic, salt marshes, abiotic stress, salinity, water stress.

**AUTHOR:** Andreu Manzanera Adell

**PLACE AND DATE:** València, July 2017.

**TUTOR:** Monica Tereza Boscaiu

**CO-TUTOR:** Oscar Vicente



## ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	OBJETIVOS.....	5
2.1.	OBJETIVO GENERAL.....	5
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3.	LOCALIZACIÓN .....	6
3.1.	EL SALER .....	6
3.2.	CLOT DE GALVANY .....	7
4.	DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO.....	8
4.1.	ACTUACIONES EN LOS TERRITORIOS .....	8
4.1.1.	ACTUACIONES EN EL SALER.....	8
4.1.2.	ACTUACIONES EN EL CLOT DE GALVANY .....	9
4.2.	SUELO .....	9
4.3.	CLIMA .....	10
4.3.1.	EL SALER .....	10
4.3.2.	CLOT DE GALVANY .....	11
4.4.	VEGETACIÓN .....	12
4.4.1.	EL SALER .....	13
4.4.2.	CLOT DE GALVANY .....	13
4.5.	FAUNA .....	14
5.	METODOLOGÍA.....	15
5.1.	MUESTREO EN EL CAMPO.....	15
5.2.	ANÁLISIS DE SUELOS .....	15
5.2.1.	PH DEL SUELO.....	15
5.2.2.	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) DEL SUELO.....	16
5.2.3.	TEXTURA DEL SUELO .....	16
5.2.4.	MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO.....	16
5.3.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA .....	17
5.3.1.	CLASIFICACIÓN DE RIVAS-MARTÍNEZ.....	17
5.3.2.	ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE.....	17
5.3.3.	DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN .....	18
5.4.	GERMINACIÓN DE SEMILLAS .....	18
5.5.	CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN CONDICIONES CONTROLADAS .....	19
5.6.	TRATAMIENTOS DE ESTRÉS ABIÓTICO.....	20
5.7.	ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.....	20
5.8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS.....	21
6.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	21
6.1.	SUELOS .....	21
6.2.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA .....	23
6.3.	GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS.....	26
6.4.	EFFECTO DEL ESTRÉS SALINO SOBRE LAS PLANTAS.....	28
6.5.	EFFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LAS PLANTAS.....	31
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE ESPECIES .....	34
8.	BIBLIOGRAFÍA .....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>L. narbonense</i> con detalle de la inflorescencia .....	3
Figura 2: <i>L. narbonense</i> con detalle de la inflorescencia .....	3
Figura 3: <i>L. virgatum</i> .....	3
Figura 4: <i>L. girardianum</i> .....	4
Figura 5: <i>L. santapolense</i> .....	4
Figura 6: Plano de localización El Saler .....	6
Figura 7: Plano de localización Clot de Galvany .....	7
Figura 8: Mapa edafológico según la clasificación de la FAO.....	9
Figura 9: Aplicación de la solución nutritiva a semilleros y macetas .....	19
Figura 10: Plantas en macetas individuales durante los tratamientos .....	21
Figura 11: Climodiagrama estación meteorológica de Benifaió .....	25
Figura 12: Climodiagrama estación meteorológica de Elx .....	26
Figura 13: Efectos de la salinidad sobre el peso fresco de las hojas.....	28
Figura 14: Efectos de la salinidad sobre el peso seco de las hojas .....	29
Figura 15: Efectos de la salinidad sobre la superficie foliar .....	29
Figura 16: Efectos de la ausencia de agua en el peso fresco de las hojas .....	31
Figura 17: Efectos de la ausencia de agua en el peso seco de las hojas .....	31
Figura 18: Efectos de la ausencia de agua en el desarrollo foliar .....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información estación meteorológica Benifaió .....	10
Tabla 2: Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Benifaió ....	11
Tabla 3: Información estación meteorológica de Elx .....	11
Tabla 4: Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Elx .....	12
Tabla 5: Detalle de los tratamientos llevados a cabo. (Germinación) .....	18
Tabla 6: Detalle de los tratamientos llevados a cabo. (Estrés abiótico) .....	20
Tabla 7: Resultados de los ensayos efectuados a las muestras de suelo de los enclaves de interés .....	22
Tabla 8: Valores del Índice de termicidad (It) para las estaciones consideradas.....	23
Tabla 9: Clasificación del piso bioclimático de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.....	23
Tabla 10: Valores del Índice ombrotérmico (Io) para las estaciones consideradas .....	23
Tabla 11: Clasificación del ombrotipo de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez...	23
Tabla 12: Valores del Índice de continentalidad (Ic) para las estaciones consideradas .....	24
Tabla 13: Clasificación de la continentalidad de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez .....	24
Tabla 14: Valores del Índice de aridez de Martonne (Ia) para las estaciones consideradas .....	24
Tabla 15: Clasificación de las estaciones consideradas según Martonne .....	24
Tabla 16: Resultados ensayo de germinación para <i>L. narbonense</i> .....	26
Tabla 17: Resultados ensayo de germinación para <i>L. virgatum</i> .....	27
Tabla 18: Resultados ensayo de germinación para <i>L. girardianum</i> .....	27
Tabla 19: Resultados ensayo de germinación para <i>L. santapolense</i> .....	27
Tabla 20: Efectos de la salinidad sobre el contenido hídrico en hojas y raíces, y número de glándulas excretoras de sal por cm <sup>2</sup> .....	30
Tabla 21: Efectos de la ausencia de agua sobre el contenido hídrico en hojas y raíces, y número de glándulas excretoras de sal por cm <sup>2</sup> .....	33

## 1. ANTECEDENTES

Las cuatro especies analizadas en este trabajo son plantas específicas de saladares. Este tipo de ecosistemas comprenden, por una parte, los saladares estrictos sobre suelos frecuentemente encharcados por agua salada, así como los formados por vegetación halófila sobre sustratos secos. Se atribuyen también a este tipo de hábitat las zonas inundadas marginales de las salinas, muy someras y con márgenes densamente poblados por vegetación halófila. En la región valenciana, así como en otros territorios del SE de la Península Ibérica, los saladares litorales aparecen frecuentemente integrados en sistemas dunares, formando depresiones interdunares, denominadas localmente 'malladas', donde predominan los suelos limosos. Las malladas se forman en depósitos cuaternarios litorales –al igual que en algunas cubetas endorreicas margosas del interior- donde afloramientos freáticos han generado humedales de gran interés, en ocasiones con presencias de abundantes sales en los niveles superficiales del suelo. El tipo de suelo hace que las malladas se encharquen con las lluvias y se formen costras salinas en verano con la evaporación del agua, estableciéndose gradientes de salinidad en el suelo, con las zonas más salinas localizadas en el centro de la mallada y las menos salinas en sus bordes. Generalmente se asume que la distribución de las distintas especies vegetales en estas zonas salinas está determinada principalmente por su tolerancia relativa a la salinidad, de forma que las comunidades vegetales se van instalando en las malladas a modo de anillos concéntricos en función de la salinidad del suelo – aunque otros factores, como la competencia entre especies puede contribuir de forma importante a la distribución de las plantas en el saladar (Costa y Boira, 1981).

El complejo de malladas desarrolladas en el territorio, hoy incluido en el Parc Natural de l'Albufera, situado a unos pocos kilómetros al sur de la ciudad de Valencia, presenta un especial interés. Originalmente, las malladas de la Devesa de la Albufera eran multitud de depresiones de diverso tamaño que se distribuían longitudinalmente por toda la restinga. Entre las décadas de 1960 y 1970 se ejecutó parcialmente un proyecto de urbanización en más del 70% de la Devesa, afectando negativamente a todos los hábitats existentes en esta zona. Sin embargo, los más afectados fueron los primeros cordones dunares, que se destruyeron por completo, y con su arena se rellenaron las malladas para crear amplias zonas urbanizadas e infraestructuras; esto provocó la falta de inundación natural de estas depresiones interdunares durante la estación húmeda, alterando su funcionamiento hidrológico. Además, en muchas malladas se plantaron especies alóctonas. Este conjunto 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 y la desaparición completa de algunas especies vegetales; así, nueve especies se han extinguido localmente (ocho de ellas están incluidas en el Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas, y cuatro en la Lista Roja de la UICN).

La situación, afortunadamente, ha cambiado en las últimas décadas, cuando comenzó a considerarse el gran valor ecológico de estos hábitats. Desde principios de los años 80, el Servicio Devesa-Albufera del Ayuntamiento de Valencia ha realizado actuaciones y estudios encaminados a la regeneración de los ecosistemas de la Devesa de La Albufera. La actuación más destacada en relación a las malladas ha sido la regeneración geomorfológica de muchas de ellas, y están en marcha programas de conservación y recuperación de la vegetación halófila en las mismas.

La importancia de los saladares radica en que son ecosistemas únicos caracterizados por una elevada producción primaria (Simas et al., 2001) en los que aparecen especies vegetales singulares, es decir, existe un gran porcentaje de endemismos aumentando la biodiversidad vegetal de los mismos (Mateo y Crespo, 2009). Las duras condiciones de vida, sequedad, salinidad, exposición a vientos marinos y suelos arenosos con pocos nutrientes, han provocado que las especies evolucionen hacia adaptaciones muy diferentes que les permiten sobrevivir en un ambiente bastante extremo. En cuanto a la fauna se refiere, estos ecosistemas proporcionan condiciones ideales para la obtención de alimento, de protección y para llevar a cabo el proceso de reproducción de multitud de especies de aves, algunas de ellas en peligro de extinción. También cabe destacar que los endemismos no son exclusivos de los vegetales, como ictiofauna destacando *Aphanius iberus* Valenciennes (fartet), endemismo del litoral mediterráneo ibérico y magrebí

Entre los taxones vegetales de gran interés de las malladas valencianas se encuentran el género *Limonium* representado por unas 30 especies (Crespo, 2000), algunos endemismos son exclusivamente valencianos como *L. dufourii* (Girard) O. Kuntze y *L. albuferae* Ferrer et al.

*Limonium* Mill. es un género cosmopolita de la fam. Plumbaginaceae, integrado por más de 400 especies. Parece tener un centro de diversificación en el oeste de la región mediterránea y otro en las estepas asiáticas. Sus especies suelen ocupar áreas pequeñas y aisladas, sobre substratos salinos –marjales, lagunas interiores, litorales rocosos-, yesosos o suelos muy áridos. En las especies de *Limonium* se aprecia una extraordinaria variabilidad intraespecífica a causa de los fenómenos de hibridación y apomixis (Erben, 1993). Todas las especies valencianas de *Limonium* pertenecen a la categoría de las halófitas, que se definen como plantas capaces de sobrevivir y completar sus ciclos biológicos en presencia de concentraciones de sal equivalentes a por lo menos 200 mM de NaCl (Flowers et al., 1986; Flowers y Colmer, 2008) aunque muchas pueden crecer a concentraciones de sal aún mayores que el agua de mar. Sólo alrededor del 0,4% de todas las especies de angiospermas son consideradas halófitas (Santos et al., 2015). Son plantas estrictamente especializadas capaces de crecer y reproducirse en duras condiciones ambientales en sus hábitats naturales. Las halófitas habitan en áreas salinas naturales, como pantanos salados, dunas, acantilados, lagos salados y muchas zonas áridas.

Además de ser objeto de estudios taxonómicos y evolutivos (Palacios et al., 2000, Lledó et al., 2005), el género *Limonium* ha sido objeto de muchos estudios fisiológicos y bioquímicos, ya que muchas de sus especies son capaces de tolerar una alta salinidad en sus hábitats naturales. *Limonium* pertenece a la categoría especial de recretohalófitas, o plantas que son capaces de secretar sal de sus hojas. Las glándulas salinas son estructuras únicas que segregan directamente iones tóxicos fuera de la planta, que están presentes sólo en 370 halófitos y están completamente ausentes en glicófitas (Shabala et al., 2014, Yuan et al., 2015).

Sin embargo no hay ninguna información sobre los niveles de tolerancia a la salinidad en las cuatro especies seleccionadas. La tolerancia al estrés abiótico es un factor fundamental en la distribución de las especies y por ese motivo su conocimiento es básico en la gestión de especies vegetales, sobre todo en la reintroducción de endemismos. Estos conocimientos son imprescindibles para ayudar a definir estrategias de conservación y/o regeneración de estos hábitats naturales de gran valor ecológico.

➤ **LAS ESPECIES SELECCIONADAS**

En El Saler (Valencia), paraje natural seleccionado con presencia de saladares o malladas, encontramos diversas especies del género *Limonium*, de las cuales hemos seleccionado:

1. *Limonium narbonense* Mill.

*L. narbonense* se extiende por toda la zona mediterránea en saladares costeros y acantilados (Erben, 1993).



Figuras 1 y 2. *L. narbonense* con detalle de la inflorescencia. Fuente: ActaPlatarum.org

2. *Limonium virgatum* (Willd.) Fourr.

*L. virgatum* es una especie presente en toda la Cuenca mediterránea en saladares y praderas salinas (Erben, 1993).



Figura 3. *L. virgatum*. Fuente: Flora.org.it

3. *Limonium girardianum* (Guss.) Fourr.

*L. girardianum* es un endemismo del Mediterráneo con poblaciones en el litoral francés y el SE de la Península Ibérica e Islas Baleares (Erben 1993, Pavon 2005).

Es una especie amenazada por la transformación del hábitat (Pinder y Witherick 1990, Danton y Baffray 2005, Pavon 2005). En Francia es una especie protegida a nivel nacional (Baumberger et al. 2012).



Figura 4. *L. girardianum*. Fuente: Floracatalana.net

El otro enclave natural seleccionado es El Clot de Galvany en Santa Pola y Elx (Alicante), y la especie seleccionada, debido a que es un endemismo exclusivo de este ecosistema, es:

4. *Limonium santapolense* Erben

*L. santapolense* es un endemismo local de la provincial de Alicante, incluida en la lista roja de la flora vascular española con la categoría de vulnerable debido a su alto riesgo de extinción (Moreno, 2008).



Figura 5. *L. santapolense*. Fuente: propia.

En el Anexo 1 aparece información más detallada acerca de las cuatro especies seleccionadas para este trabajo.

## **2. OBJETIVOS**

El principal problema de los endemismos es su escasa distribución espacial, ya que por evolución, se han adaptado a unas condiciones fisicoquímicas muy determinadas, que si son alteradas, ponen en peligro la supervivencia de estas especies. Este problema se agrava más cuando son los propios hábitats, en los que se desarrollan los endemismos, los que se ven afectados. Para este trabajo se han seleccionado cuatro especies del género *Limonium*, con origen en diferentes saladares de la Comunidad Valenciana y con diferente tamaño de áreas de distribución, desde endemismos locales hasta amplia distribución en la cuenca mediterránea. La elección de los saladares no ha sido aleatoria, ya que, en los enclaves que se presentan a continuación aparece un alto número de endemismos de este género.

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del proyecto es evaluar los niveles de tolerancia al estrés salino e hídrico en cuatro especies de *Limonium* presentes en saladares litorales de la Comunidad Valenciana, que presentan un gran interés ecológico y conservacionista al tratarse en caso de dos de ellos de taxones endémicos, muy raros y/o amenazados, – con el fin de aportar información relevante para los programas de conservación y regeneración de las malladas del parque, incluyendo en su caso la futura reintroducción con éxito de estas especies en las malladas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos de este trabajo son los siguientes:

1. Caracterización del medio físico en las zonas de muestreo de las semillas que se extrajeron del medio con el fin de cultivarlas en condiciones controladas para la obtención de datos que ayuden en la gestión de estas especies.
2. Comprobación de la capacidad germinativa de las semillas en diferentes condiciones para conocer la respuesta de las mismas ante las variaciones de los factores abióticos de mayor relevancia en este tipo de ecosistema.
3. Crecimiento de las plantas en invernadero en distintas condiciones de estrés abiótico con el fin de conocer las respuestas al estrés salino e hídrico.
4. Análisis de los efectos de los tipos de estrés (salino e hídrico) sobre el crecimiento de las plantas, con el fin de adecuar las condiciones de la reintroducción para obtener el mayor éxito posible en el medio natural.

### 3. LOCALIZACIÓN

#### 3.1. EL SALER

El Saler se encuentra en el interior del Parc Natural de l'Albufera, que comprende una superficie de 21.120 ha, situado a unos 10 kilómetros al sur de la Ciudad de Valencia. En él encontramos diversos tipos de ecosistemas, siendo de especial interés los saladares o malladas. En este caso nos hemos centrado en la Mallada Llarga, situada entre el cortafuegos de Pujol y las golas del mismo nombre, una mallada pequeña próxima al lago artificial de El Saler y una mallada en el Racó de l'Olla.

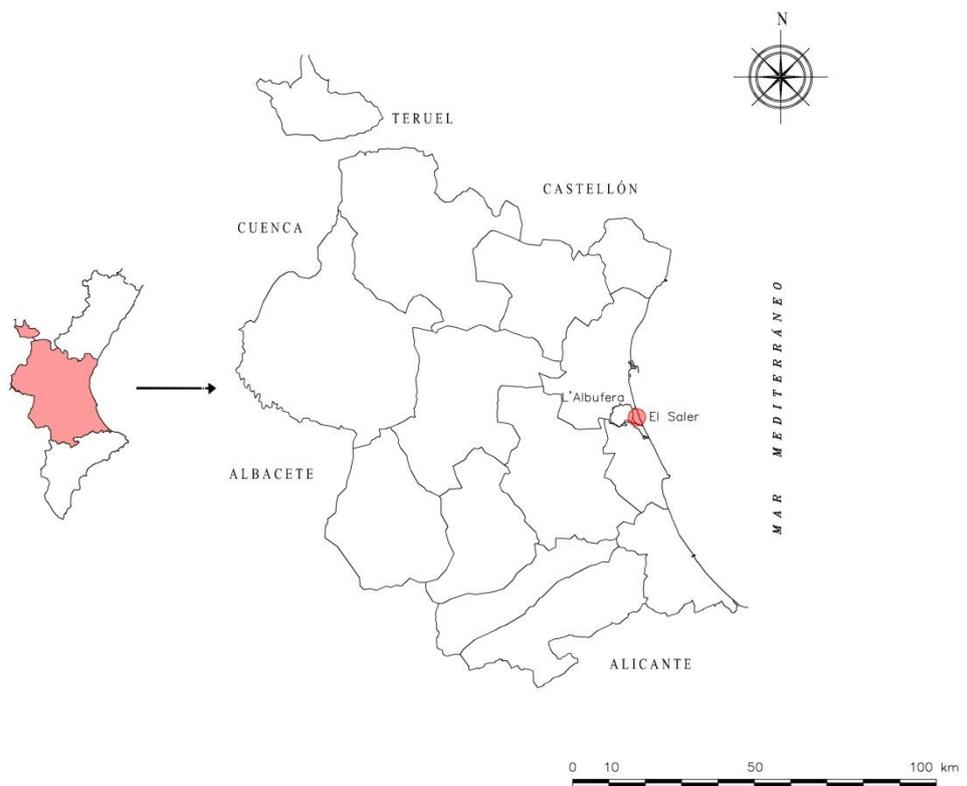


Figura 6. Plano de localización El Saler. Fuente: elaboración propia.

### 3.2. CLOT DE GALVANY

El Paraje Natural Municipal Clot de Galvany, con una superficie de 366,31 ha. Se localiza en las Partidas rurales de Los Arenales del Sol (Pedanía de Elx), los Balsares (Pedanía de Elx) y Gran Alacant (pedanía de Santa Pola), pertenece al término municipal de Elx, en la provincia de Alicante.

El Clot de Galvany es un enclave de gran valor ambiental. En él se pueden distinguir diferentes ecosistemas, que contienen una flora y fauna de gran relevancia a escala autonómica e incluso estatal.



Figura 7. Plano de localización Clot de Galvany. Fuente: elaboración propia

## **4. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO**

### **4.1. ACTUACIONES EN LOS TERRITORIOS**

#### **4.1.1. ACTUACIONES EN EL SALER**

Ya en 1238, el rey Jaime I mostró su inclinación por l'Albufera y su dehesa, sumándola al Patrimonio Real, convirtiéndola en Coto Real de Caza. Todos los monarcas que le sucedieron durante la Edad Media mantuvieron una normativa cuidadosa de la zona, reservándose el dominio y vetándose el traspaso de estos parajes.

Entre 1873 y el 23 de junio de 1911, en la cual tiene lugar la aprobación de la Ley por la que se cede el Lago y el Monte al Ayuntamiento de Valencia, siendo un antes y un después en este enclave, ya que registró una drástica reducción, pasando de 8130 ha a 2896 ha, con el objetivo de ampliar la superficie destinada al cultivo del arroz. En el mes de junio de 1958, el Ayuntamiento de Valencia inaugura el Camping de El Saler, hecho que desembocaría en la privatización del monte público.

