

# MONITORIZACIÓN DE UNA POBLACIÓN DE *LIMONIUM EMARGINATUM* CREADA MEDIANTE TRASPLANTES EN PUNTA PALOMA

*Orlando Garzón* / Dep. de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Univ. de Sevilla.

*Jesús M. Castillo* / Dep. de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Univ. de Sevilla.

*M. Enrique Figueroa* / Dep. de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Univ. de Sevilla.

## RESUMEN

Este trabajo muestra que es posible crear con éxito poblaciones estables del endemismo protegido del estrecho de Gibraltar *Limonium emarginatum* mediante trasplante manual de plántulas. Además, se observa que plántulas adultas crecidas desde semillas en invernadero muestran una mayor supervivencia que plántulas jóvenes obtenidas directamente desde poblaciones naturales. Por otro lado, la orientación idónea para la instalación de los trasplantes de *L. emarginatum* en el Campo de Gibraltar es la orientación Este. Estas zonas están más expuestas al viento de levante que crea un microclima más temperado en verano y aporta más agua en forma de aerosol salino (debido a la mayor intensidad del viento de levante respecto al de poniente). Estas condiciones de la matriz abiótica favorecen la supervivencia y el desarrollo de los trasplantes de *L. emarginatum*, debido a que disminuirían el estrés hídrico durante la sequía veraniega, periodo principal de estrés para la vegetación en el litoral del Campo de Gibraltar.

**Palabras clave:** crecimiento, endemismo, Estrecho de Gibraltar, levante, morfología foliar, orientación, supervivencia, viento.

## INTRODUCCIÓN

*Limonium emarginatum* (Willd.) O. Kuntze. es una especie catalogada como “vulnerable” en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Andalucía (Sánchez, 2000). Las poblaciones del endemismo *Limonium emarginatum* se encuentran localizadas a ambos lados del Estrecho de Gibraltar (Asensi, 1984; Garzón *et al.*, 2004). En el continente europeo, las poblaciones de esta especie protegida aparecen a modo de rosario a lo largo de la costa del Campo de Gibraltar, aunque existen amplias zonas costeras con un hábitat en principio idóneo donde no se asientan poblaciones (Garzón *et al.*, 2003). La gran distancia existente entre estas poblaciones podría conllevar un aislamiento reproductivo de las mismas, lo que podría afectar negativamente a su conservación a medio y largo plazo al disminuir la diversidad genética de la especie que podría mermar su capacidad de enfrentar cambios ambientales futuros, así como impedir la recuperación de pequeñas poblaciones frente a eventos catastróficos que condujesen finalmente a la extinción local. En este contexto, el desarrollo de una metodología adecuada para la creación de nuevas poblaciones de *L. emarginatum* potencia decididamente la conservación de esta especie protegida ya que permite generar nuevas poblaciones entre las ya existentes dando mayor continuidad a su distribución y aumentando, además, su área de ocupación (Garzón *et al.*, 2007).

El objetivo principal de este trabajo fue el desarrollo de una metodología de creación de nuevas poblaciones de *L. emarginatum* en el litoral del estrecho de Gibraltar y la identificación de las mejores condiciones abióticas para dicho establecimiento con el propósito final de generar un mapa potencial de introducción de *L. emarginatum*. Con este objetivo se realizó un seguimiento durante dos años de plántulas trasplantadas en orientación Este y Oeste en Punta Paloma para evaluar su establecimiento y posterior desarrollo. En este seguimiento se midieron las siguientes variables bióticas: dinámica de emisión de la fluorescencia, supervivencia, crecimiento, morfología foliar y presencia de inflorescencias en los plántulas de *L. emarginatum*, así como la generación de nuevas plántulas. Además se registraron diferentes características ambientales abióticas para caracterizar el hábitat (temperatura del aire y del sustrato, humedad relativa del aire, precipitación y vientos presentes en la zona).