Otro hecho trágico para el Monte de la Devesa de El Saler tuvo lugar el 9 de noviembre de 1963, cuando el Ayuntamiento de Valencia acuerda ceder al Estado una parte de superficie para la construcción de un Parador de Turismo y un campo de golf. A lo largo de estos años algunos ecosistemas de la Devesa fueron devastados, como es el cordón dunar externo, con la construcción de un paseo marítimo; y de las malladas, con la construcción de carreteras, aparcamientos y edificios, entre otros muchos casos.

Entre los años 1972 y 1973 se comienza a hacerse presente la oposición ciudadana a las agresiones sufridas en la Devesa. Ésta es tan importante que se logró paralizar las actuaciones previstas. En 1982 se redactó el Plan Especial de Reforma Interior y de Protección del Monte de la Devesa de El Saler y, es declarado Espacio Natural Protegido.

A principios de la década de los 80, y a raíz de la necesidad de regenerar la Devesa, se creó la Oficina Técnica Devesa-Albufera así como los Viveros Municipales, dependientes del Ayuntamiento de Valencia, dónde se realizaron diversos estudios científicos y experiencias encaminadas a la restauración natural de la Devesa.

El sistema que formaba el lago, su entorno húmedo y las zonas adyacentes a ambos adquirió régimen jurídico de Parque Natural por Decreto 89 / 1986 del 8 de julio por el Consell de la Generalitat Valenciana. En 1989 se realizó al Plan Especial de Protección del Parque Natural de l'Albufera.

En 1990, l'Albufera fue añadida a la lista del Convenio de Ramsar, un convenio internacional mediante el cual numerosos países se comprometían a proteger una serie de zonas húmedas cuya importancia para las aves acuáticas trascendía las fronteras no naturales de los países. Sus valores naturales han hecho que, con posterioridad, la Albufera fuera declarada zona de especial protección para las aves (Z.E.P.A.), mediante una directiva para la conservación de las aves silvestres, conocida como Directiva de Aves (PARCS NATURALS DE LA C. VALENCIANA, 2010).

#### 4.1.2. ACTUACIONES EN EL CLOT DE GALVANY

Las actuaciones urbanísticas que repercuten negativamente sobre el Clot de Galvany comienzan a mediados de la década de los setenta en un contexto muy favorable para la expansión de la actividad turística en el litoral alicantino, pues las ventajas económicas que podían obtenerse aunaron los intereses de la iniciativa privada y del poder político a costa de minimizar las graves consecuencias para el medio ambiente (Ferrando y Rocamora, 2002).

El Ayuntamiento de Elx adquirió finalmente el Clot de Galvany en 1994, mediante una permuta de parte de los terrenos que poseía Gran Alacant S.A. en la parte ilicitana por otros de propiedad municipal. Casi de manera inmediata, el Ayuntamiento inicia una serie de actuaciones para recuperar el humedal (Ferrando y Rocamora, 2002). Estas actuaciones están incluidas en el proyecto de regeneración que debía sufragar el Banco Exterior “Projecte d’Arranjament i Planificació de l’ús públic del Clot de Galvany”, 1990 (Ferrando y Rocamora, 2002).

El Clot de Galvany se incluyó en el Catálogo de Zonas Húmedas, aprobado mediante Acuerdo del 10 de septiembre de 2002, del Consejo de la Generalitat. Fue el 21 de enero de 2005 cuando se declaró Paraje Natural Municipal por Acuerdo del Consell de la Generalitat Valenciana.

#### 4.2. SUELO

La clasificación de los suelos de los dos espacios naturales que son objeto de estudio se ha tomado la clasificación y nomenclatura edafológica que sigue las reglas establecidas por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

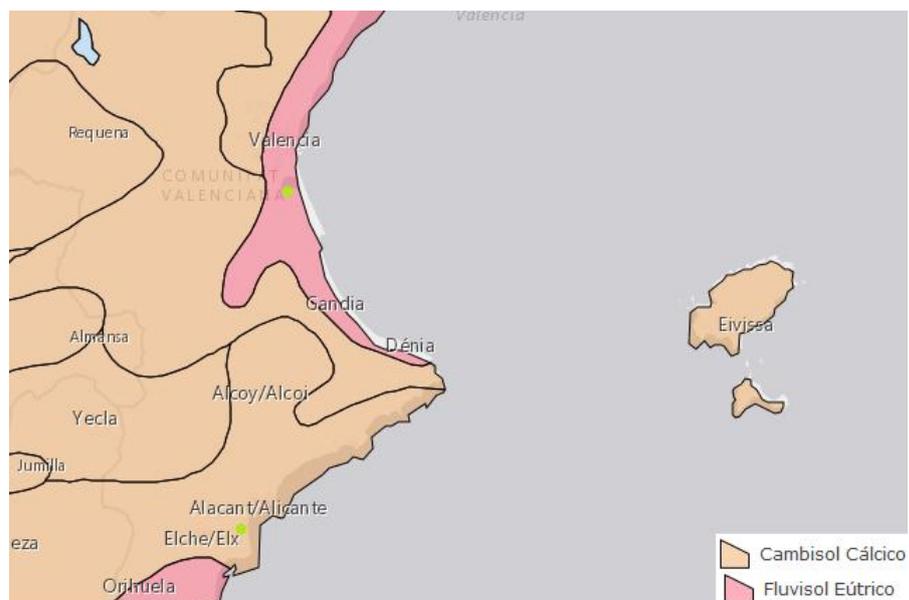


Figura 8. Mapa edafológico según la clasificación de la FAO. Fuente: arcgis.com

Según la FAO, los suelos de los entornos naturales que vamos a describir pertenecen a la tipología Fluvisol eútrico, desarrollados sobre depósitos aluviales como en El Saler y Cambisol cálcico, desarrollados sobre materiales de alteración procedentes de un amplio abanico de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial como en el Clot de Galvany.

- **Fluvisol eútrico**

Esta tipología de suelo presenta un horizonte A ócrico, es decir, contiene menos de 1% de materia orgánica (Gilsanz et al., 1996) y niveles de saturación de bases mayores de 50 entre 20 y 50 cm. Se localizan a lo largo de los valles de ríos, también en deltas y estuarios, sobre materiales de base de diferentes orígenes, como depósitos aluviales. El pedoclima, microclima que se desarrolla en el interior de un suelo, es variable con un régimen de temperaturas mésico o térmico y de humedad údico, ústico o xérico (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE).

- **Cambisol cálcico**

En estos suelos aparece un horizonte cálcico, o yesoso, o con concentraciones de partículas limosas entre 75 y 125 cm de profundidad. Si son calcáreos, aparecen las partículas limosas entre los 20 y 50 cm de profundidad. Abarcan grandes superficies en la mitad oriental de la península ibérica y en el archipiélago balear, dándose en diversas condiciones topográficas y bajo distintos pedoclimas que van del mésico y údico de los Pirineos, al térmico y xérico de las zonas situadas más al sur de la península, como es el caso de el Clot de Galvany (MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE).

### 4.3. CLIMA

#### 4.3.1. EL SALER

La estación meteorológica elegida para la caracterización climática de El Saler ha sido el del municipio de Benifaió (Valencia), pues se trata de la estación meteorológica completa más próxima, localizada aproximadamente a 12 km.

Tabla 1. Información estación meteorológica Benifaió.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA BENIFAIÓ	Altitud: 72 m
UTMX: 718925.000	UTMY: 4350990.000
Huso: 30N	Serie climática :2000-2016 (17 años)

Tabla 2. Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Benifaió. Fuente: IVIA.

	<b>Ti</b>	<b>Mi</b>	<b>mi</b>	<b>M'i</b>	<b>m'i</b>	<b>Pi</b>
<b>Enero</b>	10,3	16,2	5,1	25,1	-5,9	35,0
<b>Febrero</b>	11,0	16,7	5,7	27,1	-4,8	30,3
<b>Marzo</b>	13,4	19,4	7,7	31,3	-3,7	40,1
<b>Abril</b>	15,6	21,5	9,9	35,2	1,9	37,9
<b>Mayo</b>	18,7	24,7	12,8	42,6	3,7	35,5
<b>Junio</b>	22,8	28,5	16,8	39,0	10,2	15,4
<b>Julio</b>	25,4	30,7	20,1	41,9	13,5	8,5
<b>Agosto</b>	25,6	30,9	20,4	43,9	13,2	13,6
<b>Septiembre</b>	22,6	28,3	17,5	38,3	8,6	54,8
<b>Octubre</b>	18,9	24,6	13,8	34,4	2,3	62,8
<b>Noviembre</b>	13,7	19,3	8,6	31,1	-0,7	51,5
<b>Diciembre</b>	10,6	16,4	5,6	24,6	-4,0	38,4
<b>Anual</b>	<b>17,4</b>	<b>23,1</b>	<b>12,0</b>	<b>34,5</b>	<b>2,9</b>	<b>423,6</b>

Donde:

- Ti: Temperatura media (°C)
- Mi: Temperatura media de las máximas (°C)
- mi: Temperatura media de las mínimas (°C)
- M'i: Temperatura máxima absoluta (°C)
- m'i: Temperatura mínima absoluta (°C)
- Pi: Precipitación media mensual (mm)

#### 4.3.2. CLOT DE GALVANY

La estación meteorológica elegida para la caracterización climática del Clot de Galvany ha sido el del municipio de Elx (Alicante), situada a aproximadamente a 14 km.

Tabla 3. Información estación meteorológica de Elx.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA ELX	Altitud: 86 m
UTMX: 701609.000	UTMY: 4235864.000
Huso: 30N	Serie climática: 2000-2016 (17 años)

Tabla 4. Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Elx. Fuente: IVIA.

	<b>Ti</b>	<b>Mi</b>	<b>mi</b>	<b>M'i</b>	<b>m'i</b>	<b>Pi</b>
<b>Enero</b>	10,5	16,2	5,8	22,3	0,7	19,1
<b>Febrero</b>	11,0	16,8	6,0	23,6	1,2	12,7
<b>Marzo</b>	13,3	19,3	7,9	27,8	2,6	24,1
<b>Abril</b>	15,5	21,3	10,3	28,0	5,9	35,4
<b>Mayo</b>	18,6	24,3	13,3	30,9	8,9	16,2
<b>Junio</b>	22,8	28,3	17,3	34,7	13,2	8,0
<b>Julio</b>	25,2	30,5	20,2	36,0	17,1	1,5
<b>Agosto</b>	25,7	30,9	20,9	36,4	17,8	8,3
<b>Septiembre</b>	22,8	28,2	18,2	34,1	14,0	40,0
<b>Octubre</b>	19,1	24,8	14,6	30,5	8,8	31,4
<b>Noviembre</b>	13,9	19,3	9,5	25,3	3,8	32,2
<b>Diciembre</b>	11,0	16,4	6,8	21,8	1,7	26,8
<b>Anual</b>	<b>17,5</b>	<b>23,0</b>	<b>12,6</b>	<b>29,3</b>	<b>8,0</b>	<b>256,5</b>

Donde:

- Ti: Temperatura media (°C)
- Mi: Temperatura media de las máximas (°C)
- mi: Temperatura media de las mínimas (°C)
- M'i: Temperatura máxima absoluta (°C)
- m'i: Temperatura mínima absoluta (°C)
- Pi: Precipitación media mensual (mm)

#### 4.4. VEGETACIÓN

Los ecosistemas que son objeto en este trabajo, están presentes en enclaves en los cuales las plantas que los habitan han tenido que especializarse para poder sobrevivir a las duras condiciones del medio.

Desde el punto de vista de la vegetación, el factor limitante va a ser la sal, que va a condicionar el que estos ecotópos sean considerados como medios “fisiológicamente secos”, aunque de manera física exista agua en el sustrato. La razón es que no todas las plantas son capaces de captar el agua salina. Ello hace que los saladares o malladas sean colonizadas por plantas crasicuales, muy adaptadas a estos suelos salinos, que acumulan gran cantidad de agua y sales en sus tejidos con el fin de mantener una adecuada presión osmótica que les permita tomar agua salina del suelo, cosa imposible para vegetales no halófilos. Junto a estas plantas crasas pueden vivir otras no suculentas, pero también halófilas, que recurren a una masiva eliminación de sales a través de sus tejidos.

#### 4.4.1. EL SALER

La zona de estudio se en cuadra dentro del siguiente esquema corológico:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea occidental

Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina

Provincia Catalano-Provenzal Balear

Sector Valenciano-Tarraconense

La vegetación de los saladares no suele ser rica en especies, pero en cambio sí que presenta una gran biomasa. Las especies dominantes en las malladas en las que nos hemos centrado son Quenopodiáceas de los géneros *Salicornia* L., *Arthrocnemum* Moq., *Sarcocornia* A.J.Scott, *Suaeda* Forssk y, Plumbagináceas representadas por el género *Limonium* (Costa y Boira, 1981; Costa et al., 1986).

Por otro lado, fitosociológicamente, esta vegetación pertenece a las clases:

1. *Thero – Salicornietea* Pignatti 1953 em. R. Tx. In R. Tx. & Oberdofer 1958.
2. *Arthrocnemetea* Br. – Bl. & R. Tx. 1943 em. Nom. O. Bolos 1957.
3. *Juncetea maritimi* Br. – Bl. (1931) 1952.
4. *Nerio tamaricetea* Br. – Bl. & O. Bolos 1957.

Por su riqueza en hábitats singulares y pertenecer al Parc Natural de l'Albufera, las zonas de El Saler, están protegidas a nivel comunitario mediante la declaración de zona ZEPa (Zona de Especial Protección para las Aves), LIC (Lugar de Interés Comunitario), a nivel regional como Parque Natural y a nivel internacional l'Albufera de Valencia está reconocida dentro de la prestigiosa Lista de Humedales de Importancia Internacional RAMSAR.

#### 4.4.2. CLOT DE GALVANY

La zona de estudio se en cuadra dentro del siguiente esquema corológico:

Reino Holártico

Región Mediterránea

Subregión Mediterránea occidental

Superprovincia Mediterráneo-Iberolevantina

Provincia Murciano-Almeriense

Sector Alicantino

La vegetación de este Paraje Natural Municipal se ve influenciada por el biotopo el cual habitan.

Así pues podemos encontrar carrizales en las áreas que reciben mayor aporte de escorrentías de origen pluvial más continental, pues la concentración de sales queda rebajada.

Fitosociológicamente, esta vegetación pertenece a la clase:

1. *Typho domingensis – Phragmitetum maximi* Costa, Boira, Peris & Stübing, 1986.

Allí donde la influencia de la salinidad es mayor encontramos los ecosistemas de tarayares, juncales y saladares.

La vegetación de estos ecosistemas pertenece a las clases fitosociológicas siguientes:

2. *Inulo crithmoidis – Tamaricetum boveanae* Izco, Fernández-González & A. Molina, 1984.
3. *Elymo elongati-Juncetum maritimi* Alcaraz, Garre, Peinado & Martínez-Parras, 1986.
4. *Juncetum marítimo-subulati* Alcaraz, 1984 corr. Alcaraz, P. Sánchez, De la Torre, Ríos & J. Álvarez, 1991.
5. *Frankenio corymbosae- Arthrocnemetum macrostachyi* Rivas Martínez, Alcaraz, Belmonte, Cantó & Sánchez – Mata, 1984.
6. *Limonietum caesio-delicatuli* Rigual, 1986.

La asociación *Limonietum caesio-delicatuli*, escasamente representada en la actualidad dentro de este ecosistema a causa de la transformación de este en senderos, viales y carreteras, aunque también está presente en los claros de los matorrales halófilos propios de saladares, bordes de malladas donde se acumula la sal y riberas de ramblas y riachuelos en sus desembocaduras en contacto con el mar (Costa et al., 1986).

Por su riqueza en hábitats singulares está protegido con la inclusión en el Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana y las figuras de Zona ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves), LIC (Lugar de Interés Comunitario) y Paraje Municipal (Área de Elx).

#### **4.5. FAUNA**

Son muchas las especies de fauna que habitan en este tipo de ecosistemas o las usan para algún período de su ciclo vital. Estos hábitats, cuya vegetación está muy especializada, proporcionan recursos y medios a especies que también han sabido adaptarse a estas condiciones.

Las diferentes actuaciones para disfrute antrópico, que se han llevado a cabo en cualquiera de los dos parajes que son analizados en este trabajo, han supuesto la reducción de sus hábitats y por consiguiente la desaparición o la puesta en peligro de diferentes especies. Aún así estos enclaves son los últimos refugios para algunas de las diferentes poblaciones que podemos encontrar.

En el Anexo 2 aparece información más detallada de las diferentes especies animales que se pueden encontrar.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1. MUESTREO EN EL CAMPO**

La primera toma de muestras en campo se llevó a cabo con el objetivo de obtener material vegetal, en este caso semillas, para poder realizar los ensayos oportunos con las especies que son objeto de este trabajo. Las semillas fueron recogidas en verano del año 2011 por personal de la UPV y del Jardí Botànic de la Universitat de València, posteriormente fueron almacenadas en el banco de germoplasma de la última entidad nombrada.

Los muestreos del suelo de las zonas de recogida de las semillas fueron realizados el mes de julio de 2016, siendo ésta la época del año en la cual el suelo alcanza su máximo de salinidad.

### **5.2. ANÁLISIS DE SUELOS**

Se realizaron diferentes ensayos a las muestras de suelos, tanto de El Saler como del Clot de Galvany, para la determinación del pH, conductividad eléctrica (CE), textura y porcentaje de materia orgánica. Se extrajeron tres muestras de suelo por zona, un total de nueve en El Saler y tres en El Clot de Galvany.

Previamente a estos ensayos se tamizaron todas las muestras de manera que los análisis se realicen con elementos finos, menores de 2 mm de grosor. Los ensayos han sido realizados siguiendo la metodología según Llorca (1991).

#### **5.2.1. PH DEL SUELO**

La medición del pH del suelo se realizó mediante el procedimiento de pH en agua, para ello fue necesario un pH-metro.

##### **PROCEDIMIENTO**

Se pesaron 10 gramos de las muestras de suelo y se añadieron 25 ml de agua destilada. Se agitaron con agitador magnético durante diez minutos. Tras esto se introdujeron en la solución los electrodos del pH-metro, calibrados previamente con las soluciones tampón.

#### **5.2.2. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) DEL SUELO**

Mediante la medición de la conductividad eléctrica del suelo se consiguen unas medidas las cuales reflejan la salinidad del suelo, factor abiótico limitante.

##### **PROCEDIMIENTO**

Se preparó una solución en proporción 1:5 y se estuvo agitando mediante un agitador magnético durante media hora, posteriormente se dejó reposar durante unos minutos. Finalmente mediante un conductímetro se obtuvieron los valores de la CE del suelo.

### 5.2.3. TEXTURA DEL SUELO

Para la determinación de la textura se ha realizado un procedimiento semicuantitativo denominado Método al tacto.

#### PROCEDIMIENTO

Se tomó una muestra de suelo del tamaño de una cucharilla colmada y se humedeció. Se estuvo trabajando hasta un estado de máxima pegajosidad y plasticidad deshaciendo todos los terrones. A continuación se aplicaron una serie de pruebas (Anexo 5) teniendo en cuenta que, durante las mismas, de vez en cuando, puede ser necesario añadir más agua para mantener el suelo en su máxima plasticidad.

### 5.2.4. MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Mediante el Método de Walkey-Black (1934) se ha llevado a cabo la determinación del carbono orgánico del suelo.

#### PROCEDIMIENTO

El carbono orgánico se determina por un proceso de oxidación en un medio ácido. Se llevó una muestra de aproximadamente 1 gramo de suelo a un matraz Erlenmeyer de 250 ml. A este suelo se le añadieron 10 ml de dicromato potásico 1 N y se movió el matraz para dispersar el suelo en la solución, a continuación y en una campana extractora de humos, se le añadieron 10 ml de ácido sulfúrico concentrado. Se deben mezclar los componentes agitando vigorosamente durante 1 minuto y se deja enfriar durante unos 10 minutos. Después se añadieron 50 ml de agua, y 2-3 gotas del indicador complejo ferroso ortofenantrolina y se valora el exceso de dicromato con sulfato ferroso 0,5 N.

En el punto final, la solución presenta un cambio de coloración de azul a rojo. Cuando se está aproximando a este cambio (punto de viraje) la solución va cambiando su coloración de un color verdoso a un verde oscuro antes de ser completamente roja.

Con los valores del volumen de sulfato ferroso 0,5 N empleados se consigue obtener el porcentaje de carbono orgánico del suelo mediante la siguiente ecuación:

$$\%C.O. = \frac{\text{meq } K_2Cr_2O_7 - \text{meq } FeSO_4}{\text{gramos suelo seco}} \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot 1,3$$

### 5.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

#### 5.3.1. CLASIFICACIÓN DE RIVAS-MARTÍNEZ

Salvador Rivas-Martínez postuló de manera formal unos parámetros e índices bioclimáticos para poder establecer una caracterización bioclimática con datos fácilmente adquiribles, como son las temperaturas (°C) y las precipitaciones (mm).

##### **Índice de Termicidad (It)**

Se calcula como la suma en décimas de grado de la temperatura media anual (T), la temperatura media de las mínimas del mes más frío (m) y la temperatura media de las máximas del mes más frío (M). It es un índice que analiza la intensidad del frío, un factor limitante para numerosas plantas y comunidades vegetales. La conexión entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados (GLOBAL BIOCLIMATICS, 2004).

$$It = (T + m + M) \times 10$$

##### **Índice ombrotérmico anual (Io)**

Se calcula como el cociente entre la suma de la precipitación media en mm de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados centígrados en décimas de grado (Tp) (GLOBAL BIOCLIMATICS, 2004).

$$Io = 10 \times Pp / Tp$$

##### **Índice de continentalidad simple**

Expresa en grados centígrados la diferencia u oscilación entre la temperatura media del mes más cálido (Tmax) y la del mes más frío del año (Tmin) (GLOBAL BIOCLIMATICS, 2004).

$$Ic = Tmax - Tmin$$

#### 5.3.2. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

Se considera aridez cuando el resultado del balance hídrico es negativo, es decir, cuando las ganancias de agua en forma de precipitación son menores que las pérdidas (escorrentía, infiltración y evapotranspiración).

El índice de aridez anual de Martonne se calcula teniendo en cuenta la precipitación (P) y la temperatura media anual (T) (Almorox, 2003), según la ecuación:

$$Ia = P / (T+10)$$

### 5.3.3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

El diagrama ombrotérmico de GausSEN, se utiliza para expresar gráficamente la existencia y duración de los períodos secos. Se considera un mes como seco o árido cuando las precipitaciones son menores que el doble de las temperaturas (Almorox, 2003).

Sobre unos ejes cartesianos se sitúan, en el eje de abscisas, los meses del año y en el eje de ordenadas, las precipitaciones (mm) y temperaturas medias mensuales (°C), de tal manera que  $P=2T$  para cada punto de la escala de las ordenadas al origen.

### 5.4. GERMINACIÓN DE SEMILLAS

Todos los datos obtenidos, tanto en las tablas como en los gráficos, se expresan como la media de las cuatro repeticiones. Se realizó un ensayo previo de germinación con el objetivo de comprobar la viabilidad de las semillas de las especies de *Limonium*.

Los ensayos de germinación se llevan a cabo en placas petri con algodón estéril y dos capas de papel de filtro, mantenidas en condiciones de 30°C y un fotoperiodo de 12 h. Estas condiciones se han establecidas como óptimas para estas especies en un ensayo anterior. Para cada especie y cada tratamiento se han utilizado cuatro réplicas de 25 semillas por placa. Se aplicaron los siguientes tratamientos (25 ml por placa).

Tabla 5. Detalle de los tratamientos llevados a cabo. (Germinación).

TRATAMIENTO	COMPUESTO	CONCENTRACIÓN/ VOL.
1 (CONTROL)	Agua milliQ	0 mM
2	NaCl	100 mM
3	NaCl	200 mM
4	NaCl	400 mM

Las soluciones empleadas en los tratamientos tienen la siguiente justificación:

1. Agua milliQ: es agua que ha sido dos veces esterilizada, su función es servir como tratamiento de control, sin ninguna condición especial.
2. NaCl: el cloruro de sodio es usado en diferentes concentraciones con el objetivo de ejercer un estrés osmótico e iónico a las semillas y comprobar su tolerancia a estos niveles de salinidad.

Los ensayos de germinación se extendieron a lo largo de 30 días, y cada dos días se comprobó el número de semillas germinadas en cada placa. Los resultados finales se transformaron en porcentajes de germinación para calcular la capacidad de germinación. Para estimar la velocidad de la germinación se utilizó el tiempo medio de germinación MGT (Mean germination time), calculado según la fórmula de Ellis and Roberts (1981):

$$MGT = \sum (fx) / \sum x$$

Donde:

- $f = n^{\circ}$  de días desde el inicio del ensayo
- $x = n^{\circ}$  semillas nuevamente germinadas cada día

MGT no se calculó si los porcentajes eran iguales o inferiores al 5%.

## 5.5. CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS EN CONDICIONES CONTROLADAS

Semillas de las cuatro especies se sembraron en semilleros con un sustrato de turba, vermiculita y perlita en partes iguales. Antes de introducir las semillas en el sustrato, la superficie del sustrato fue pulverizado con agua con el objetivo de hidratar la parte superficial del mismo, y a continuación, el agua se regó directamente en las bandejas que contenían los semilleros de manera que el sustrato se humedeciese por capilaridad. Una vez que el sustrato estuvo húmedo, se sembraron las semillas, sin un número exacto por contenedor, pero sin que hubiese una cantidad excesiva. La germinación en sustrato y el crecimiento de las plantas se realizó en un invernadero del IBMCP (UPV) en condiciones controladas, con un fotoperiodo de día largo (16 horas de luz), con una temperatura de 23 °C por el día y 17 °C por la noche, y una humedad relativa del 50-80%. Se les aplicaron riegos 2 veces por semana.

Los riegos fueron realizados con la solución nutritiva de Hoagland, con la siguiente composición (media concentración de la solución original):

- N 105 ppm
- K 117 ppm
- Ca 100 ppm
- P 15 ppm
- S 32 ppm
- Mg 24 ppm
- B 0.25 ppm
- Fe 2 ppm
- Mn 0.25 ppm
- Zn 0.025 ppm
- Cu 0.01 ppm
- Mo 0.005 ppm

El día 51, se realizó el trasplante de las plántulas de los semilleros a macetas individuales, seleccionando los individuos que presentaban un desarrollo más regular.



Figura 9. Aplicación de la solución nutritiva a semilleros y macetas. Fuente: propia.

## 5.6. TRATAMIENTOS DE ESTRÉS ABIÓTICO

Una vez obtenidos los individuos necesarios, se realizaron los tratamientos de estrés salino e hídrico. Antes de empezar los tratamientos se habían seleccionado las plantas que tenían un desarrollo regular entre ellas, así pues, se dejaron 5 plantas por especie por cada tratamiento, repartidas cada una en una maceta individual, siendo 25 en total por tratamiento y 100 en su conjunto.

Los tratamientos aplicados son los siguientes:

Tabla 6. Detalle de los tratamientos llevados a cabo. (Estrés abiótico).

TRATAMIENTO	CONDICIÓN
Estrés hídrico	Sin regar durante la duración de los tratamientos.
Control	Regados únicamente con agua.
NaCl 200 mM	Regados con una solución de agua con concentración 200 mM de NaCl.
NaCl 400 mM	Regados con una solución de agua con concentración 400 mM de NaCl.
NaCl 800 mM	Regados con una solución de agua con concentración 800 mM de NaCl.

En cada bandeja, exceptuando las correspondientes al estrés hídrico, se verterá un volumen de 1225 ml del tratamiento correspondiente en intervalos de 5 días. En cada riego las probetas y bandejas deben de ser limpiadas para evitar la acumulación de sales fuera del sustrato y que no se alterara la concentración de la solución. La duración total de los tratamientos fue de 30 días.

El tratamiento de estrés hídrico consiste en la ausencia completa de riego.

## 5.7. ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

Después de un mes de tratamientos, las hojas y las raíces de cada planta se recogieron y pesaron por separado. Una parte del material fresco se almacenó a -20 ° C y -80 ° C para estudios posteriores. Los pesos frescos medidos (PF) se expresaron como porcentaje de los valores correspondientes a los controles no sometidos a estrés. El material restante se seco durante varios días en una estufa a 65°C hasta llegar a un peso constante para obtener el peso seco de las muestras (PS). El porcentaje de contenido de agua en raíces y hojas (CH) se calculó de acuerdo con Gil et al. (2014).

$$CH\% = [(PF-PS)/PF] * 100$$

De cada planta se seleccionaran cinco hojas y se escanearon, para medir sus áreas foliares utilizando el software ImageJ (Rasband 1997-2012), que también se utilizó para cuantificar el número de glándulas salinas en las hojas escaneadas en superficie y expresarlas por cm<sup>2</sup> de superficie. En el Anexo 4 se pueden observar las imágenes escaneadas de 25 hojas de las 5 plantas de los tratamientos control de cada especie.



Figura 10. Plantas en macetas individuales durante los tratamientos. Fuente: propia.

## 5.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE DATOS

Para el tratamiento estadístico se ha utilizado el programa StaGraphics, Centurion v. XVI (Statpoint Technologies, Warrenton, Virginia, USA).

Los requerimientos del ANOVA han sido comprobados previamente. Para la normalidad se ha aplicado el test de Saphiro-Wilk, y para la homogeneidad de la varianza el test de Levene. Los datos de germinación han sido normalizados usando la transformación arcoseno. Se ha aplicado un ANOVA de un factor, considerando como fuente de variabilidad el tratamiento salino para cada especie por separado. Si las diferencias han sido significativas se ha aplicado el test Tukey HSD para el análisis post-hoc por pares de muestras.

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1. SUELOS

Como se ha indicado en el apartado 5. *Metodología*, se han analizado varias propiedades de diferentes muestras de los suelos dónde se desarrollan las especies de interés. En la siguiente tabla se muestran cuales han sido los resultados de los análisis efectuados.

Tabla 7. Resultados de los ensayos efectuados a las muestras de suelo de los enclaves de interés.

Lugar	Muestra	pH	Conductividad (dS/m)	Textura	% C.O.
Racó Olla	1	8,25	2,72	Arenoso	0,683
	2	8,48	13,72		1,011
	3	8,70	4,97		0,789
Lago Saler	1	8,58	6,77	Arenoso	0,189
	2	8,85	8,11		0,191
	3	8,84	10,88		0,23
Mallada Llarga	1	9,08	5,13	Arenoso	0,095
	2	8,99	5,13		0,094
	3	9,08	2,33		0,228
Clot	1	8,29	8,33	Franco-arcillo-limoso	0,197
	2	8,20	12,76		0,176
	3	8,20	4,76		0,293

A la vista de los resultados obtenidos, no cabe duda la basicidad de estos suelos, con un rango de pH que oscila desde 8,20 en el Clot hasta 9,08 en El Saler.

Los valores de conductividad eléctrica son muy dispares dentro de la misma zona del muestreo, con diferencias de hasta 11 unidades en el caso del Racó de l'Olla. Con esto se puede ver que las sales en el suelo no se reparten de una manera uniforme haciendo que hayan la salinidad sea muy variable dentro del mismo saladar.

En cuanto a la textura, excepto las muestras del Clot indican una textura franco-arcillo-limosa, mientras que las de El Saler, resultan ser de textura arenosa. La textura del suelo tiene efecto en la capacidad de retención de agua útil para las plantas, así pues los suelos con texturas finas tienen una elevada tasa de retención de agua en comparación con texturas más gruesas (Thompson y Troeh, 1988). Así pues los suelos de El Saler poseen una capacidad de retención de agua menor que el del Clot, siendo la textura de éste una textura media (Pemán y Navarro, 1998), favoreciendo de alguna manera la diferencia de cantidad de precipitación anual entre estos parajes.

En cuanto al contenido de carbono orgánico (%C.O.) en los suelos con una textura gruesa, como es el caso de los suelos arenosos, el espacio entre los poros permite la oxigenación aumentando la velocidad de descomposición y por lo tanto empobreciendo los suelos (Thompson y Troeh, 1988), aun así se puede observar que %C.O. puede variar dentro de una misma zona e incluso superar la cantidad respecto al Clot, que presenta una textura con características intermedias entre un suelo con textura gruesa y un suelo con textura fina (Pemán y Navarro, 1998), de manera que los valores representados no varían tanto como los valores en un suelo de textura gruesa o arenosa.

## 6.2. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

En este punto aparecen los resultados y la información que proporcionan las diferentes clasificaciones climáticas descritas en el apartado 5. *Metodología*. En el Anexo 3 aparecen todos los cálculos efectuados.

### CLASIFICACIÓN RIVAS-MARTÍNEZ

Se han calculado una serie de parámetros e índices con los cuales se podrá caracterizar climáticamente las zonas de interés, ya que la tipología climática de éstos es crucial en el tipo de vegetación que aparecerá en cada uno de ellos.

La obtención del Índice de Termicidad (It) nos proporciona información acerca del piso bioclimático al cual pertenece cada uno de los enclaves, a continuación aparece en forma de tablas la información obtenida.

Tabla 8. Valores del Índice de termicidad (It) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	T (°C)	m (°C)	M (°C)	It
Benifaió	17,4	5,1	16,2	387
Elx	17,5	5,8	16,2	395

Tabla 9. Clasificación del piso bioclimático de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

PISO BIOCLIMÁTICA	NIVEL	INTERVALO DE It	ESTACIONES POR PISO BIOCLIMÁTICO
Termomediterráneo	Superior	350 – 400	Benifaió, Elx
	Inferior	400 – 450	-

Con el cálculo del Índice ombrotérmico se obtiene la información relativa a la humedad que puede presentar cada paraje. Los resultados se exponen en las tablas que aparecen a continuación.

Tabla 10. Valores del Índice ombrotérmico (Io) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	Tp (décimas de °C)	Pp (mm)	Io
Benifaió	2086	423,6	2,03
Elx	2094	256,5	1,22

Tabla 11. Clasificación del ombrotipo de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

TIPOS ÓMBRICOS	HORIZONTES ÓMBRICOS	INTERVALO DE Io	ESTACIONES POR TIPO ÓMBRICO
Seco	Superior	2,8 – 3,6	-
	Inferior	2,0 – 2,8	Benifaió
Semiárido	Superior	1,5 – 2,0	-
	Inferior	1,0 – 1,5	Elx

Mediante el cálculo del Índice de continentalidad simple se obtiene información acerca de las oscilaciones térmicas anuales. Los resultados se encuentran tabulados a continuación.

Tabla 12. Valores del Índice de continentalidad (Ic) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Ic
Benifaió	25,6	10,3	15,3
Elx	25,7	10,5	15,2

Tabla 13. Clasificación de la continentalidad de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

TIPO	SUBTIPOS	VALORES	ESTACIONES
Oceánico	Semihiperocéánico acusado	11,0 – 13,0	-
	Semihiperocéánico atenuado	13,0 – 14,0	-
	Euoceánico acusado	14,0 – 16,0	Benifaió, Elx
	Euoceánico atenuado	16,0 – 17,0	-
	Semicontinental atenuado	17,0 – 19,0	-
	Semicontinental acusado	19,0 – 21,0	-

Una vez calculados estos parámetros, y usando la Clave de Bioclimas Mediterráneos de Rivas-Martínez (Anexo 3) se pueden clasificar el bioclima de ambos territorios como **Mediterráneo Xérico – Continental**. Haciendo referencia a los resultados obtenidos, este clima se caracteriza por una mayor cantidad de precipitaciones en los equinoccios, respecto al invierno, siendo estas precipitaciones inferiores a los 600 mm, que sería el umbral de un clima subhúmedo (Rivas-Martínez, 1987) y presentando una estación seca correspondiente al solsticio de verano, con una oscilación térmica anual moderada.

### ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

A continuación se exponen los resultados tras la aplicación del Índice de aridez anual de Martonne y la consiguiente clasificación de las estaciones consideradas.

Tabla 14. Valores del Índice de aridez de Martonne (Ia) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	T (°C)	P (mm)	Ia
Benifaió	17,4	423,6	15,46
Elx	17,5	256,5	9,33

Tabla 15. Clasificación de las estaciones consideradas según Martonne.

VALOR DE Ia	ZONA	ESTACIONES
0 – 5	Desiertos (Hiperáridos)	-
5 – 10	Semidesierto (Árido)	Elx
10 – 20	Semiárido de tipo mediterráneo (Semiárido)	Benifaió

Según los valores obtenidos se puede determinar que el enclave alicantino es más árido que El Saler, clasificándolo como zona árida o de semidesierto. Siendo el valor de Ia de El Clot de Galvany bastante próximo a la frontera con la zona semiárida de tipo mediterráneo se puede concluir que el paraje se situaría en un punto de transición entre ambas zonas.

## DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN

### Estación meteorológica de Benifaió

En la Figura 11 se pueden observar los datos térmicos y pluviométricos medios de la estación de Benifaió en una serie climática de 17 años, donde el climograma resultante manifiesta un clima típicamente mediterráneo con dos máximos pluviométricos en primavera y otoño, y un mínimo muy acusado en verano. Cabe matizar que el máximo pluviométrico de otoño es más acusado que el de primavera debido al fenómeno meteorológico denominado DANA (Depresión Aislada en Niveles Altos) o comúnmente conocido como “gota fría”, muy común en los territorios del levante ibérico.

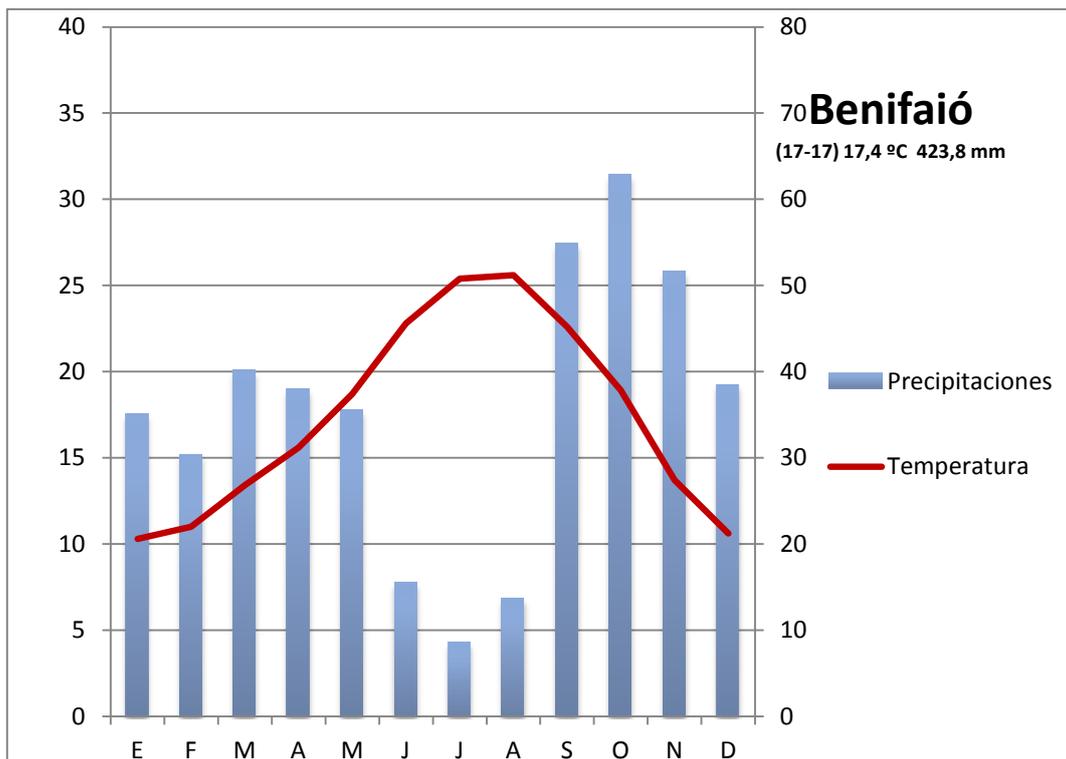


Figura 11. Climodiagrama estación meteorológica de Benifaió. Fuente IVIA. Elaboración propia.

### Estación meteorológica de Elx

En la Figura 12, que a parece a continuación, se pueden observar los datos térmicos y pluviométricos medios de la estación de Elx, donde el climograma resultante revela un clima mediterráneo muy acusado, en el cual se manifiestan dos estaciones húmedas, que corresponderían a los equinoccios de primavera y otoño, y dos estaciones secas, correspondientes a los solsticios de verano e invierno. Como ocurre en el territorio anterior, el máximo pluviométrico de otoño es más acusado que el de primavera debido al fenómeno meteorológico DANA, pero a diferencia de lo que ocurre en el territorio valenciano, en el alicantino el rango de temperaturas es muy superior en esa época del año, prolongando el déficit hídrico.