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

Para localizar la zona donde se llevaría a cabo la creación de la nueva población de *L. emarginatum* se analizaron fotografías aéreas de su zona de distribución para localizar los mayores espacios libres entre sus poblaciones. Este análisis previo se complementó con salidas de campo para comprobar la ausencia efectiva del endemismo. Se localizó una zona para la creación de la nueva población en Punta Paloma en la costa europea (entre las poblaciones de la Isla de las Palomas y Punta Camarinal).

La zona de Punta Paloma (36° 04' 03'' N, 5° 44' 16'' O) se encuentra dentro del nuevo Parque Natural del Estrecho, en el término municipal de Tarifa. El cabo de Punta Paloma está tallado en el espolón rocoso que la sierra de San Bartolomé proyecta sobre el mar, con una orientación general NO-SE. Las corrientes litorales están condicionadas por la dirección e intensidad de los vientos, así como por la morfología costera y su orientación, y originan una deriva litoral de dirección Noroeste-Sudeste. El litoral en Punta Paloma es de sustrato arenoso, aunque aparecen afloramientos arcillosos bien localizados. Las rocas dominantes en la zona pertenecen a conglomerados conchíferos llamados popularmente "piedra ostionera" que se corresponden con calcarenitas biogénicas del Mioceno superior (Gutiérrez *et al.*, 1991). El sustrato sobre el que se creó la población de *L. emarginatum* fue de tipo arcilloso, correspondiente a un montículo modelado sobre margas.

En Punta Paloma, el estrato arbóreo está constituido por repoblaciones de pino piñonero (*Pinus pinea*), sabinas negrales (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) y enebros marítimos (*Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*). Los espacios dejados entre estas especies están cubiertos por un retamar (*Retama monoesperma*), donde abundan *Cetranthus calcitrapae* y *Anagallis arvensis*. También aparecen especies típicamente dunares como *Elymus farctus*, *Ammophyla arenaria*, *Euphorbia paralias* o *Lotus creticus*.

Según la serie de datos de 1973-2000 de la estación meteorológica de Tarifa (situada a unos 5 km de la zona de estudio), la temperatura media anual es de 17,5 °C, con una precipitación media anual de 717 mm. La mayor parte de las precipitaciones se producen en invierno y primavera, siendo muy escasas en verano. Los vientos dominantes son predominantemente del Este (viento de levante que llega a alcanzar rachas de más de 125 km h<sup>-1</sup>) y en menor medida del Noroeste (viento de poniente). Los vientos son más regulares y menos intensos durante el verano, y más variables y fuertes durante el invierno. En la estación meteorológica de Tarifa destaca el dominio absoluto en todas las estaciones del año de la componente Este, acentuándose especialmente en verano (49,7 %) y en otoño (47,9%). El 82,5% de los días que soplan vientos de levante poseen una fuerza superior a 6 (41-50 km h<sup>-1</sup>), mientras que solo 9 % de los días que sopla poniente tiene fuerzas superiores a 6.

El climograma basado en los datos del observatorio meteorológico de Tarifa para el periodo de estudio presenta una distribución de lluvias irregular en los meses de invierno y primavera en 2006 y 2007. Las precipitaciones fueron muy escasas durante el verano de 2006, prolongándose la sequía estival hasta el mes de octubre. Las precipitaciones en la época más lluviosa (entre enero y mayo) fueron de 379,3 mm en 2006, mientras que se quedaron en 259,6 mm en 2007. Por otro lado, las temperaturas medias máximas (c. 23 °C) se registraron en julio y agosto, y las temperaturas medidas mínimas durante el invierno (c. 14 °C) (fig. 1). Durante el periodo de estudio, los vientos de levante fueron algo menos frecuentes (40 %) que los de poniente (60 %), aunque los de poniente presentaban componentes de Norte y Sur, mientras que los vientos de levante llegaban siempre directamente del Este sin componente Norte o Sur.