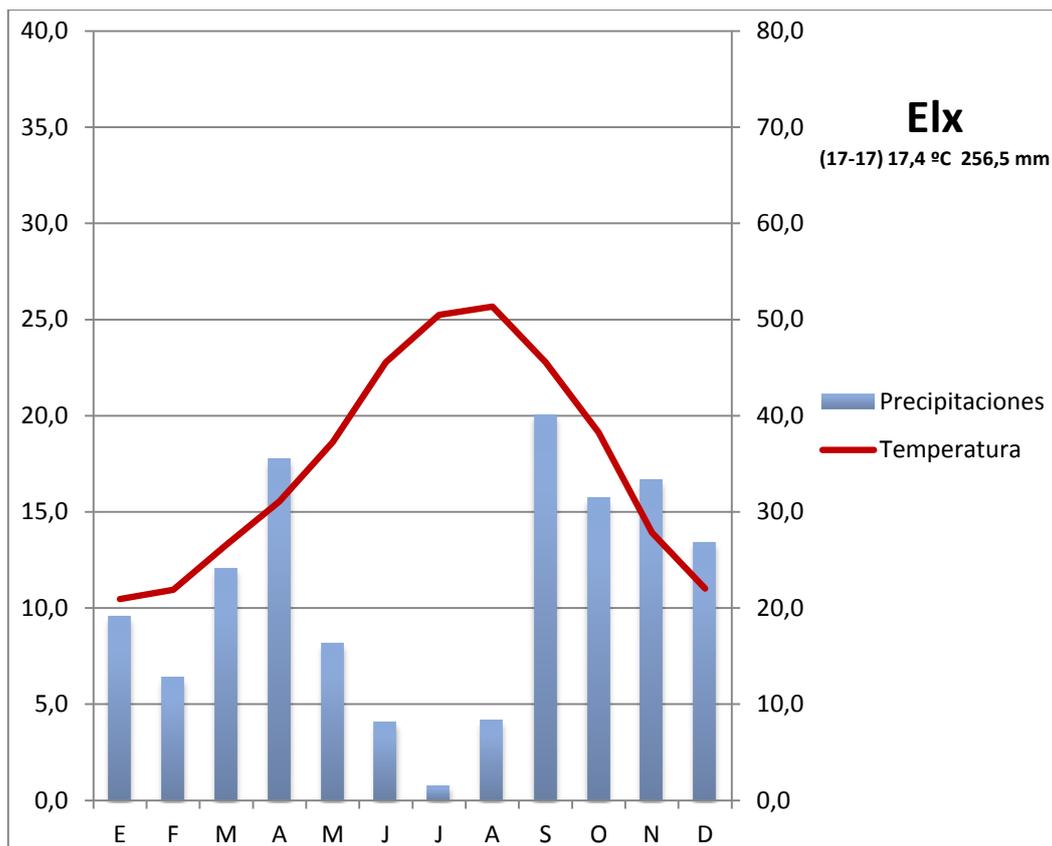


Figura 12. Climodiagrama estación meteorológica de Elx. Fuente IVIA. Elaboración propia.

### 6.3. GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS

A continuación se muestran los porcentajes promedio del éxito germinativo de las semillas de las diferentes especies, así como el tiempo medio de germinación MGT (Mean germination time), en las condiciones que han sido sometidas.

#### 1. *Limonium narbonense*

Tabla 16. Resultados ensayo de germinación para *L. narbonense*.

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	MGT (días)
CONTROL (0mM)	93,0±2.1	2.6±0.1
100 mM NaCl	92,0±3.3	3.7±0.3
200 mM NaCl	85,3±1.1	5.9±0.6
400 mM NaCl	< 5	-

La especie *Limonium narbonense* responde de una manera muy llamativa a las concentraciones salinas a las cuales han sido sometidas las semillas de ésta en el ensayo de germinación, en el sentido que altos porcentaje de germinación se mantienen incluyendo la concentración salina 200 mM NaCl. En presencia de la concentración de 400 mM NaCl se observa un descenso muy acusado de la germinación, alcanzando valores por debajo del 5% de éxito germinativo. El tiempo medio de germinación aumenta de forma progresiva en presencia de sales.

2. *Limonium virgatum*

Tabla 17. Resultados ensayo de germinación para *L. virgatum*.

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	MGT (días)
CONTROL (0mM)	40,05.9±2.6	4.8±0.4
100 mM NaCl	52,42±2.3	6.6±0.2
200 mM NaCl	< 5	-
400 mM NaCl	0	-

En el caso *Limonium virgatum* se puede observar como el valor máximo se alcanza en la concentración de 100 mM de NaCl, valor a partir del cual desciende bruscamente el éxito germinativo. El tiempo medio de germinación es mayor que en la especie anterior y aumenta con la salinidad.

3. *Limonium girardianum*

Tabla 18. Resultados ensayo de germinación para *L. girardianum*.

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	MGT (días)
CONTROL (0mM)	86,07±3.7	0.4±0.2
100 mM NaCl	74,2±2.5	3.9±0.7
200 mM NaCl	< 5	-
400 mM NaCl	< 5	-

Se puede observar que el valor de mayor éxito germinativo (86%) se alcanza en el tratamiento de control, siendo a partir de la concentración de 200 mM NaCl donde la germinación se reduce de una manera tan considerable que no alcanza el 5% de éxito germinativo. MGT es muy breve en el control pero aumenta considerable en condiciones de estrés salino.

4. *Limonium santapolense*

Tabla 19. Resultados ensayo de germinación para *L. santapolense*.

TRATAMIENTO	GERMINACIÓN (%)	MGT (días)
CONTROL (0mM)	75,0±6.2	0.9±0.2
100 mM NaCl	35,0±3.8	5.3±0.7
200 mM NaCl	16,0±1.7	7.9±2.3
400 mM NaCl	< 5	-

Como en las especies anteriores, *Limonium santapolense* reduce su éxito germinativo a medida que aumenta el nivel de concentración salina en el medio de cultivo, aún así no es hasta la concentración de 400 mM que se reduce a menos del 5%, cosa que hace que junto a la especie *Limonium narbonense*, sean capaces de germinar con un porcentaje mayor en concentración salina de 200 mM NaCl.

#### 6.4. EFECTO DEL ESTRÉS SALINO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

En general se observa que las tres especies responden de forma similar a los tratamientos salinos, solamente la concentración de 800 mM afecta de forma más clara el crecimiento de las plantas. En el Anexo 4 se representa las fotografías realizadas a las plantas en las macetas, en las cuales se puede apreciar que incluso las plantas sometidas a las concentraciones más elevadas mantienen su viabilidad. En la Figura 13 se representa el efecto de la sal sobre el peso fresco de las plantas. Las letras indican las diferencias detectadas entre los tratamientos en base al test de Tukey.

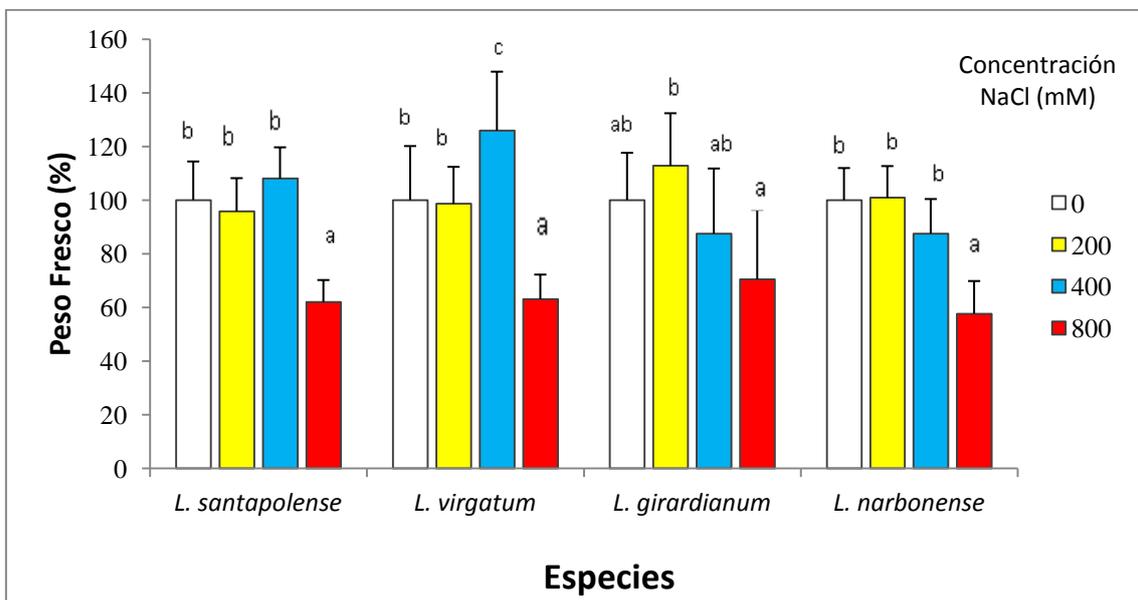


Figura. 13. Efectos de la salinidad sobre el peso fresco de las hojas.

En la Figura 14 se observa el efecto de los tratamientos salinos sobre el peso seco de las plantas. De nuevo, únicamente bajo la concentración más elevada de sal, las plantas presentan un aumento notable de su peso seco.

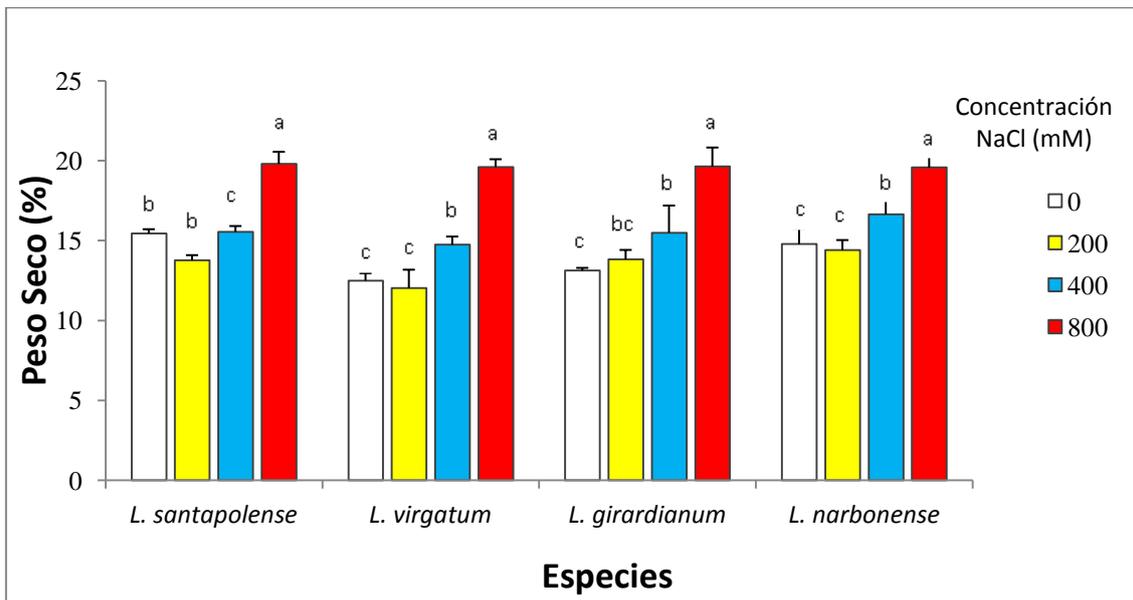


Figura 14. Efectos de la salinidad sobre el peso seco de las hojas.

En la Figura 15 se observa como únicamente la salinidad más elevada afecta la superficie foliar. En *L. santapolense* la superficie foliar incluso aumenta con la salinidad hasta la concentración de 400 mM NaCl.

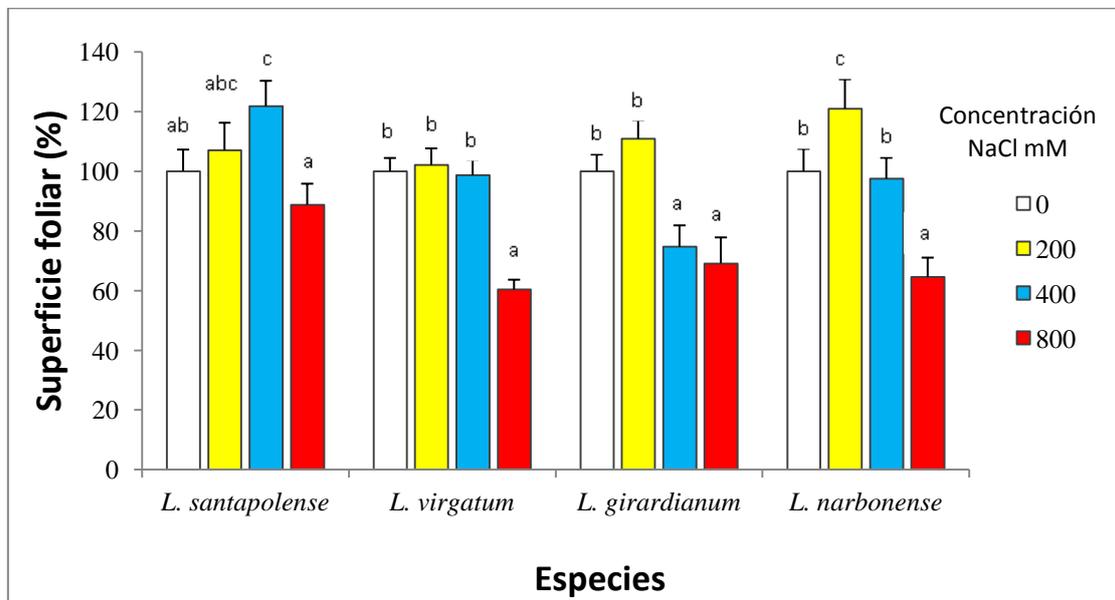


Figura 15. Efectos de la salinidad sobre la superficie foliar.

En el Anexo 4 se observan el efecto de la concentración de 800 mM NaCl sobre el tamaño de las hojas.

En la Tabla 20 se incluyen los datos sobre el contenido hídrico de las hojas y raíces, calculados como se ha indicado en el capítulo 5. *Metodología*. Es necesario precisar que en caso de las raíces no se han podido realizar medidas de peso fresco o seco total, ya que éstas no se pueden recoger íntegras de las macetas. Por este motivo el único parámetro de las raíces es el contenido hídrico relativo, que al igual que el de las hojas, no varía considerablemente entre los tratamientos. Como es lógico, no hay diferencias significativas en el número de glándulas excretoras de sal entre varios tratamientos, pero sí entre especie, siendo *L. santapolense* y *L. girardianum* las que poseen un número mayor.

En la siguiente tabla se recogen los datos del efecto de los tratamientos salinos sobre el contenido hídrico de las hojas y raíces, así como sobre el número de glándulas excretoras de sal por cm<sup>2</sup> de superficie foliar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos en base al test de Tukey.

Tabla 20. Efectos de la salinidad sobre el contenido hídrico en hojas y raíces, y número de glándulas excretoras de sal por cm<sup>2</sup>.

Parámetro	Tratamiento (mM NaCl)	Especie			
		<i>L. santapolense</i>	<i>L. virgatum</i>	<i>L. girardianum</i>	<i>L. narbonense</i>
Contenido hídrico en hojas	0	84.55±0.26b	87.50±0.46c	86.88±0.17c	85.22±0.97c
	200	86.23±0.32c	87.97±1.15c	86.18±0.59bc	85.60±0.64c
	400	84.46±0.37b	85.26±0.51b	84.51±1.70b	83.35±0.91b
	800	80.19±0.75a	80.39±0.49a	80.36±1.19a	80.43±0.70a
Contenido hídrico en raíces	0	66.54±2.42c	76.03±0.20a	78.82±1.48b	80.37±1.02bc
	200	61.98±2.51b	77.81±1.79a	79.43±2.44b	82.09±0.66c
	400	55.14±3.18a	76.62±1.54a	79.38±0.57b	80.16±0.81b
	800	59.76±3.96b	77.49±1.23a	68.84±2.14a	77.63±0.49a
Nº de glándulas excretoras por cm <sup>2</sup>	0	413.62±27.97a	369.00±24.50a	369.46±29.20a	436.86±27.97a
	200	396.20±19.02a	364.35±25.92a	375.13±30.53a	395.36±20.76a
	400	383.06±28.30a	341.04±22.81a	405.23±19.52a	401.77±38.15a
	800	429.70±27.42a	345.36±31.10a	407.47±25.81a	423.53±43.80a

## 6.5. EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO SOBRE LAS PLANTAS

Un mes de ausencia de riego tiene un efecto significativo solamente en las plantas de hoja más grandes, *L. santapolense* y *L. narbonense*, como se puede observar en la Figura 16.

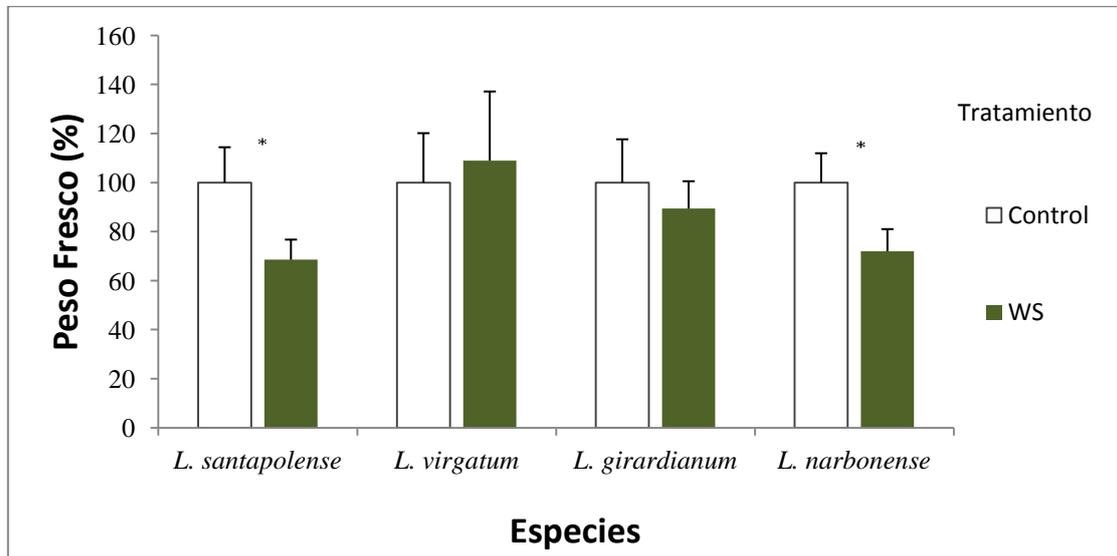


Figura 16. Efectos de la ausencia de agua en el peso fresco de las hojas.

En la Figura 17 se observan los efectos de la ausencia de agua durante un mes en el peso seco de las hojas de las cuatro especies de *Limonium*. La única diferencia significativa en el peso seco es en la especie *L. girardianum*, que queda representada con un asterisco.

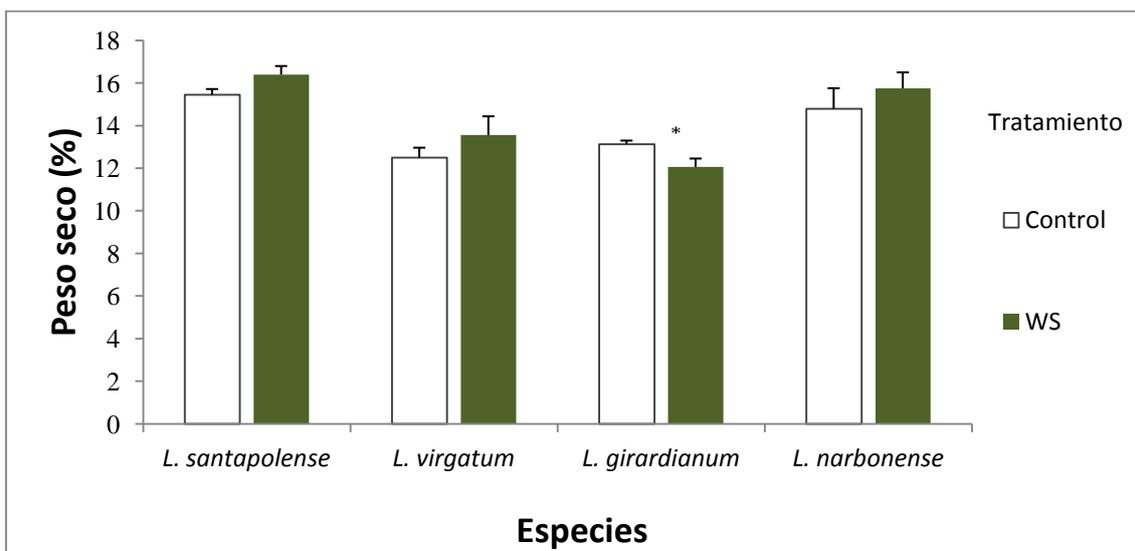


Figura 17. Efectos de la ausencia de agua en el peso seco de las hojas.