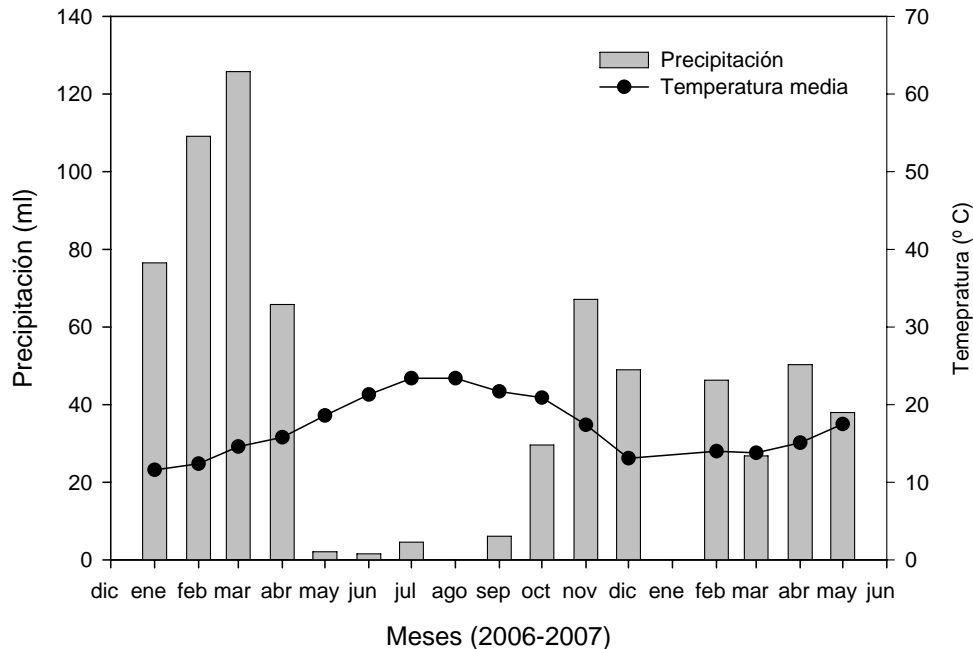


Figura 1.- Temperatura media del aire (°C) y precipitación (mm) en el Observatorio de Tarifa (Instituto Nacional de Meteorología) desde enero de 2006 a mayo de 2007.

**Creación de una nueva población de *L. emarginatum* mediante trasplantes en Punta Paloma**

Los plantones de *L. emarginatum* trasplantados a Punta Paloma tuvieron dos orígenes: (1) plantones desarrollados en invernadero en sustrato de turba durante seis meses y obtenidos de semillas recolectadas en la población de Punta Carnero (Algeciras); y (2) plantones recogidos de la Isla de las Palomas (Tarifa) en sus primeras fases de desarrollo. Los plantones provenientes de invernadero tenían un diámetro de 10 cm al ser trasplantados y los recogidos en la isla de las Palomas de 5 cm.

Los trasplantes de estos plantones al campo se realizaron a mano con la ayuda de palines y manteniendo el sustrato adherido a las raíces a modo de cepellón. Los plantones se instalaron en un promontorio con orientación Norte-Sur lindante a la línea de pleamar astronómica, expuesto a la acción del viento, en sus dos vertientes este y oeste. La distribución de los plantones fue aproximadamente simétrica, 26 plantones en la vertiente este (11 plantones de 10 cm de diámetro y 15 plantones de 5 cm), y 22 plantones en la vertiente oeste (10 plantones de 10 cm de diámetro y 12 plantones de 5 cm). Este promontorio de sustrato arcilloso estaba colonizado previamente por *Chritum maritimum*, *Plantago macrorhiza*, *Hyoseris radiata*, *Lobularia maritima*, *Reichardia tingitana* y *Paronichya argentea*, en la vertiente este; y *Chritum maritimum*, *Plantago macrorhiza*, *Hyoseris radiata*, *Sporobolus pungens*, *Helichrysum rupestre*, *Lobularia maritima*, *Lavatera maritima*, *Reichardia tingitana*, *Pancratium maritimum*, *Paronichya argentea*, *Elymus farctus* y *Allium ampeloprasum* en la vertiente oeste.