La ausencia de agua afecta directamente al desarrollo de los tejidos de las plantas, aún así la superficie foliar se reduce de forma significativa en las especies *L. santapolense* y *L. narbonense* como se muestra en la Figura 18.

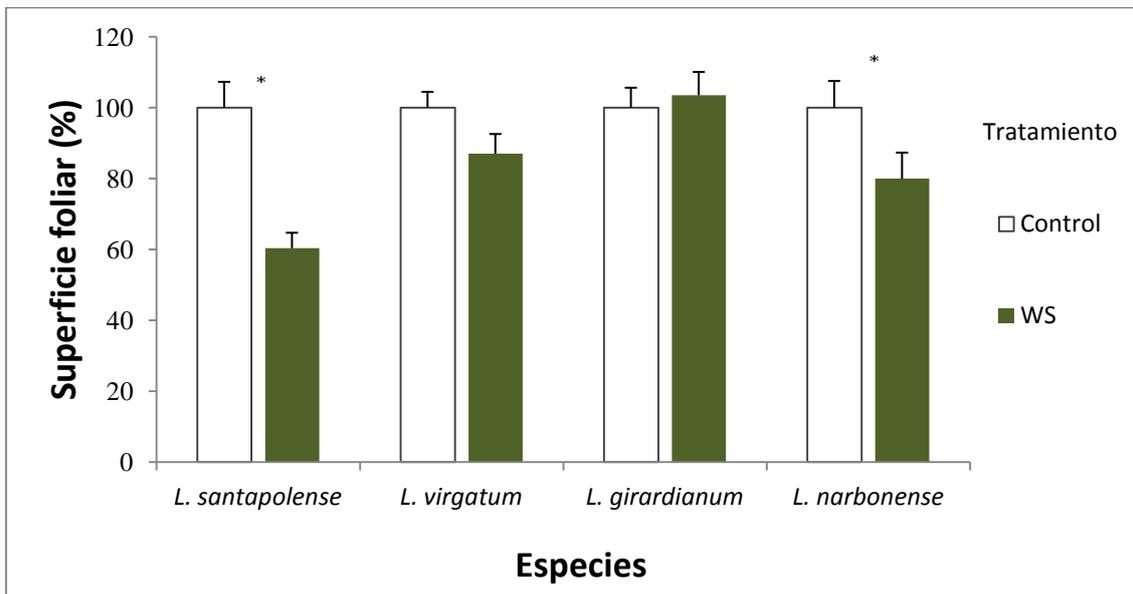


Figura 18. Efectos de la ausencia de agua en el desarrollo foliar.

En la Tabla 21 se incluyen los datos sobre el contenido hídrico de las hojas y raíces, calculados como se ha indicado en el capítulo 5. *Metodología*. Es necesario precisar que en caso de las raíces no se han podido realizar medidas de peso fresco o seco total, ya que éstas no se pueden recoger íntegras de las macetas. Por este motivo el único parámetro de las raíces es el contenido hídrico relativo, que al igual que el de las hojas, no varía considerablemente entre los tratamientos. Como es lógico, no hay diferencias significativas en el número de glándulas excretoras de sal entre varios tratamientos, pero sí entre especies, siendo *L. santapolense* y *L. girardianum* las que poseen un número mayor.

En la siguiente tabla se recogen los datos del efecto del tratamiento de estrés hídrico sobre el contenido hídrico de las hojas y raíces, así como sobre el número de glándulas excretoras de sal por cm<sup>2</sup> de superficie foliar. Las letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos en base al test de Tukey.

Tabla 21. Efectos de la ausencia de agua sobre el contenido hídrico en hojas y raíces, y número de glándulas excretoras de sal por cm<sup>2</sup>.

Parámetro	Tratamiento (estrés hídrico)	Especie			
		<i>L. santapolense</i>	<i>L. virgatum</i>	<i>L. girardianum</i>	<i>L. narbonense</i>
Contenido hídrico en hojas	Control	84.55±0.26b	87.50±0.46c	86.88±0.17c	85.22±0.97c
	WS	84.55±0.58a	87.50±1.03a	86.87±0.39a	85.21±2.16a
Contenido hídrico en raíces	Control	66.54±2.42c	76.03±0.20a	78.82±1.48b	80.37±1.02bc
	WS	83.61±0.90a	86.44±1.96a	87.95±0.88a	84.26±1.69a
Nº de glándulas excretoras por cm <sup>2</sup>	Control	413,61±27.97a	368.90±24.50a	369.46±19.20a	436.86±27.97a
	WS	374.42±26.90a	349.31±31.75a	374.97±21.91a	445.21±30.43a

El Anova no detectó diferencias significativas entre los individuos del tratamiento de estrés hídrico, lo que significa que estas cuatro especies presentan una gran resistencia ante este tipo de estrés abiótico.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA GESTIÓN DE ESPECIES

Las especies se distribuyen en los saladares siguiendo una zonación típica en bandas circulares concéntricas desde la parte central con mayor salinidad hacia la externa con menos. En numerosos trabajos se han estudiado algunos de los principales agentes causantes de dicha distribución, como la salinidad en el sustrato, el pH en el suelo (Molina et al., 2003) o la disponibilidad de nutrientes. También es necesario considerar la importancia de la función biológica, del valor adaptativo, para obtener un conocimiento efectivo del comportamiento y distribución de las especies. Algunos autores (Levinsh, 2006), concluyen que el conocimiento de la biología de las especies en un sentido amplio, para abordar medidas prácticas para su gestión y conservación, está lejos de ser completamente alcanzado.

Con la información recopilada, los datos analizados y los resultados obtenidos se concluye:

- La distribución de especies dentro de un saladar, es el resultado de la combinación de muchos factores, siendo la germinación la primera barrera que una planta debe superar para poder desarrollarse en un ecosistema complejo. Los resultados obtenidos indican claramente que las especies de *Limonium* analizadas tienen una gran tolerancia a la salinidad (incluso a concentraciones mayores de las del agua del mar) una vez superada la fase de germinación y el desarrollo inicial de las plántulas. Los ensayos efectuados en invernadero demuestran que estas especies son capaces de tolerar concentraciones salinas muy elevadas, por encima de la que se encuentra normalmente en sus hábitats naturales. En este sentido la germinación es decisiva para la supervivencia de estas especies. Se ha analizado la salinidad como factor limitante a la germinación y los resultados obtenidos indican que este factor puede limitar mucho el éxito de germinación de las especies de *Limonium*, pero afortunadamente la concentración a partir de la cual se vuelve tóxica para las semillas es demasiado alta para que se alcance en estos medios. Así pues, en un mundo donde el clima está en continuo cambio por la acción del hombre, nada ni nadie nos puede asegurar que en estos espacios que ya son salinos de por sí aumente dicho factor, por lo que de manera preventiva se recomienda lo siguiente:
  - La creación de protocolos de selección y propagación in vitro de semillas de individuos que se haya observado que toleren altas concentraciones salinas, de manera que se desarrollen tareas de restauración y de reforzamiento poblacional.
  - Eliminación de la vegetación exótica presente en ambos territorios que puedan actuar de manera significativa en la concentración salina del suelo, como ejemplares del género *Eucalyptus* que han sido usados para el drenaje de zonas húmedas y todavía persisten en algunos puntos.
- El estrés hídrico es otro de los factores abióticos que altera el desarrollo de las especies vegetales, de esta manera y con los resultados obtenidos se puede apreciar que las especies que se han analizado presentan una amplia tolerancia a la sequía. Ciertamente es que en condiciones de ausencia total de agua, como en el caso del ensayo en condiciones controladas que estuvieron 30 días sin un solo riego, ninguna planta murió la ausencia de

éste factor, su desarrollo siguió pero lógicamente a un ritmo mucho menor que las plantas que si que recibían riego. Tras el ensayo se puede considerar a las cuatro especies del género *Limonium* como resistentes al estrés hídrico, este hecho unido a que en su medio natural existen zonas en las que se puede almacenar agua, no supone una gran preocupación, pero con lo comentado anteriormente, con un clima en continuo cambio no puedes asegurar que estas reservas hídricas estén disponibles para las especies vegetales que habitan esos suelos, es por eso que se recomienda:

- Como en la recomendación anterior, la eliminación de la vegetación exótica presente en ambos territorios, y no solo pertenecientes al género *Eucalyptus*, si no a cualquier planta que no pertenezca al ecosistema y que compitan por el recurso con las plantas autóctonas.
- En muchos suelos el número de poros superficiales se reduce rápidamente por el impacto de las gotas de lluvia las cuales rompen los agregados del suelo en partículas más pequeñas que obstruyen los poros superficiales y forman un sellado de la superficie con escasos poros. La acción destructiva de las gotas de lluvia se evita con la protección de una cobertura del suelo (FAO, 2005), de esta manera y sabiendo que los suelos donde se desarrollan estas especies poseen una textura y una cantidad muy pobre de materia orgánica en el suelo que facilita el fenómeno citado, se recomienda:
  - La revegetación de zonas con poca o nula presencia vegetal, que presenten características físicas y químicas similares a las obtenidas en los ensayos de suelos, con las especies del género *Limonium*, en el hábitat correspondiente a cada una, además de otras especies acompañantes autóctonas de cada fitoasociación. De esta manera se reduciría la pérdida de suelo, aumentaría la infiltración y como resultado del metabolismo vegetal, aumentaría la materia orgánica en el suelo de manera que ésta sería capaz de almacenar más humedad en el suelo. Para ello también se recomienda el cerramiento temporal del área que se revegete con el objetivo de permitir un buen desarrollo de las plantas, evitar la erosión y el compactado superficial por el tránsito de personas o vehículos.
  - También se propone el cierre de caminos incontrolados no asfaltados de manera que estos se conviertan en espacio natural para las plantas autóctonas de los ecosistemas, así como evitar la circulación de vehículos que puedan degradar el ecosistema. Además se recomienda la ordenación de los accesos a los entornos naturales, de forma que se controle el número de accesos y de la manera que se puede acceder a los espacios.
- Todas estas recomendaciones necesitan de un apoyo popular para que sean realmente efectivas, obviando el efecto los factores y condiciones naturales, así pues por esto se recomienda:
  - Aunque no está relacionado directamente con los resultados obtenidos, es de gran importancia en todos los programas de gestión de espacios naturales la parte educativa. Una campaña de sensibilización de las poblaciones a las cuales pertenece cada enclave natural que sirva tanto para los más pequeños como para los más mayores, haciendo así

más visible el trabajo realizado y el por qué es necesario. Esta sensibilización puede ser realizada mediante charlas en centros educativos de todos los niveles, en asociaciones, en entidades públicas, en redes sociales, etc. Además sería conveniente la colocación de carteles informativos en las entradas a los accesos durante el tiempo que duren las actuaciones de una forma breve de manera que todo el mundo que lo lea entienda qué se ha hecho y por qué. Posteriormente a las actuaciones realizadas, la implantación de otros carteles informativos con las descripciones oportunas de estos ecosistemas tan particulares y el resultado de las actividades señaladas mejorarían la concepción de los habitantes de los núcleos urbanos cercanos a estos ecosistemas, así como a los visitantes que quieran contemplarlo. Muchas especies del género *Limonium* son usadas como especies ornamentales, aunque las cuatro especies estudiadas no se emplean como tal, su presencia en el medio da un valor estético añadido al paisaje, ya que su floración es bastante llamativa. Por esta razón es importante concienciar a los visitantes de estos parajes que la sustracción de estos órganos florales pueden afectar negativamente a las poblaciones de estos endemismos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ALMOROX, J. (2003). *Climatología aplicada al Medio Ambiente y Agricultura*. Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos.
- BAUMBERGER, T., AFFRE, L., CROZE, T., y MESLÉARD, F. (2012). *Habitat requirements and population structure of the rare endangered Limonium girardianum in Mediterranean salt marshes*. *Flora* 207, 283–293.
- COSTA, M y BOIRA (1981). Los ecosistemas costeros levantinos. Los saladares. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 38: 233-244
- COSTA, M., PERÍS, J.B. y FIGUEROLA, R. (1986) *La vegetación de la Devesa de La Albufera de Valencia*. Monografies, 01. Ayuntamiento de Valencia.
- CRESPO, M.B. (2000). *El género Limonium Mill. (Plumbaginaceae) en la Comunidad Valenciana: taxonomía y conservación*. Conselleria de Medio Ambiente, Generalitat Valenciana. Valencia.
- DANTON, P., BAFFRAY, M. (2005). *Inventaire des plantes protégées en France*. Paris, Nathan/AFCEV/Yves Rocher.
- ELLIS RA, ROBERTS EH (1981). *The quantification of aging and survival in orthodox seeds*. *Seed Sci Technol* 9:373-409.
- ERBEN, M. (1993). “*Limonium Mill.*”, in *Flora iberica* 3, eds. S. Castroviejo et al. (Madrid: CSIC), 2–143.
- FERRANDO, S. y J.A. ROCAMORA. (2002) *El Clot de Galvany (Elche): Un ejemplo de humedal amenazado por la expansión turístico-residencial*”. En *La presión sobre zonas húmedas litorales de la provincia de Alicante*. Departamento de Geografía Humana. Universidad de Alicante. P. 299-305.
- FLOWERS, T.J. y COLMER, T.D. (2008). *Salinity tolerance in halophytes*. *New Phytol.* 179,945-963. Doi:10.1111/j.1469-8137.2008.02531.
- FLOWERS, T.J., HAJIBAGHERI, M.A., y CLIPSON, N.J.W. (1986). *Halophytes*. *Q. Rev. Biol.* 61,313-335. Doi:10.1086/415032

- GIL, R., BAUTISTA, I., BOSCAIU, M., WANKHADE, S., SÁNCHEZ, H., et al. Responses of five Mediterranean halophytes to seasonal changes in environmental conditions. *AoB Plants*. 2014; 19; 6. Pii: plu049. Doi: 10.1093/aobpla/plu049
- GILSANZ, J. et al. (1996). *Geomorfología: principios, métodos y aplicaciones*. Ed. Rueda.
- IEVINSH, G. (2006). *Biological basis of biological diversity: physiological adaptations of plants to heterogeneous habitats along a sea coast*. *Acta Universitatis Latviensis* 710: 53-79.
- LLEDÓ, M.D., CRESPO, M.B., FAY, M.F., y CHASE M.W. (2005). *Molecular phylogenetics of Limonium and related genera (Plumbaginaecea): biogeographic and systematic implications*. *Am. J. Bot.* 92, 1189–1198.
- LLORCA, R (1991). *Prácticas de Edafología*. Departamento de Química ETSIA, SPUPV-91.672, Valencia.
- MATEO, G. y CRESPO M. B. (2009). *Manual para la determinación de la flora valenciana*. (Monografías de Flora Montiberica, Valencia).
- MOLINA, J., M. CASERMEIRO y P. MORENO (2003). *Vegetation composition and soil salinity in a Spanish mediterranean coastal ecosystem*. *Phytocoenologia* 33: 475-494.
- MORENO, J.C., coord. (2008). *Lista Roja 2008 de la flora vascular española*. Madrid: Dirección General de Medio Natural y Política Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, y Sociedad Española de Biología de la Conservación de Plantas).
- PALACIOS, C., ROSSELLÓ, J.A., y GONZÁLEZ CANDELAS, F. (2000). *Study of the evolutionary relationships among Limonium species (Plumbaginaceae) using nuclear and cytoplasmic molecular markers*. *Mol. Phyl. Evol.* 14, 232–249.
- PAVON, D. (2005). *Note sur le genre Limonium Miller dans le département des Bouches-du-Rhône*. *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence* 56: 135-139.
- PEMÁN, J. y R. NAVARRO. (1998) *Re poblaciones forestales*. Edicions de la Universitat de Lleida.
- PINDER, D.A., WITHERICK, M.E. (1990). *Port industrialization, urbanization and wetland loss*. In: Williams, M. (ed.) *Wetlands: A Threatened Landscape*: 234-266. Oxford, Basil Blackwell Ltd.
- RASBAND WD (1997-2012) ImageJ. US National Institutes of Health.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1987). *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. I.C.O.N.A.
- SANTOS, J., AL-AZZAWI, M., ARONSON, J., y FLOWERS, T.J. (2015). *eHALOPH a data base of salt-tolerant plants: helping put halophytes to work*. *Plant Cell Physiol.* 57, e10. doi:10.1093/pcp/pcv155
- SHABALA, S., BOSE, Y., y HEDRICH, R. (2014). Salt bladders: do they matter? *Trends Plant Sci.* 19, 687–691.
- SIMAS, T. NUNES, J.P., y FERREIRA, J.G. (2001). *Effects of global climate change on coastal salt marshes*. *Ecol.Model.* 139, 1-15. Doi: 10.1016/S03404-3800(01)00226-5.
- THOMPSON, L.M. y TROEH F.R. (1988). *Los suelos y su fertilidad*. Ed. Reverté. 4ª Edición
- WALKLEY, A. y BLACK, I.A. (1934). *An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method*. *Soil Sci.* 37, 29-38.

- YUAN, F., LYV, M.J., LENG, B.Y., ZHENG G.Y., FENG Z.T., LI P.H., et al. (2015). *Comparative transcriptome analysis of developmental stages of the Limonium bicolor leaf generates insights into salt gland differentiation*. *Plant Cell Environ.* 38, 1637–1657. doi: 10.1111/pce.12514

#### **PÁGINAS WEB CONSULTADAS**

- <http://www.clotdegalvany.es/que-ver-en-el-clot/saladar/> (Enero 2017)
- <http://albufera.valencia.es/es/prot%C3%A9gela/r%C3%A9gimen-de-protecci%C3%B3n> (Enero 2017)
- CONSELL INSULAR DE MENORCA- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, MEDIO AMBIENTE Y CAZA. *Elaboración y desarrollo de planes de gestión para especies de la Directiva de Hábitats en Menorca*.  
[http://lifereneix.cime.es/WebEditor/Pagines/file/P8\\_V%20SEBICOP\\_plans%20de%20gesti%C3%B3n.pdf](http://lifereneix.cime.es/WebEditor/Pagines/file/P8_V%20SEBICOP_plans%20de%20gesti%C3%B3n.pdf) (Marzo 2017)
- [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cif/book/bioc/global\\_bioclimatics\\_2.htm](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cif/book/bioc/global_bioclimatics_2.htm) (Enero 2017)
- <http://www.albufera.com/parque/enciclopedias-albufera> (Febrero 2017)
- <http://www.ivia.gva.es/> (Febrero 2017)
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. <http://www.mapama.gob.es> (Marzo 2017)
- <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=c7923f4d113d4750b3615f76c614db19> (Marzo 2017)
- GENERALITAT VALENCIANA. *Institut Cartogràfic Valencià*. <http://terrasit.gva.es/es/ver> (Enero 2017)

***ANEXOS***

## ÍNDICE

ANEXO 1. LAS ESPECIES .....	1
ANEXO 2. FAUNA .....	5
1. EL SALER.....	5
2. CLOT DE GALVANY.....	8
ANEXO 3. CLIMATOLOGÍA .....	11
ANEXO 4. MATERIAL VEGETAL EN CONDICIONES CONTROLADAS.....	18
ANEXO 5. SUELOS.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Parte aérea <i>L. santapolense</i> .....	1
Figura 2: Detalle inflorescencia <i>L. santapolense</i> .....	1
Figura 3: Parte aérea con inflorescencia <i>L. virgatum</i> .....	2
Figura 4: Parte aérea e inflorescencia <i>L. narbonense</i> .....	3
Figura 5: Parte aérea e inflorescencia <i>L. girardianum</i> .....	4
Figura 6: <i>Valentia hispanica</i> .....	5
Figura 7: <i>Rana perezi</i> .....	6
Figura 8: <i>Timon lepidus</i> .....	6
Figura 9: <i>Genetta genetta</i> .....	7
Figura 10: <i>Fulica atra</i> .....	8
Figura 11: <i>Bufo calamita</i> .....	8
Figura 12: <i>Chalcides bedriagai</i> .....	9
Figura 13: <i>Arvicola sapidus</i> .....	9
Figura 14: <i>Fringilla coelebs</i> .....	10
Figura 15: Horizontes termotípicos Mediterráneos .....	13
Figura 16: Valores umbrales de los ombrotipos y horizontesombrotípicos con sus abreviaturas que se reconocen en la Tierra. ....	14
Figura 17: Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (Ic) que se conocen en la Tierra .....	16
Figura 18: Clave de Bioclimas Mediterráneos según Rivas-Martínez .....	17
Figura 19: Ejemplar de <i>L. narbonense</i> por cada tratamiento efectuado .....	18
Figura 20: Ejemplar de <i>L. narbonense</i> por cada tratamiento efectuado .....	18
Figura 21: Hojas de <i>L. narbonense</i> correspondientes al tratamiento control .....	19
Figura 22: Hoja de <i>L. narbonense</i> correspondiente al tratamiento control .....	19
Figura 23: Hoja de <i>L. narbonense</i> correspondiente al tratamiento WS .....	20
Figura 24: Hoja de <i>L. narbonense</i> correspondiente al tratamiento 800mM de NaCl .....	20
Figura 25: Ejemplar de <i>L. virgatum</i> por cada tratamiento efectuado .....	21
Figura 26: Ejemplar de <i>L. virgatum</i> por cada tratamiento efectuado .....	21
Figura 27: Hojas de <i>L. virgatum</i> correspondientes al tratamiento control .....	22

Figura 28: Hoja de <i>L. virgatum</i> correspondientes al tratamiento control .....	22
Figura 29: Hoja de <i>L. virgatum</i> correspondientes al tratamiento WS .....	23
Figura 30: Hoja de <i>L. virgatum</i> correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl.....	23
Figura 31: Ejemplar de <i>L. girardianum</i> por cada tratamiento efectuado .....	24
Figura 32: Ejemplar de <i>L. girardianum</i> por cada tratamiento efectuado .....	24
Figura 33: Hojas de <i>L. girardianum</i> correspondientes al tratamiento control .....	25
Figura 34: Hoja de <i>L. girardianum</i> correspondientes al tratamiento control.....	25
Figura 35: Hoja de <i>L. girardianum</i> correspondientes al tratamiento WS .....	26
Figura 36: Hoja de <i>L. girardianum</i> correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl.....	26
Figura 37: Ejemplar de <i>L. santapolense</i> por cada tratamiento efectuado.....	27
Figura 38: Ejemplar de <i>L. santapolense</i> por cada tratamiento efectuado.....	27
Figura 39: Hojas de <i>L. santapolense</i> correspondientes al tratamiento control.....	28
Figura 40: Hoja de <i>L. santapolense</i> correspondientes al tratamiento control.....	28
Figura 41: Hoja de <i>L. santapolense</i> correspondientes al tratamiento WS.....	29
Figura 42: Hoja de <i>L. santapolense</i> correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl .....	29
Figura 43: Triángulo de textura .....	32
Figura 44: Clasificaciones texturales (USDA, 1951).....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información estación meteorológica Benifaió .....	11
Tabla 2: Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Benifaió ....	11
Tabla 3: Información estación meteorológica de Elx .....	12
Tabla 4: Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Elx .....	12
Tabla 5: Valores para el cálculo del Índice de termicidad (It) para las estaciones consideradas	13
Tabla 6: Clasificación del piso bioclimático de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez. ....	13
Tabla 7: Valores para el cálculo del Índice ombrotérmico (Io) para las estaciones consideradas .....	14
Tabla 8: Clasificación del ombrotipo de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.....	15
Tabla 9: Valores para el cálculo del Índice de continentalidad (Ic) para las estaciones consideradas .....	15
Tabla 10: Clasificación de la continentalidad de las estaciones consideradas según Rivas- Martínez .....	16
Tabla 11: Valores para el cálculo del Índice de aridez de Martonne (Ia) para las estaciones consideradas .....	17
Tabla 12: Valores de Ia y su correspondencia zonal .....	17
Tabla 13: Clasificación de las estaciones consideradas según Martonne .....	17
Tabla 14: Resultados pH y CE de distintas muestras de los enclaves de interés .....	30
Tabla 15: Resultados textura de diferentes muestras de los enclaves de interés: Método al tácto .....	33
Tabla 16: Valores de los parámetros a usar en el Método de Walkey-Black.....	34
Tabla 17: Valores del peso de suelo seco a usar en el Método de Walkey-Black.....	34
Tabla 18: Valores del volumen de $\text{FeSO}_4$ y resultado %C.O .....	34

## ANEXO 1. LAS ESPECIES.

***Limonium santapolense* Erben** in Mitt. Bot. Staatssamml. München 27: 392 (1988)

*L. delicatulum* subsp. *santapolense* (Erben) O. Bolòs, Vigo, Masalle & Ninot, Fl. Manual Països Catalans: 1214 (1990).

- *Familia*:.....Plumbaginaceae
  - *Forma biológica*:.....Caméfito sufruticoso
  - *Ecología*:.....Mediterráneo occidental
  - *Hábitat*:.....Substratos arenosos salinos costeros
  - *Distribución*:.....Alrededores de Santa Pola
- 
- *Descripción botánica*:.....Parecido a *L. delicatulum*. Cepa 1-5 cm, más corta. Hojas de la roseta 80-190x 25-60 mm; limbo normalmente elíptico, raramente de ovoido a obovado, con ápice de romo a redondeado, con fino apículo de c. 1mm; pecíolo de longitud  $\frac{3}{4}$ - $\frac{4}{4}$  de la del limbo, más largo. Escapo de 30-70 cm, de derecho a levemente zigzagueante; ramificación que empieza sobre el cuarto inferior. Inflorescencia normalmente tipo C; con pocas ramas estériles, cortas. Ramas de primer orden en disposición bilateral, las 1-4 inferiores estériles y cortas, las superiores de hasta 30 cm, de erecto-patentes a patentes (ángulo de ramificación de las inferiores 50º-60º, de las superiores 60º-80º). Espigas 15-45 (60) mm, menos densas, claramente más largas. Espiguillas 5,5-6 mm, mayores, frecuentemente en disposición bilateral, normalmente 3-4 por cm, que aumenta a veces en densidad hacia el ápice de la espiga, con 2-6 flores. Bráctea externa 1,9-2,2 x 2,1-2,6 mm mayor, de triangular a triangular-ovada, con ápice agudo. Bráctea media 1,9-2,2 x 1,4-1,6 mm, mayor. Bráctea interna 4-4,5 x 3,8-4 mm, claramente mayor, anchamente elíptica, con ápice redondeado; margen anchamente membranáceo; parte central 2,9-3,3 x 1,9-2,2 mm, carnosa, de oblonga a oblongo-elíptica, con ápice de 0,8-1 mm, que no llega hasta el margen. Flores 4,5-5 mm de diámetro. Cáliz 4-4,3 mm, más largo, que sobrepasa 1-1,5 mm a la bráctea interna; dientes c. 0,7 x 1,2 mm, anchamente ovado- triangulares; costillas que acaban poco más arriba de la base de los dientes. Pétalos 5,4-6 x 1,5-1,8 mm, algo más cortos, violáceos.



Figura 1 y 2. Parte aérea y detalle inflorescencia (respectivamente) *L. santapolense*. Fuentes: Figura 1: propia, Figura 2: florasilvestre.es

***Limonium virgatum* Willd.** Fourr. in Ann. Soc. Linn. Lyon ser. 2, 17: 141 (1869)  
*Statice virgata* Willd., Enum. Pl. Horti Berol. 1: 336 (1809) [basi6n.]

- *Familia*:.....Plumbaginaceae
  - *Forma biol6gica*:.....Cam6fito sufruticoso
  - *Ecología*:.....Mediterráneo
  - *Hábitat*:.....Playas arenosas y costas rocosas
  - *Distribución*:.....Toda la costa mediterránea
- 
- *Descripción botánica*:.....Planta perenne, pluricaule, glabra, muy variable. Ceba 0,5-20 cm, con hojas en disposici6n helicoidal densa en el tercio superior. Hojas 30-85 x 3,5-8 mm, no o solo en parte marchitas en la antesis; limbo de estrechamente cuneiforme a estrechamente oblanceolado, generalmente uninervio, con ápice de romo a redondo, frecuentemente con un mucr6n; peciolo 1,5-4 mm de anchura, de longitud 3/4-4/5 de la del limbo. Escapo 10-50 cm, de erecto a ascendente, de zigzagueante a irregularmente flexuoso; ramificaci6n que empieza poco m6s arriba de la base. Inflorescencia tipo A, B o C; con muchas ramas estériles en los 2/3 inferiores, fértiles en el tercio superior, de derechas a pluriarqueadas, erecto-patente (ángulo de ramificaci6n 40º-60º), no o solo laxamente ramificadas. Espigas 20-80 (120) mm, de derechas a arqueadas, erecto-patentes. Espiguillas 6,5-7,5 mm, lateralmente encorvadas en la base, 3-5 por cm, con 1-4(9) flores. Bráctea externa 1,9-2,8 x 1,9-2,5 mm, triangular-ovada, con ápice agudo; margen anchamente membranáceo; parte central algo carnosa, con ápice que casi llega hasta el margen. Bráctea media 2-2,6 x 1,5-2,2 mm, anchamente oblongo-ovada, membranácea. Bráctea interna 5,1-6,5 x 2,9-4 mm, de oblongo-elíptica a oblongo-ovada, con ápice de romo a subobtusos; margen estrechamente membranáceo; parte central 3,9-5 x 1,7-2,8 mm, carnosa, oblonga, con ápice de 0,9-1,3 mm, que casi llega hasta el margen. Flores 8,5-9,5 mm de diámetro. Cáliz 5,3-6,1 mm, que sobrepasa 1,3-2,5 mm a la bráctea interna; tubo en una mitad de laza a densamente peloso, con pelos cortos; dientes c. 0,7 x 1,1 mm, de semielípticos a triangular-ovados; costillas que acaban generalmente sobre la base de los dientes. Pétalos 9,5-10 x 2,8-3,3 mm, cuneiformes, violáceo-rojizos.



Figura 3. Parte aérea con inflorescencia *L. virgatum*. Fuente: flora.org.il

***Limonium narbonense* Mill.**, Gard. Dict. ed. 8, nº. 2 (1768)

*L. vulgare* subsp. *serotinum* (Rchb.) Gams in Hegi, Ill. Fl. Mitt.-Eur. 5(3): 1884 (1927)

*L. angustifolium* (Tausch) Turritt in Bull. Misc. Inform. Kew 1937: 252 (1937)

- *Familia*:.....Plumbaginaceae
- *Forma biológica*:.....Caméfito sufruticoso
- *Ecología*:.....Mediterráneo
- *Hábitat*:.....Saladares costeros
- *Distribución*:.....Toda la costa mediterránea y costa atlántica del sur de España
- *Descripción botánica*:..... Planta perenne, pluricaule, glabra. Ceba 1-8 cm. Hojas de la roseta 10-35 x 2-8 cm, muy variables en forma y tamaño, no marchitas en la antesis; limbo de estrechamente elíptico a oblongo-obovado, pinnatinervio, con muchos nervios laterales, con ápice de agudo a romo, con un largo apículo filiforme de 1-3 mm; pecíolo 2,5-5 mm de anchura, de longitud máxima no superior a la mitad de la del limbo. Escapo de 25-70 cm, robusto, erecto, casi derecho; ramificación normalmente empezando en la mitad superior. Inflorescencia generalmente tipo G o F, sin o pocas ramas estériles. Ramas de primer orden de hasta 35 cm, arqueado-patentes (ángulo de ramificación 45º-65º), de laxa a densamente ramificadas. Espigas 8-35 mm, dispuestas en la mitad superior de la inflorescencia, de derechas a levemente curvadas, de erecto- patentes a patentes. Espiguillas 5-6,5 mm, 4-7 por cm, generalmente con 2 flores. Bráctea externa 1,3-2,2 x 1,5-1,9 mm, ± estrechamente triangular-ovada, aguda o levemente acuminada; margen anchamente membranáceo; parte central algo carnosa, con ápice fino que casi llega hasta el margen. Bráctea media 1,8-2,8 x 1,2-1,8 mm, de oblongo-ovada a estrechamente trapezoidal, membranácea. Bráctea interna 3,1-4,2 x 2,4-3,1 mm, de elíptica a obovada, con ápice de redondo a romo, a veces también emarginado o hendido; margen anchamente membranáceo; parte central algo carnosa, 2,3-3,3 x 1,2-2,2 mm, de estrechamente ovada a oblonga, sin o con apículo rudimentario. Flores 5,5-6,5 mm de diámetro. Cáliz 4,8-5,9 mm, que sobrepasa 1,5-2,5 mm a la bráctea interna; tubo glabro o peloso en la base y en 2 costillas, con pelos de longitud variable; limbo muy doblado, de blanco a violáceo-rojizo pálido; dientes c. 1 x 1,2 mm, de triangulares a triangular-ovados, frecuentemente con dentículos intercalares; costillas que acaban generalmente antes de la base de los dientes. Pétalos 7-10 x 1,8-2,2 mm, de espatulados a cuneiformes, violáceo-azulados.



Figura 4. Parte aérea e inflorescencia *L. narbonense*.  
Fuente: altervista.org

***Limonium girardianum* Guss.** Fourr. In Ann. Soc. Linn. Lyon ser. 2, 17: 141 (1869)  
*Statice girardiana* Guss., Fl. Sicul. Syn. 1: 368 (1843)

- *Familia*:.....Plumbaginaceae
- *Forma biológica*:.....Caméfito sufruticoso
- *Ecología*:.....Mediterráneo occidental
- *Hábitat*:.....Substratos arenosos en saladares costeros y acantilados costeros
- *Distribución*:.....Costa mediterránea del S de Francia. Litoral levantino y Baleares.
  
- *Descripción botánica*:.....Planta perenne, pluricaule, glabra o en parte cortamente papilosa. Cepa 0,5-3 cm, corta. Hojas de la roseta 25-85 x 5-16 mm, no marchitas en la antesis; limbo de oblanceolado a estrechamente oblanceolado-espátulado, 1-3 nervios, con ápice de agudo a romo, mucronado; pecíolo 1-3 mm de anchura, de longitud  $\frac{3}{4}$ - $\frac{4}{4}$  de la del limbo. Escapo 10-40 cm, de erecto a erecto-patente, de casi derecho a levemente arqueado, glabro o papiloso en el tercio inferior; ramificación frecuentemente empezando en el tercio superior. Inflorescencia normalmente tipo C o D; sin o con 1-5 ramas estériles. Ramas de primer orden de hasta 5 cm, generalmente cortas, en disposición uni o bilateral laxa, casi derechas, de erecto-patentes a patentes (ángulo de ramificación 50°-65°), ramificadas en el tercio exterior. Espigas 8-16 mm, densas en los extremos de las ramas, derechas. Espiguillas 5-6 mm, muy densas, 10-14 por cm, en disposición bilateral, con 2-7 flores. Bráctea externa 1,8-2,3 x 2-2,6 mm, triangular-ovada, con ápice de subobtusado a romo; margen anchamente membranáceo; parte central algo carnosa, con ápice estrechamente oblongo, que casi llega hasta el margen. Bráctea media 1,8-2,3 x 1,2-1,8 mm, de oblongo-elíptica a oblongo-obovada, membranácea. Bráctea interna 3,8-4,6 x 3,8-4,4 mm, de ancha a muy anchamente obovada, con ápice de redondeado a plano-arqueado; margen anchamente membranáceo; parte central 2,9-3,5 x 2,2-3,2 mm, algo carnosa, de oblonga a oblongo-obovada, con ápice de 0,5-0,8 mm, anchamente triangular, que no llega hasta el margen, con pelos esparcidos. Flores 4,8-5,6 mm de diámetro. Cáliz 4,1-4,8 mm, que sobrepasa 1-1,5 mm a la bráctea interna; tubo de escasa a densamente peloso, con pelos largos; dientes 0,5 x 0,9 mm, anchamente semielípticos; costillas que acaban antes de la base de los dientes. Pétalos 7,3-7,8 x 2,3-2,7 mm, cuneiformes, violáceo-rojizos pálidos.



Figura 5. Parte aérea e inflorescencia *L. girardianum*. Fuente: floreAlpes.com

## ANEXO 2. FAUNA.

En este Anexo se ha redactado brevemente la fauna potencial que se puede encontrar en cada uno de los enclaves que se analizan en este trabajo. La fauna ha sido clasificada por clases biológicas, discriminando los invertebrados.

### 1. EL SALER

Los datos para la elaboración de este apartado del Anexo 2. Fauna han sido extraídos de la Enciclopedia de l'Albufera, correspondiente al Parc Natural de l'Albufera. Puesto que El Saler se encuentra dentro de este Parque Natural los datos podrían variar por lo que estos datos se han usado como una referencia. Para obtener mayor información acerca de este tema se recomienda visitar la página de la Enciclopedia de l'Albufera, siendo esta: <http://www.albufera.com/parque/enciclopedias-albufera>

#### ➤ ICTIOFAUNA

El elemento que más abunda en este enclave es el agua. La variación salinidad que hay en las diferentes zonas húmedas que el Parque propicia la aparición de diferentes especies de peces que se han adaptado a esta situación, como son los eurihalinos, capaces de tolerar un gran rango de salinidad en las aguas que habitan, como *Sygnathus abaster* Risso (aguja de río), o el amenazado *Valentia hispanica* Valenciennes (samaruc).

Por otra parte podemos encontrar especies exclusivas de agua dulce como *Cyprinus carpio* L. (carpa común) o *Barbus bocagei* L. (barbo), que han sido desplazadas de su hábitat por especies invasoras como *Gambusia holbrooki* Girard (gambusia).

Y otros que habitan en aguas exclusivamente salinas como *Sparus aurata* L. (dorada), o *Diplodus sargus sargus* L. (sargo común).



Figura 6. *Valentia hispanica*. Fuente: albufera.com

#### ➤ ANFIBIOS

Como se ha comentado anteriormente, este paraje se caracteriza por la presencia de zonas húmedas, esto lo hace idóneo para especies animales las cuales necesitan el recurso del agua para llevar a cabo su ciclo vital.

En las diferentes zonas húmedas que podemos encontrar se pueden hallar poblaciones de especies de anfibios como *Bufo bufo* L. (sapo común), *Bufo calamita* L. (sapo corredor) o *Rana perezi* Seane (rana verde común).

Este enclave también proporciona hogar a la especie de tritón más grande de Europa, *Pleurodeles waltli* Michahelles (gallipato) u ofegabous como se le ha llamado popularmente a este animal en la zona de València.



Figura 7. *Rana perezi*. Fuente: albufera.com

### ➤ REPTILES

La clase Reptilia se encuentra bien adaptada a este tipo de entorno por diferentes especies, superando a los anfibios.

En estos medios podemos encontrar diferentes especies de serpientes como *Coluber hippocrepis* L. (culebra de herradura), *Elaphe scalaris* Schins (culebra de escaleras), así como también hay documentada la presencia de *Vipera latasti* Bosca (víbora hocicuda).

Otras poblaciones que podemos encontrar son de diferentes especies de lagartos como *Timon lepidus* Daudin (lagarto ocelado), *Podarcis hispanica* Stindachner (lagartija ibérica), o *Hemidactylus turcinus* L (salamanquesa rosada).

También podemos encontrar especies de reptiles que son más desconocidas o más escasas por malas prácticas humanas como *Mauremys leprosa* Gmelin (galápago leproso), o *Chalcides bedriagai* Bosca (eslizón ibérico).



Figura 8.  
*Timon lepidus*.  
Fuente:  
albufera.com

### ➤ MAMÍFEROS

Este tipo de ecosistemas no parece muy conveniente para los mamíferos pero han sido muchas las que lo han colonizado. La mayor parte de las especies que encontramos son de tamaño reducido como algunas especies de roedores como *Mus spretus* Lataste (ratón moruno), o *Arvicola sapidus* Miller (rata de agua meridional); varias especies de musarañas como *Suncus etruscus* Savi (musaraña); o de quirópteros, como *Rhinolophus mahelyi* Matschie (murciélago herradura) o *Eptesicus serotinus* Schreber (murciélago hortelano).

En menor medida podemos encontrar mamíferos de un tamaño más considerable y que poseen gran capacidad de adaptación a diversos ecosistemas como *Oryctolagus cuniculus* L. (conejo), *Vulpes vulpes* L. (zorro común) o *Erinaceus sp.* L. (erizo). Otras especies que podemos encontrar, pero esta vez más ligadas a las zonas boscosas del paraje, son *Genetta genetta* L. (gineta), *Meles meles* L. (tejón común), o *Mustela nivalis* L. (comadreja).

Cabe destacar que en un entorno húmedo como este vivieron poblaciones *Lutra lutra* L. (nutria), las cuales acabaron desaparecieron por la presión ejercida por el hombre en este entorno natural a finales del siglo XIX.