## *Medio abiótico*

La temperatura del sustrato sobre el que crecía *L. emarginatum* fue registrada mediante un sensor láser portátil de medición remota (Autopro, Raytek, Santa Cruz, USA) alrededor del mediodía solar, el 25 de julio de 2006 con viento de poiente y el 4 de septiembre de 2006 con viento de levante ( $n = 5$ ). Del 7 al 21 de abril de 2006, se instalaron dos sensores de temperatura y humedad relativa del aire (Escort, Nueva Zelanda) en las vertientes este y oeste. Los datos se recogieron con intervalos de 5´.

## *Seguimiento de los trasplantes*

Los plántones fueron marcados para un seguimiento individualizado. Se registró la el número de inflorescencias, la supervivencia y el crecimiento por plántón. Además, también se registró la aparición de nuevos individuos nacidos desde semillas. Un plántón se consideraba muerto cuando no tenía hojas verdes. El crecimiento por plántón fue estimado mediante el seguimiento de la producción de hojas nuevas y sus áreas. Se contaron todas y cada una de las hojas de todos los plántones mensualmente a lo largo del estudio. Para cada plántón se midió el largo y el ancho de cinco hojas con un calibre en septiembre de 2006 (14 plántones en orientación este y 11 plántones de orientación oeste) y en junio de 2007 (13 plántones en orientación este y 7 plántones de orientación oeste). Para calcular el área foliar se asemejó la hoja a una elipse. La tasa relativa de producción de hojas por plántón ( $n^{\circ}$  de hojas  $n^{\circ}$  de hojas<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) se calculó para cada mes en función del número de hojas producidas entre dos muestreos y el tiempo transcurrido en días. Además, mensualmente se contaron las inflorescencias de cada plántón.

## *Análisis estadístico*

Los valores promedios de las variables abióticas y bióticas fueron comparados dos a dos entre las orientaciones del promontorio de trasplantes (este – oeste), dentro de cada una de estas orientaciones entre vientos (levante – poniente), y entre los plántones de diferente tamaño (5 – 10 cm) mediante el test de Student (T-test) para muestras independientes. Los cambios en la longitud de las hojas entre dos muestreos consecutivos fueron analizados mediante el test de Student (T-test) para muestras dependientes. La relación entre variables abióticas y bióticas se analizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ). El nivel de significación de los análisis estadísticos fue siempre mayor del 95% ( $P < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

### *Medio abiótico*

Desde 7 al 21 de abril de 2006, los vientos de levante y poniente en la zona de estudio (según el observatorio meteorológico de Tarifa) mostraron una frecuencia similar (45 % y 55 %, respectivamente). Por otro lado, los valores promedios de temperatura del aire mínima diaria no manifestaron diferencias significativas entre

las orientaciones este y oeste del promontorio de trasplantes. Sin embargo, las temperaturas máximas y medias en la vertiente este fueron menores que en la vertiente oeste, tanto con viento del levante (T-test,  $P < 0,001$ ) como de poniente (T-test,  $P < 0,05$ ). En la orientación oeste las temperaturas fueron independientes de la dirección del viento, mientras que en la orientación este las temperaturas máximas fueron mayores con viento de poniente que de levante (T-test,  $P < 0,001$ ). Por otro lado, la humedad relativa mínima diaria fue significativamente mayor en el este con respecto al oeste con viento de poniente y de levante (T-test,  $P < 0,005$ ) (tabla 1).

La temperatura del sustrato osciló entre 34 y 53 °C en función de la orientación en el promontorio de trasplantes y el viento. El viento de poniente conllevó unas temperaturas del sustrato más altas en las dos orientaciones que el de levante (T-test,  $P < 0,05$ ); no obstante, no hubo diferencias significativas en la temperatura del aire en función del viento. Además, el viento de levante redujo notablemente la temperatura del sustrato en la orientación este (de  $53,1 \pm 1,9$  °C a  $36,7 \pm 0,9$  °C; T-test = 7,84,  $P < 0,01$ ). En la orientación oeste, el que cambiara la componente del viento sólo afectó significativamente a la temperatura del aire (de  $28,8 \pm 1,5$  °C a  $25,3 \pm 1,6$  °C; T-test = 7,2,  $P < 0,05$ ).

		Levante	Poniente			Levante	Poniente
<b>Este</b>	T media	$17,7 \pm 0,2$	$18,2 \pm 0,3$	HR media	$76,7 \pm 2,5$	$72,3 \pm 3,3$	
<b>Oeste</b>	T media	$19,8 \pm 0,3$	$19,5 \pm 0,4$	HR media	$68,0 \pm 2,2$	$64,0 \pm 2,6$	
<b>Este</b>	T máx.	$21,3 \pm 0,9$	$23,6 \pm 0,6$	HR máx.	$89,8 \pm 2,3$	$85,9 \pm 2,5$	
<b>Oeste</b>	T máx.	$30,2 \pm 1,5$	$30,2 \pm 0,5$	HR máx.	$87,6 \pm 3,0$	$79,7 \pm 2,8$	
<b>Este</b>	T mín.	$14,9 \pm 0,5$	$14,5 \pm 0,4$	HR mín.	$60,6 \pm 4,0$	$53,3 \pm 4,2$	
<b>Oeste</b>	T mín.	$15,4 \pm 0,5$	$14,9 \pm 0,4$	HR mín.	$34,0 \pm 4,5$	$31,2 \pm 2,4$	

Tabla 1.- Valores promedio de temperatura (T en °C) y humedad relativa (HR en %) media, máxima y mínima del aire para el promontorio de Punta Paloma en sus vertientes este y oeste del 7 al 21 de abril de 2006 según la componente del viento (levante – poniente). Los valores mostrados son medias  $\pm$  ESM.

### *Supervivencia de plantones*

La supervivencia de los plantones de *L. emarginatum* durante la primavera de 2006 fue significativamente mayor en el oeste (96%) que en el este (85%) del promontorio de trasplantes. Sin embargo, la supervivencia bajó a un 50% en el oeste y a un 77% en el este en el verano de 2006. Durante el otoño de 2006 la supervivencia continuó bajando a un 46% en el Oeste y un 65% en el Este. En el invierno de 2006-2007 no hubo variaciones en la supervivencia, y en la primavera de 2007 se experimentaron ligeras variaciones, con un 36% de los plantones vivos en el oeste y 62% en el este. En el inicio del verano de 2007 se produjo otro descenso, con un 30% de plantones vivos en el oeste y un 50% en el este, manteniéndose constante en el resto del verano (fig. 2). Por otro lado, la supervivencia de los plantones de mayor tamaño fue mayor que la

de los de menor tamaño, tanto al este (T-test,  $P < 0,05$ ) como al oeste (T-test,  $P < 0,005$ ). La supervivencia de los plantones disminuyó al aumentar la temperatura del sustrato ( $P < 0,005$ ).