Figura 9. *Genetta genetta*. Fuente: albufera.com

#### ➤ AVES

Numerosas especies de este grupo animal ha sabido sacar provecho de las oportunidades de este entorno y lo han convertido en su hábitat permanente o sólo estacional. La gran diversidad de ecosistemas que presenta este paraje permite la existencia de especies avícolas ligadas a la vida terrestre y otras a la vida acuática.

Dentro de las aves que están ligadas a unos hábitats poco húmedos, prefiriendo las zonas arbóreas del entorno, podemos encontrar especies como *Athene noctua* Scopoli (mochuelo común), *Phoenicurus ochruros* Gmelin (colirrojo tizón), *Sylvia melanocephala* Gmelin (curruca cabecinegra), o *Serinus serinus* L. (verdecillo).

En los medios palustres y más acuáticos podemos encontrar diferentes especies adaptadas a este tipo de hábitats húmedos como *Tringa nebularia* Gunnerus (archiberbe claro), *Ardea cinerea* L. (garza real), *Larus canus* L. (gaviota cana), o *Fulica atra* L. (focha común).

Cabe destacar que la existencia de este espacio natural dota de hábitat y permite el desarrollo biológico de especies amenazadas o en peligro como *Numenius tenuirostris* Vieillot (zarapito fino).



Figura 10. *Fulica atra*. Fuente: albufera.com

## 2. CLOT DE GALVANY

Los datos para la elaboración de este apartado han sido extraídos de Aranda Y Maciá (2010). Biodiversidad del Municipio de Elche. Regidoria de Medi Ambient. J.C. Aranda y S.Maciá. 2010. Puesto que el Clot de Galvany se encuentra dentro de este Término Municipal, los datos podrían variar por lo que éstos han sido usados como referencia. Para la obtención de más información se recomienda el documento del cual se ha obtenido la información citado anteriormente en este mismo párrafo.

### ➤ ANFIBIOS

Las zonas húmedas que proporciona este enclave son ideales para llevar a cabo un ciclo vital relacionado tanto con el medio acuático como con el terrestre. Este hecho permite la existencia de especies del orden Anura.

Dentro de este orden podemos encontrar especies como *Bufo bufo* L. (sapo común), *Bufo calamita* L. (sapo corredor), *Rana perezi* L. (rana común), o *Pelobates cultripedes* Cuvier (sapo espuelas) considerado como escaso dentro del territorio de la Comunitat Valenciana.



Figura 11.  
*Bufo calamita*.  
Fuente:  
albufera.com

### ➤ REPTILES

En los diferentes ecosistemas que presenta este Paraje Natural podemos encontrar diversas especies de esta clase animal.

Por una parte, especies de reptiles que prefieren el medio terrestre podemos encontrar individuos de las especies *Timon lepidus* Daudin (lagarto ocelado), *Testudo graeca* L. (tortuga mora), *Chalcides bedriagai* Boscá (eslizón ibérico), *Malpolon monspessulanus* Hermann (culebra bastarda) o *Vipera lastastei* Boscá (víbora hocicuda).

En cambio, en las zonas más húmedas que nos aporta este entorno, podemos encontrar especies como *Mauremys leprosa* Schweiger (galápago leproso), *Natrix natrix* L. (culebra

viperina), o *Trachemys scripta* Thunberg (galápago de Florida), especie introducida por el hombre que amenaza el equilibrio del ecosistema natural.



Figura 12. *Chalcides bedriagai*. Fuente: albufera.com

### ➤ MAMÍFEROS

Dentro de los mamíferos podemos encontrar diversas especies con estrategias de supervivencia diferentes las cuales les han permitido colonizar este ambiente con la variación de medios que presenta.

Se pueden encontrar especies de quirópteros como *Myotis capaccinii* Bonaparte (murciélago ratonero patudo) o *Tadarida teniotis* Rafinesque (murciélago rabudo), roedores como *Microtus duodecimcostatus* Sélys (topillo mediterráneo) o *Arvicola sapidus* Miller (rata de agua), pequeños omnívoros como *Erinaceus europaeus* L. (erizo europeo) o *Crocidura russula* Hermann (musaraña gris), o grandes mamíferos como *Vulpes vulpes* L. (zorro rojo).



Figura 13.  
*Arvicola sapidus*.  
Fuente:  
albufera.com

### ➤ AVES

En esta gran clase animal, que sin duda es la más característica de los ecosistemas húmedos, podemos encontrar numerosas especies adaptadas a diferentes tipos de hábitats.

Ligados a un ambiente más terrestre podemos encontrar especies como *Burhinus oedicnemus* L. (alcaraván común), *Asio otus* L. (búho chico), *Caprimulgus europaeus* L. (chotacabras europeo), *Carduelis cannabina* L. (pardillo común), o *Fringilla coelebs* L. (pinzón vulgar).

Especies que prefieren unos hábitats más húmedos podemos encontrar *Chlidonias leucopterus* Temminck (fumarel aliblanco), *Egretta garzetta* L. (garceta común), o *Ardeola ralloides* Scopoli (garcilla cangrejera).



Figura 14. *Fringilla coelebs*. Fuente: albufera.com

### ANEXO 3. CLIMATOLOGÍA

En este Anexo se muestran todos los valores respectivos a las dos estaciones meteorológicas completas utilizadas para la caracterización climática de los enclaves de interés, así como los cálculos de los diferentes índices y su posterior clasificación dependiendo del autor.

#### ESTACIÓN METEOROLÓGICA BENIFAIÓ

Tabla 1. Información estación meteorológica Benifaió. Fuente: IVIA.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA BENIFAIÓ	Altitud: 72 m
UTMX: 718925.000	UTMY: 4350990.000
Huso: 30N	Serie climática :2000-2016 (17 años)

Tabla 2. Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Benifaió. Fuente IVIA.

	<b>Ti</b>	<b>Mi</b>	<b>mi</b>	<b>M'i</b>	<b>m'i</b>	<b>Pi</b>
<b>Enero</b>	10,3	16,2	5,1	25,1	-5,9	35,0
<b>Febrero</b>	11,0	16,7	5,7	27,1	-4,8	30,3
<b>Marzo</b>	13,4	19,4	7,7	31,3	-3,7	40,1
<b>Abril</b>	15,6	21,5	9,9	35,2	1,9	37,9
<b>Mayo</b>	18,7	24,7	12,8	42,6	3,7	35,5
<b>Junio</b>	22,8	28,5	16,8	39,0	10,2	15,4
<b>Julio</b>	25,4	30,7	20,1	41,9	13,5	8,5
<b>Agosto</b>	25,6	30,9	20,4	43,9	13,2	13,6
<b>Septiembre</b>	22,6	28,3	17,5	38,3	8,6	54,8
<b>Octubre</b>	18,9	24,6	13,8	34,4	2,3	62,8
<b>Noviembre</b>	13,7	19,3	8,6	31,1	-0,7	51,5
<b>Diciembre</b>	10,6	16,4	5,6	24,6	-4,0	38,4
<b>Anual (T)</b>	<b>17,4</b>	<b>23,1</b>	<b>12,0</b>	<b>34,5</b>	<b>2,9</b>	<b>423,6</b>

Donde:

- Ti: Temperatura media (°C)
- T: temperatura media anual
- Mi: Temperatura media de las máximas (°C)
- mi: Temperatura media de las mínimas (°C)
- M'i: Temperatura máxima absoluta (°C)
- m'i: Temperatura mínima absoluta (°C)
- Pi: Precipitación media mensual (mm)

## ESTACIÓN METEOROLÓGICA ELX

Tabla 3. Información estación meteorológica de Elx. Fuente: IVIA.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA ELX	Altitud: 86 m
UTMX: 701609.000	UTMY: 4235864.000
Huso: 30N	Serie climática: 2000-2016 (17 años)

Tabla 4. Valores medios de una serie de 17 años de la estación meteorológica de Elx. Fuente IVIA.

	<b>Ti</b>	<b>Mi</b>	<b>mi</b>	<b>M'i</b>	<b>m'i</b>	<b>Pi</b>
<b>Enero</b>	10,5	16,2	5,8	22,3	0,7	19,1
<b>Febrero</b>	11,0	16,8	6,0	23,6	1,2	12,7
<b>Marzo</b>	13,3	19,3	7,9	27,8	2,6	24,1
<b>Abril</b>	15,5	21,3	10,3	28,0	5,9	35,4
<b>Mayo</b>	18,6	24,3	13,3	30,9	8,9	16,2
<b>Junio</b>	22,8	28,3	17,3	34,7	13,2	8,0
<b>Julio</b>	25,2	30,5	20,2	36,0	17,1	1,5
<b>Agosto</b>	25,7	30,9	20,9	36,4	17,8	8,3
<b>Septiembre</b>	22,8	28,2	18,2	34,1	14,0	40,0
<b>Octubre</b>	19,1	24,8	14,6	30,5	8,8	31,4
<b>Noviembre</b>	13,9	19,3	9,5	25,3	3,8	32,2
<b>Diciembre</b>	11,0	16,4	6,8	21,8	1,7	26,8
<b>Anual</b>	<b>17,5</b>	<b>23,0</b>	<b>12,6</b>	<b>29,3</b>	<b>8,0</b>	<b>256,5</b>

Donde:

- Ti: Temperatura media mensual(°C)
- T: temperatura media anual
- Mi: Temperatura media de las máximas (°C)
- mi: Temperatura media de las mínimas (°C)
- M'i: Temperatura máxima absoluta (°C)
- m'i: Temperatura mínima absoluta (°C)
- Pi: Precipitación media mensual (mm)

## CLASIFICACIÓN DE RIVAS-MARTÍNEZ

Salvador Rivas-Martínez postuló de manera formal unos parámetros e índices bioclimáticos para poder establecer una caracterización bioclimática con datos fácilmente adquiribles, como son las temperaturas (°C) y las precipitaciones (mm).

### Índice de Termicidad (It)

Es la suma en décimas de grado de T (temperatura media anual), m (temperatura media de las mínimas del mes más frío) y M (temperatura media de las máximas del mes más frío). It es, por lo tanto, un índice que pondera la intensidad del frío, factor limitante para muchas plantas y comunidades vegetales. La correlación entre los valores de este índice y la vegetación es bastante satisfactoria en los climas cálidos y templados. En los fríos con valores de It o Itc inferiores a 120, resulta más significativo y preciso el empleo del valor de la temperatura positiva anual (Tp).

$$It = (T + m + M) \times 10$$

Tabla 5. Valores para el cálculo del Índice de termicidad (It) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	T (°C)	m (°C)	M (°C)
Benifaió	17,4	5,1	16,2
Elx	17,5	5,8	16,2

$$It \text{ Benifaió} = (T + m + M) \times 10 = (17,4 + 5,1 + 16,2) \times 10 = \mathbf{387}$$

$$It \text{ Elx} = (T + m + M) \times 10 = (17,5 + 5,8 + 16,2) \times 10 = \mathbf{395}$$

Horizontes termotípicos	Abr.	It
Inframediterráneo inferior	Imei	515-580
Inframediterráneo superior	Imes	450-515
Termomediterráneo inferior	Tmei	400-450
Termomediterráneo superior	Tmes	350-400
Mesomediterráneo inferior	Mmei	285-350
Mesomediterráneo superior	Mmes	220-285
Supramediterráneo inferior	Smei	150-220
Supramediterráneo superior	Smes	(120)-150
Oromediterráneo inferior	Omei	-
Oromediterráneo superior	Omes	-
Crioromediterráneo inferior	Cmei	-
Crioromediterráneo superior	Cmes	-

Figura 15. Horizontes termotípicos Mediterráneos. Fuente: ucm.es/info/cif

Tabla 6. Clasificación del piso bioclimático de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

PISO BIOCLIMÁTICA	NIVEL	INTERVALO DE It	ESTACIONES POR PISO BIOCLIMÁTICO
Termomediterráneo	Superior	350 – 400	Benifaió, Elx
	Inferior	400 – 450	-

### Índice ombrotérmico anual (Io)

Es el cociente entre la suma de la precipitación media en mm de los meses cuya temperatura media es superior a cero grados centígrados (Pp) y la suma de las temperaturas medias mensuales superiores a cero grados centígrados en décimas de grado (Tp).

$$Io = 10 \times Pp / Tp$$

Tabla 7. Valores para el cálculo del Índice ombrotérmico (Io) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	Tp (décimas de °C)	Pp (mm)
Benifaió	2086	423,6
Elx	2094	256,5

$$Tp \text{ Benifaió} = \sum Ti \times 10 = 208,6 \times 10 = 2086$$

$$Io \text{ Benifaió} = 10 \times Pp / Tp = 10 \times 423,6 / 2086 = \mathbf{2,03}$$

$$Tp \text{ Elx} = \sum Ti \times 10 = 209,4 \times 10 = 2094$$

$$Io \text{ Elx} = 10 \times Pp / Tp = 10 \times 256,5 / 2094 = \mathbf{1,22}$$

<i>Tipos ómbricos</i>	<i>Horizontes ómbricos</i>	<i>Abr.</i>	<i>Io</i>
1. Ultrahiperárido	1. Ultrahiperárido	Uha	< 0.1
2. Hiperárido	2a. Hiperárido inferior	Hai	0.1-0.2
	2b. Hiperárido superior	Has	0.2-0.3
3. Arido	3a. Arido inferior	Ari	0.3-0.6
	3b. Arido superior	Ars	0.6-1.0
4. Semiárido	4a. Semiárido inferior	Sai	1.0-1.5
	4b. Semiárido superior	Sas	1.5-2.0
5. Seco	5a. Seco inferior	Sei	2.0-2.8
	5b. Seco superior	Ses	2.8-3.6
6. Subhúmedo	6a. Subhúmedo inferior	Sui	3.6-4.8
	6b. Subhúmedo superior	Sus	4.8-6.0
7. Húmedo	7a. Húmedo inferior	Hui	6.0-9.0
	7b. Húmedo superior	Hus	9.0-12.0
8. Hiperhúmedo	8a. Hiperhúmedo inferior	Hhi	12.0-18.0
	8b. Hiperhúmedo superior	Hhs	18.0-24.0
9. Ultrahiperhúmedo	9. Ultrahiperhúmedo	Uhu	> 24.0

Figura 16. Valores umbrales de los ombrotipos y horizontesombrotípicos con sus abreviaturas que se reconocen en la Tierra. Fuente: [ucm.es/info/cif](http://ucm.es/info/cif)

Tabla 8. Clasificación del ombrotipo de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

TIPOS ÓMBRICOS	HORIZONTES ÓMBRICOS	INTERVALO DE I <sub>o</sub>	ESTACIONES POR TIPO ÓMBRICO
Seco	Superior	2,8 – 3,6	-
	Inferior	2,0 – 2,8	Benifaió
Semiárido	Superior	1,5 – 2,0	-
	Inferior	1,0 – 1,5	Elx

### Índice de continentalidad simple

Expresa en grados centígrados la diferencia u oscilación entre la temperatura media del mes más cálido (T<sub>max</sub>) y la del mes más frío del año (T<sub>min</sub>).

$$I_c = T_{max} - T_{min}$$

Tabla 9. Valores para el cálculo del Índice de continentalidad (I<sub>c</sub>) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	T <sub>max</sub> (°C)	T <sub>min</sub> (°C)
Benifaió	25,6	10,3
Elx	25,7	10,5

$$I_c \text{ Benifaió} = T_{max} - T_{min} = 25,6 - 10,3 = \mathbf{15,3}$$

$$I_c \text{ Elx} = T_{max} - T_{min} = 25,7 - 10,5 = \mathbf{15,2}$$

Tipos	Subtipos	Valores
1. Hiperoceánico (0-11)	1.1a. Ultrahiperoceánico acusado	0-2.0
	1.1b. Ultrahiperoceánico atenuado	2.0-4.0
	1.2a. Euhiperoceánico acusado	4.0-6.0
	1.2b. Euhiperoceánico atenuado	6.0-8.0
	1.3a. Subhiperoceánico acusado	8.0-10.0
	1.3b. Subhiperoceánico atenuado	10.0-11.0
2. Oceánico (11-21)	2.1a. Semihiperoceánico acusado	11.0-13.0
	2.1a. Semihiperoceánico atenuado	13.0-14.0
	2.2a. Euroceánico acusado	14.0-16.0
	2.2b. Euroceánico atenuado	16.0-17.0
	2.3a. Semicontinental atenuado	17.0-19.0
	2.3b. Semicontinental acusado	19.0-21.0
3. Continental	3.1a. Subcontinental atenuado	21.0-24.0
	3.1b. Subcontinental acusado	24.0-28.0

(21-66)	3.2a. Eucontinental atenuado	28.0-37.0
	3.2b. Eucontinental acusado	37.0-46.0
	3.3a. Hipercontinental atenuado	46.0-56.0
	3.2b. Hipercontinental acusado	56.0-66.0

Figura 17. Tipos, subtipos y niveles de continentalidad simple (Ic) que se conocen en la Tierra.

Fuente: ucm.es/info/cif

Tabla 10. Clasificación de la continentalidad de las estaciones consideradas según Rivas-Martínez.

TIPO	SUBTIPOS	VALORES	ESTACIONES
Oceánico	Semihiperocéánico acusado	11,0 – 13,0	-
	Semihiperocéánico atenuado	13,0 – 14,0	-
	Euoceánico acusado	14,0 – 16,0	Benifaió, Elx
	Euoceánico atenuado	16,0 – 17,0	-
	Semicontinental atenuado	17,0 – 19,0	-
	Semicontinental acusado	19,0 – 21,0	-

Bioclimas Mediterráneos		
1	Índice de continentalidad $\leq 21$	2
	Índice de continentalidad $> 21$	5
2	Índice ombrotérmico anual $lo > 2.0$ , ombrotipo: seco-ultrahiperhúmedo	<b>Mediterráneo pluviestacional-oceánico</b>
	Índice ombrotérmico anual $lo \leq 2.0$	3
3	Índice ombrotérmico anual $lo < 0.1$	<b>Mediterráneo hiperdesértico</b>
	Índice ombrotérmico anual $lo > 0.1$	4
4	Índice ombrotérmico anual $lo: 0.1-1.0$	<b>Mediterráneo desértico-oceánico</b>
	Índice ombrotérmico anual $lo: 1.0-2.0$	<b>Mediterráneo xérico-oceánico</b>
5	Índice ombrotérmico anual $lo \leq 0.1$	<b>Mediterráneo hiperdesértico</b>
	Índice ombrotérmico anual $lo > 0.1$	6
6	Índice ombrotérmico anual $lo > 2.2$	<b>Mediterráneo pluviestacional-continental</b>
	Índice ombrotérmico anual $lo \leq 2.2$	7
7	Índice ombrotérmico anual $lo: 0.1 - 1.0$	<b>Mediterráneo desértico-continental</b>

Índice ombrotérmico anual I <sub>o</sub> : 1.0-2.2	<b>Mediterráneo xérico-continental</b>
--	--

Figura 18. Clave de Bioclimas Mediterráneos según Rivas-Martínez.

Fuente: [ucm.es/info/cif](http://ucm.es/info/cif)

Tras la obtención de los índices anteriores, se ha usado la Clave de Bioclimas Mediterráneos de S. Rivas-Martínez, clasificándose el bioclima de ambos espacios naturales como **Mediterráneo xérico-continental**.

### ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

Se habla de aridez cuando el resultado del balance hídrico es negativo, es decir, cuando las ganancias de agua en forma de precipitación son menores que las pérdidas (escorrentía, infiltración y evapotranspiración).

El índice termopluiométrico de Martonne se calcula teniendo en cuenta la precipitación (P) y la temperatura media anual (T), en base a la ecuación:

$$I_a = P / (T+10)$$

Tabla 11. Valores para el cálculo del Índice de aridez de Martonne (I<sub>a</sub>) para las estaciones consideradas.

ESTACIONES	T (°C)	P (mm)
Benifaió	17,4	423,6
Elx	17,5	256,5

$$I_a \text{ Benifaió} = 423,6 / (17,4+10) = \mathbf{15,46}$$

$$I_a \text{ Elx} = 256,5 / (17,5+10) = \mathbf{9,33}$$

Tabla 12. Valores de I<sub>a</sub> y su correspondencia zonal. Fuente: [ocw.upm.es](http://ocw.upm.es)

Valor de I <sub>a</sub>	Zona
0 – 5	Desiertos (Hiperáridos)
5 – 10	Semidesierto (Árido)
10 – 20	Semiárido de tipo mediterráneo (Semiárido)
20 – 30	Subhúmeda
30 – 60	Húmeda
>60	Perhúmeda

Tabla 13. Clasificación de las estaciones consideradas según Martonne.

VALOR DE I <sub>a</sub>	ZONA	ESTACIONES
0 – 5	Desiertos (Hiperáridos)	-
5 – 10	Semidesierto (Árido)	Elx
10 – 20	Semiárido de tipo mediterráneo (Semiárido)	Benifaió

#### ANEXO 4. MATERIAL VEGETAL EN CONDICIONES CONTROLADAS.

En el presente Anexo se muestran fotografías de individuos cultivados en condiciones controladas de las cuatro especies de *Limonium* seleccionadas para el trabajo, de manera que se pueda observar con más detalle las diferencias fisionómicas de las mismas bajo diferentes condiciones de estrés abiótico.

➤ *Limonium narbonense*



Figura 19. Ejemplar de *L. narbonense* por cada tratamiento efectuado.

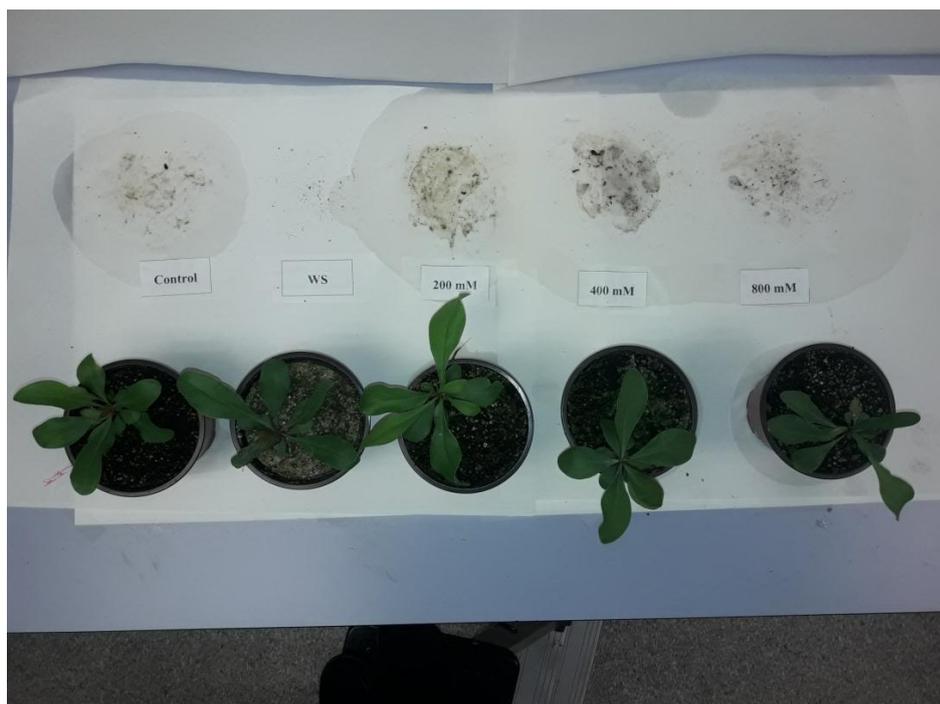


Figura 20. Ejemplar de *L. narbonense* por cada tratamiento efectuado.



Figura 21. Hojas de *L. narbonense* correspondientes al tratamiento control.



Figura 22. Hoja de *L. narbonense* correspondiente al tratamiento control.



Figura 23. Hoja de *L. narbonense* correspondiente al tratamiento WS.



Figura 24. Hoja de *L. narbonense* correspondiente al tratamiento 800mM de NaCl.

➤ *Limonium virgatum*



Figura 25. Ejemplar de *L. virgatum* por cada tratamiento efectuado.

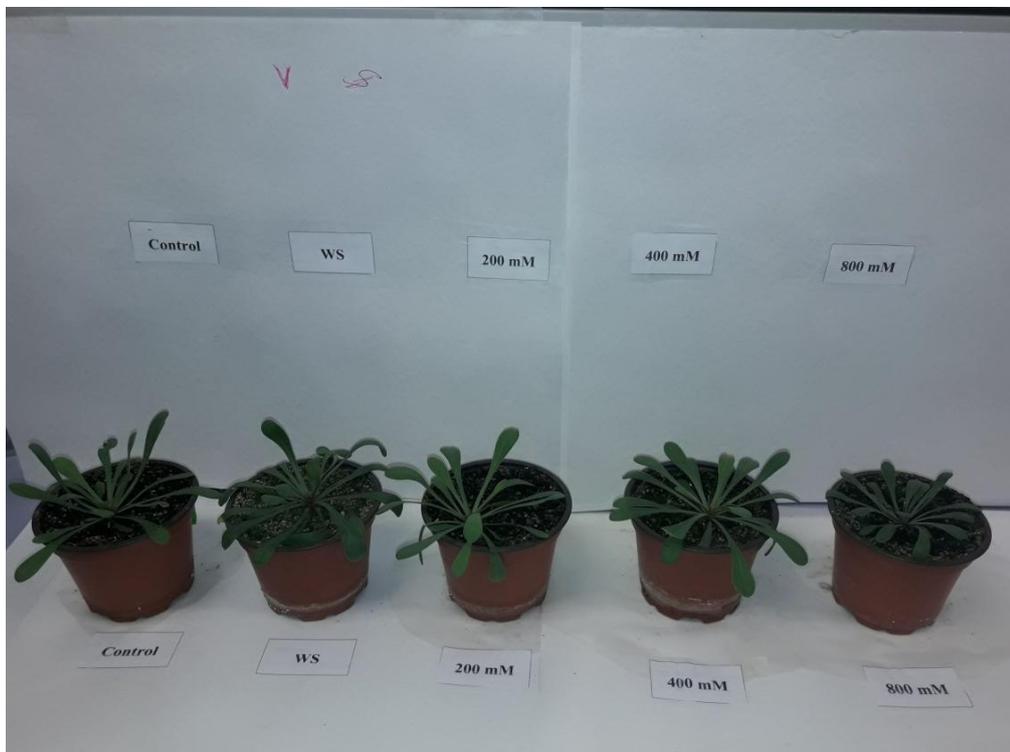


Figura 26. Ejemplar de *L. virgatum* por cada tratamiento efectuado.



Figura 27. Hojas de *L. virgatum* correspondientes al tratamiento control.



Figura 28. Hoja de *L. virgatum* correspondientes al tratamiento control.



Figura 29. Hoja de *L. virgatum* correspondientes al tratamiento WS.



Figura 30. Hoja de *L. virgatum* correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl.

➤ *Limonium girardianum*



Figura 31. Ejemplar de *L. girardianum* por cada tratamiento efectuado.



Figura 32. Ejemplar de *L. girardianum* por cada tratamiento efectuado.



Figura 33. Hojas de *L. girardianum* correspondientes al tratamiento control.



Figura 34. Hoja de *L. girardianum* correspondientes al tratamiento control.

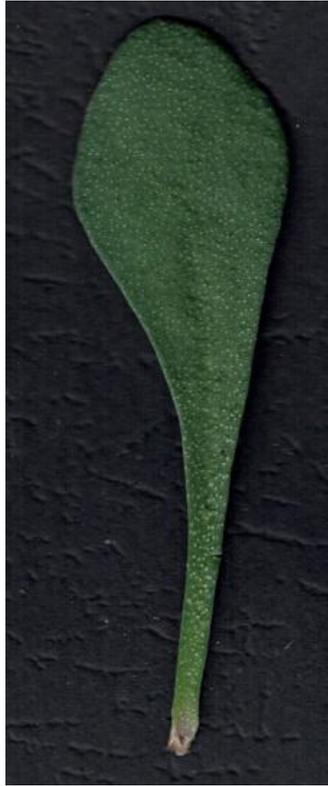


Figura 35. Hoja de *L. girardianum* correspondientes al tratamiento WS.



Figura 36. Hoja de *L. girardianum* correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl.

➤ *Limonium santapolense*



Figura 37. Ejemplar de *L. santapolense* por cada tratamiento efectuado.



Figura 38. Ejemplar de *L. santapolense* por cada tratamiento efectuado.

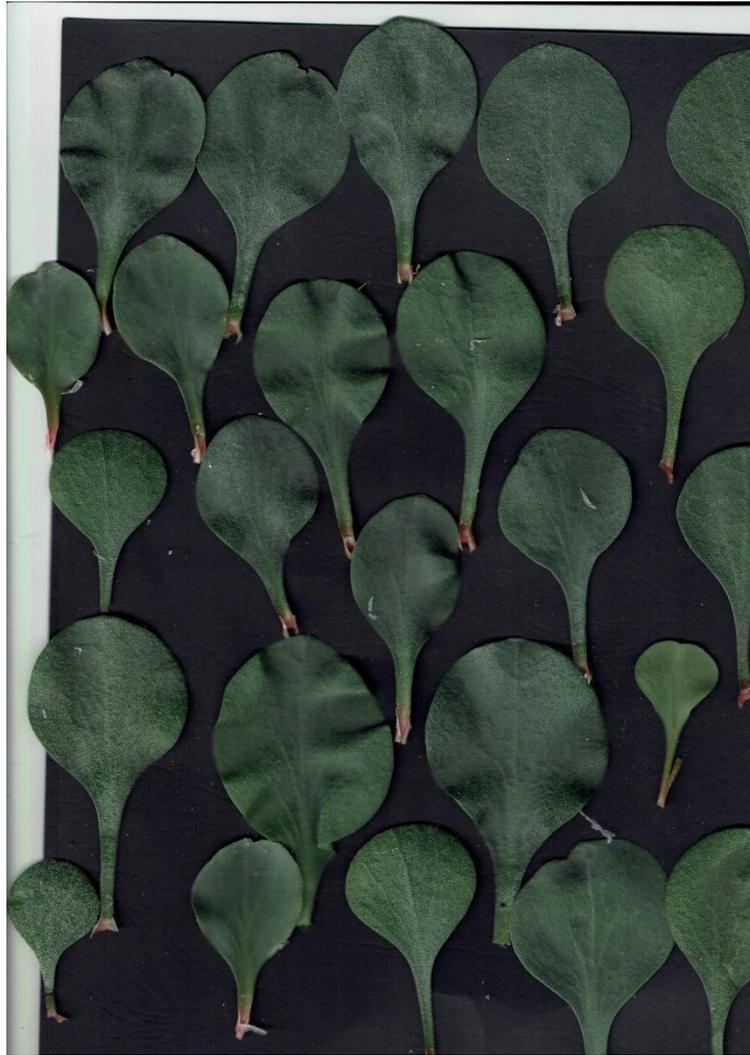


Figura 39. Hojas de *L. santapolense* correspondientes al tratamiento control.



Figura 40. Hoja de *L. santapolense* correspondientes al tratamiento control.



Figura 41. Hoja de *L. santapolense* correspondientes al tratamiento WS.



Figura 42. Hoja de *L. santapolense* correspondientes al tratamiento 800 mM de NaCl.

## ANEXO 5. SUELOS.

En este Anexo se presentan los resultados de los diferentes ensayos efectuados, así como información complementaria al cálculo de éstos.

### ➤ RESULTADOS PH Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE)

Tabla 14. Resultados pH y CE de distintas muestras de los enclaves de interés.

Lugar	Muestra	pH	Conductividad (dS/m)
Racó Olla	1	8,25	2,72
	2	8,48	13,72
	3	8,70	4,97
Lago Saler	1	8,58	6,77
	2	8,85	8,11
	3	8,84	10,88
Mallada Llarga	1	9,08	5,13
	2	8,99	5,13
	3	9,08	2,33
Clot	1	8,29	8,33
	2	8,20	12,76
	3	8,20	4,76

### ➤ DETERMINACIÓN SEMICUANTITATIVA DE LA TEXTURA: MÉTODO AL TACTO

(1) Tomar una muestra de suelo del tamaño de una cucharilla colmada de suelo y humedecerlo. Trabajarlo hasta un estado de máxima pegajosidad y plasticidad deshaciendo todos los pequeños terrones. (Cuando la determinación se haga en el campo y no sobre la tierra fina en el laboratorio, separar, previamente, todos los elementos gruesos de más de 2 mm de diámetro y descartarlos).

Aplicar las siguientes pruebas, teniendo en cuenta que, durante las mismas, de vez en cuando, puede ser necesario añadir más agua para mantener el suelo en su máxima plasticidad:

(2) ¿Cuáles, al tacto, la sensación que produce el suelo?

- Áspero.....ir a (3)
- Sedoso.....(5)
- Pegajoso.....(10)
- Blando.....(5)
- Ninguno de ellos o inseguridad.....(3)

(3) Intenta hacer una bola de suelo entre las palmas de las manos (no moldeándola entre los dedos):

- Es imposible.....Arenoso.
- Se puede hacer solamente con sumo cuidado.....Areno-franco.

- Es fácil.....ir a (4)
- (4) Intenta aplastar la bola entre el pulgar y el índice:
- La bola se colapsa (el material se disgrega).....**Franco-arenoso**.
  - La bola se aplasta.....ir a (5)
- (5) Hacer una bola de suelo e intentar enrollarla en un cilindro, al principio grueso (de 1 cm de diámetro) y después más fino (de 0,5 cm de diámetro aproximadamente):
- Ni siquiera se puede hacer un cilindro grueso.....**Arenoso**.
  - Solamente se puede hacer un cilindro grueso.....**Franco-arenoso**.
  - Se puede hacer los cilindros grueso y fino.....ir a (6)
- (6) Tratar de curvar el cilindro fino para formar una herradura:
- El cilindro se cuarteo cuando se intenta.....ir a (7)
  - Se puede formar una herradura sin aparición de grietas..... ir a (9)
- (7) Manipular el suelo entre los dedos y juzgar la sensación general que produce:
- El suelo solo parece áspero y basto.....**Franco**.
  - El suelo parece sedoso.....**Franco limoso o Limoso**.
  - El suelo parece pegajoso, áspero y basto.....ir a (8)
- (8) Volver a humedecer el suelo si es necesario y hacer un cilindro fino (de unos 0,3 cm de diámetro) curvándolo para formar una herradura. Ir a (9).
- (9) Intentar transformar la herradura del cilindro fino en un anillo de unos 2,5 cm de diámetro, uniendo los dos extremos del cilindro sin que el cilindro se cuarteo:
- Se puede hacer.....ir a (10)
  - No se puede hacer.....ir a (12)
- (10) Moldear el suelo en una bola trabajándola entre el pulgar y el índice para formar una superficie uniforme:
- La superficie es suave con muy pocas irregularidades.....ir a (12)
  - La superficie aparece como pulimentada con pocas partículas ásperas prominentes.....**Arcillo arenosa**.
  - La superficie aparece como pulimentada con ninguna o muy pocas irregularidades.....ir a (11)
- (11) Manipular el suelo entre los dedos y juzgar la sensación general que produce:
- El suelo parece como jabón y la superficie que se trabaja adquiere aspecto pulimentado.....**Arcilloso**.
  - El suelo parece como seda y el pulimento es imperfecto.....**Arcillo limosa**.
- (12) Volver a moldear una bola y manipular entre los dedos para estimar la sensación general que produce el suelo:
- El suelo es muy áspero.....**Franco-arcillo-arenoso**.
  - El suelo es moderadamente áspero.....**Franco arcilloso**.

- El suelo es blando y suave.....**Franco-arcillo-limoso.**

Cuando se haya decidido a qué textura pertenece el suelo, localizarla en el triángulo de textura (Figura 43). Comprobar que no pertenece a ninguna de las clases texturales contiguas.

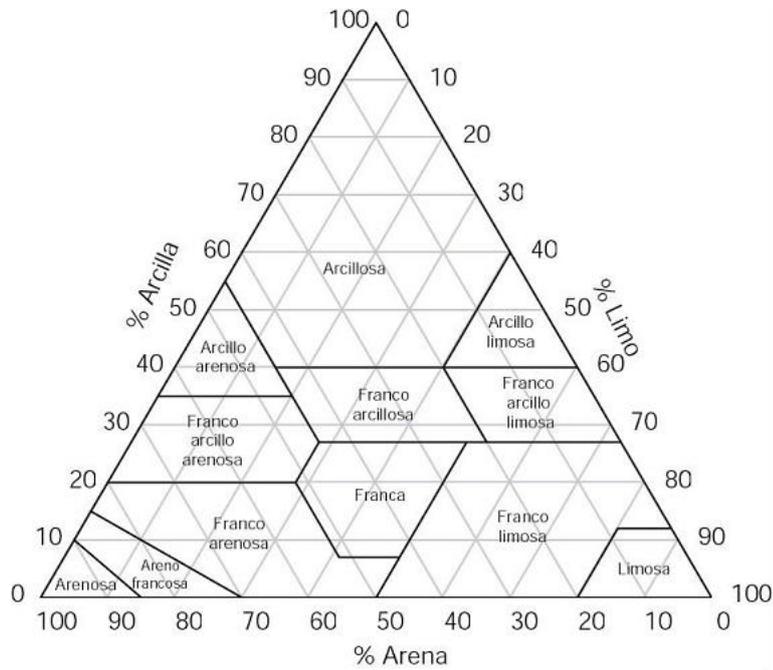


Figura 43. Triángulo de textura. Fuente: agromatica.es

Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel (Clases texturas básicas)
Suelos arenosos	Suelos de textura gruesa	XII. Textura muy arenosa XI. Textura arenosa franca
Suelos francos o medios	Suelos de textura moderadamente gruesa	IX. Textura franco-arenosa VIII. Textura franco-limoso VII. Textura franca X. Textura muy limosa  IV. Textura franca arcillosa VI. Textura franco-arcillosa-arenosa V. Textura franco-arcilloso-limoso
	Suelos de textura media	
	Suelos de textura moderadamente fina	
Suelos arcillosos	Suelos de textura fina	III. Textura arcilloso-arenosa II. Textura arcilloso-limoso I. Textura muy arcillosa

Figura 44. Clasificaciones texturales (USDA, 1951)

Tabla 15. Resultados textura de diferentes muestras de los enclaves de interés: Método al tácto.

Lugar	Muestra	Textura
Racó Olla	1	Arenoso
	2	
	3	
Lago Saler	1	Arenoso
	2	
	3	
Mallada Llarga	1	Arenoso
	2	
	3	
Clot	1	Franco-arcillo-limoso
	2	
	3	

### ➤ MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

Mediante el Método de Walkey-Black se ha llevado a cabo la determinación del carbono orgánico del suelo.

$$\%C.O. = \frac{\text{meq } K_2Cr_2O_7 - \text{meq } FeSO_4}{\text{gramos suelo seco}} \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot 1,3$$

El numerador del cociente se puede sustituir por la siguiente diferencia de productos:

$$\%C.O. = \frac{N_k \cdot V_k - V_s \cdot N_s \cdot f}{\text{gramos suelo seco}} \cdot 0,003 \cdot 100 \cdot 1,3$$

Siendo:

- $N_k$ : normal  $K_2Cr_2O_7$
- $V_k$ : volumen (mL)  $K_2Cr_2O_7$
- $N_s$ : normal  $FeSO_4$
- $V_s$ : volumen (mL)  $FeSO_4$
- $f$ : factor de corrección

De la ecuación anterior podemos hallar la siguiente igualdad:

$$N_k \cdot V_k = f \cdot N_s \cdot V_s$$

De esta igual se hallará el factor de corrección para poder hallar los valores de %C.O.

A continuación aparecen de manera tabulada todos los valores usados y obtenidos en este apartado.

Tabla 16. Valores de los parámetros a usar en el Método de Walkey-Black.

<b>Nk</b>	1
<b>Vk</b>	5
<b>Ns</b>	0,5
<b>fc</b>	0,97087379

Tabla 17. Valores del peso de suelo seco a usar en el Método de Walkey-Black.

Lugar	Muestra	Peso de suelo(g)	Factor humedad	Peso seco
<b>Racó Olla</b>	1	1,01	0,988	0,99788
	2	1,00	0,9736	0,9736
	3	1,00	0,9844	0,9844
<b>Lago Saler</b>	1	1,01	0,9904	1,000304
	2	1,00	0,99	0,99
	3	1,00	0,986	0,986
<b>Mallada Llarga</b>	1	1,00	0,9936	0,9936
	2	1,01	0,9936	1,003536
	3	1,00	0,9956	0,9956
<b>Clot</b>	1	1,00	0,9624	0,9624
	2	1,00	0,966	0,966
	3	1,00	0,968	0,968

Tabla 18. Valores del volumen de FeSO<sub>4</sub> y resultado %C.O.

Lugar	Muestra	Vs (mL)	%C.O.
<b>Racó Olla</b>	1	6,7	0,683
	2	5,1	1,011
	3	6,2	0,789
<b>Lago Saler</b>	1	9,3	0,189
	2	9,3	0,191
	3	9,1	0,230
<b>Mallada Llarga</b>	1	9,8	0,095
	2	9,8	0,094
	3	9,1	0,228
<b>Clot</b>	1	9,3	0,197
	2	9,4	0,176
	3	8,8	0,293