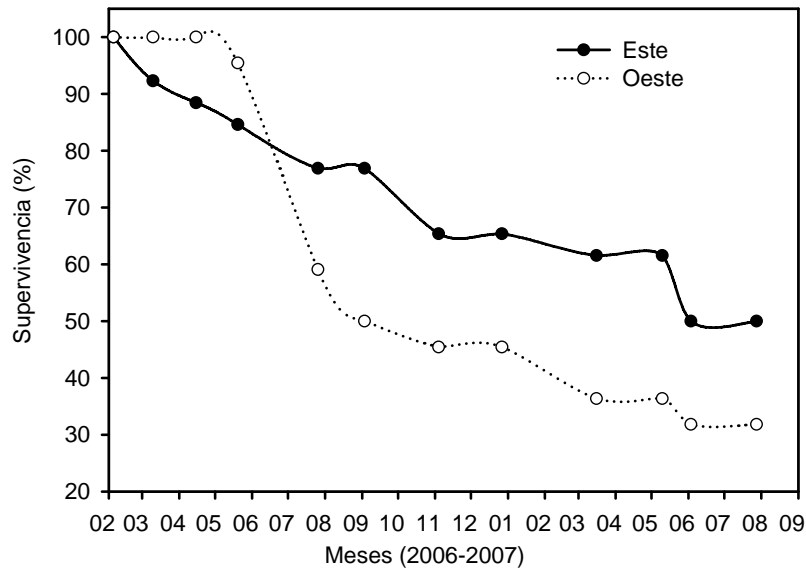


Figura 2.- Supervivencia de *Limonium emarginatum* en la población de Punta Paloma creada mediante trasplantes de enero 2006 a julio de 2007, distribuidas según la orientación este y oeste.

### *Crecimiento de plantones*

El número de hojas promedio por plantón fue creciendo desde el momento del trasplante en ambas orientaciones, siendo mayor al final del estudio en la orientación este que en la oeste (T-test,  $P < 0,05$ ). El número de hojas en la orientación Este fue 2,1 veces superior al de la orientación oeste en septiembre de 2006 y 4,3 veces superior en junio de 2007 (fig. 3).

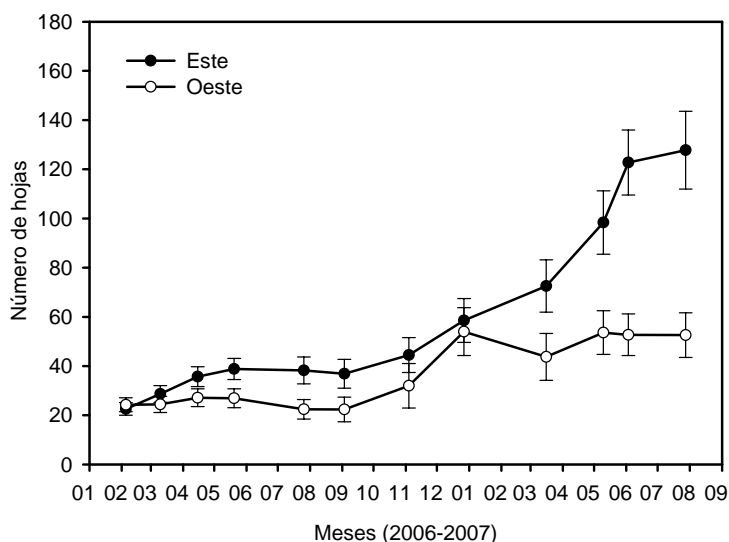


Figura 3.- Número de hojas por plantón de *Limonium emarginatum* en las orientaciones Este y Oeste del promontorio de Punta Paloma desde febrero de 2006 a julio de 2007. Los valores mostrados son medias  $\pm$  ESM.

La tasa relativa de producción de hojas fue similar entre ambas orientaciones del promontorio de trasplantes durante la mayor parte del estudio, aunque los plantones en orientación Este tendieron a mostrar tasas de crecimiento algo mayores. Sin embargo, desde noviembre de 2006 a enero de 2007 los plantones en orientación Oeste mostraron mayores tasas de crecimiento en los del Este (T-test,  $P < 0,005$ ). Por el contrario, la tasa relativa de producción fue mayor en el este que en el oeste en julio de 2006 (T-test,  $P < 0,05$ ) y abril de 2007 (T-test,  $P < 0,05$ ) (fig. 4). La tasa relativa de producción de hojas aumentó con la supervivencia de los plantones ( $P < 0,05$ ).



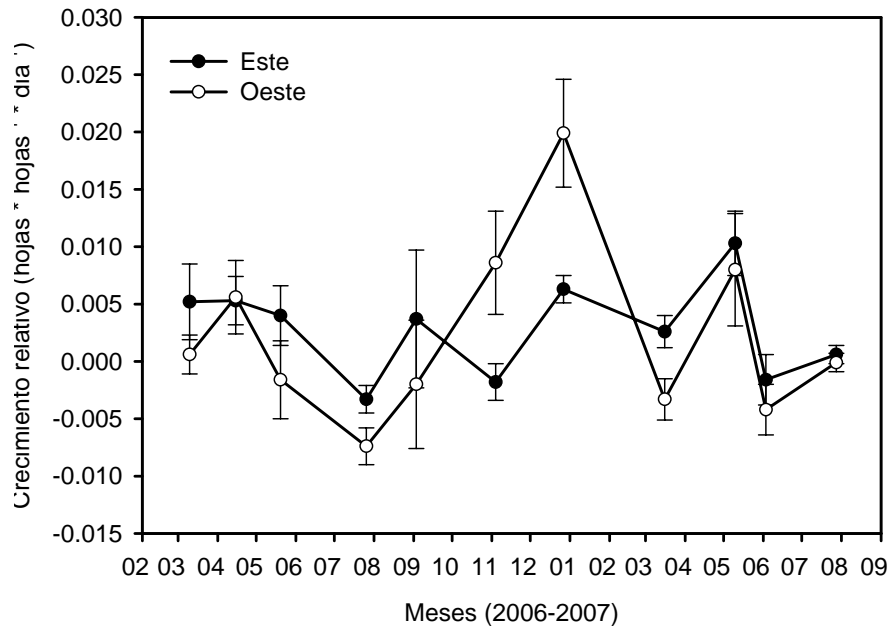


Figura 4.- Tasa relativa de producción de hojas (hojas \* hojas<sup>-1</sup> \* día<sup>-1</sup>) en los plantones de *Limonium emarginatum* distribuidos en las orientaciones este y oeste del promontorio de Punta Paloma. Los valores mostrados son medias  $\pm$  ESM.

Por otro lado, las hojas de los plantones dispuestos al este fueron más anchas y largas que las del oeste en septiembre de 2006 y junio de 2007 ( $P < 0,05$ ). El incremento medio en longitud del eje mayor de la hoja fue mayor que en el eje menor y, además, también fue mayor en la orientación este (c. 30 mm) que en la oeste (c. 10 mm). Asimismo, mientras que las hojas de los plantones situados al este aumentaron la longitud de su eje menor en c. 2 mm (T-test,  $P < 0,05$ ), la longitud del eje menor de las hojas en los plantones situados al oeste no varió significativamente (T-test,  $P > 0,05$ ). Integrando estos resultados se obtuvieron áreas foliares totales 2,5 veces mayores en el Este que en el Oeste en septiembre de 2006, y 8.9 veces superiores en junio de 2007. El área foliar media por plantón fue 1,9 veces mayor en el este que en el oeste en septiembre de 2006, y 4,8 veces superior en junio de 2007 (tabla 2).

Año	Nº hojas E	Nº hojas O	Tamaño E	Tamaño O
<b>Septiembre 2006</b>	41,0 $\pm$ 6,3	25,0 $\pm$ 6,0	14,8 x 28,9	13,5 x 26,3
<b>Junio 2007</b>	123,0 $\pm$ 13,2	53,0 $\pm$ 8,4	17,1 x 60,6	11,6 x 35,4

Tabla 2.- Número y tamaño (ancho x largo en mm) de las hojas de los plantones de *Limonium emarginatum* introducidos mediante trasplantes en Punta Paloma en dos orientaciones (E: este; O: oeste). Registros tomados en septiembre de 2006 y junio de 2007. Los valores mostrados son medias  $\pm$  ESM.

### ***Producción de inflorescencias y establecimiento de nuevas plántulas***

En los plantones dispuestos en la orientación este, el 20% de plantones produjo inflorescencias durante primer año tras el trasplante, aumentando al 85% en el segundo año. Por otro lado, tan solo un 8 % de los plantones dispuestos al oeste florecieron en el primer año, no observándose ninguna inflorescencia en el segundo año. En el este, el número de inflorescencias por plantón florecido pasó de 1 inflorescencia plantón<sup>-1</sup> en el primer año (igual que en la orientación oeste) a 3,1 inflorescencia plantón<sup>-1</sup> en el segundo año.

Es importante destacar que en la primavera de 2007 nacieron dos plántulas de *L. emarginatum* en la orientación este desde semillas. Estas plántulas localizadas una junta a otra y al lado de un plantón que floreció sobrevivieron hasta el final del estudio.

## **DISCUSIÓN**

Este trabajo muestra que es posible crear con éxito poblaciones estables del endemismo del estrecho de Gibraltar *Limonium emarginatum* mediante trasplante manual de plantones. Además, se observa que plantones adultos crecidos desde semillas en invernadero muestran una mayor supervivencia que plantones jóvenes obtenidos directamente desde poblaciones naturales. Por otro lado, se registró que las zonas idóneas para la instalación de los trasplantes de *L. emarginatum* en el Campo de Gibraltar son las situadas con orientación este.

En general, todas las respuestas registradas en los plantones de *L. emarginatum* apuntaron a un mejor establecimiento y desarrollo en la orientación este que en la oeste: (1) La supervivencia de los plantones fue mayor en la orientación este que en la oeste, principalmente debido a una mortalidad muy acusada en los plantones de menor tamaño (recolectados en el campo) en el oeste en el primer verano tras el trasplante (periodo clave para el establecimiento de los trasplantes frente al estrés hídrico estival); (2) El número de hojas fue también mayor en la orientación este, diferencia establecida principalmente durante los veranos; (3) Los plantones situados al este mostraron una tasa de crecimiento relativo mayor de febrero a septiembre de 2006 y de abril a julio de 2007; (4) Los plantones del este mostraron no solo más hojas, sino, además, hojas más largas y más anchas que los del oeste; (5) El número de inflorescencias por planta fue mayor en el este que en el oeste; (6) Finalmente, en el 2007 se generaron dos plántulas nuevas en la orientación este desde semillas y ninguna en el oeste. La generación de estas plántulas in situ, probablemente desde semillas producidas por los plantones trasplantados, apunta hacia el mantenimiento, al menos a medio plazo, de la nueva población en la orientación este.

Estas diferencias en el desarrollo y establecimiento de las poblaciones de *L. emarginatum* creadas mediante trasplantes según la orientación se generaron principalmente durante los meses de verano, lo que apunta al estrés hídrico veraniego como la causa principal de estas diferencias. El que los plantones sufrieran menor

estrés hídrico en la orientación este que en la oeste del promontorio de trasplantes estaría determinado por una influencia contrastada del régimen de vientos entre ambas orientaciones; la vertiente este del promontorio de trasplantes recibió directamente los vientos de levante (un 40% de los días) de mayor intensidad que el poniente, los cuales apartarían más agua en forma de aerosol salino y suavizaron las condiciones climáticas locales durante el verano.

*L. emarginatum* cuenta con un sistema radical relativamente profundo que le permite agarrarse fuertemente al sustrato (e impedir así el ser arrastrado por los fuertes vientos del estrecho de Gibraltar), a la vez que puede explotar el agua acumulada en las diaclasas de las rocas sobre las que suele vivir en los acantilados. Además, posee un sistema de raíces denso que le permitiría aprovechar el agua aportada en forma de aerosol salino por los vientos costeros, ya que posee glándulas de excreción de sales en sus hojas. El aerosol salino ha sido descrito como una fuente muy importante de agua para especies de dunas costeras (Greaver y Sternberg, 2006, 2007). Además de aportar agua, el aerosol salino determinaría la composición de las comunidades en las zonas colonizadas por *L. emarginatum*, excluyendo de ellas a aquellas especies menos tolerantes a la salinidad del sustrato o al aporte directo de agua salada en sus órganos aéreos. Así, el aerosol limitaría la supervivencia y el crecimiento de muchas especies (Griffiths, 2006) que podrían desplazar por competencia a *L. emarginatum*. De esta manera, debido a sus requerimientos abióticos y a sus relaciones con otras especies, *L. emarginatum* aparece como una especie asociada a zonas costeras de primera línea con aportes elevados de agua de mar en forma de aerosol.

El efecto del viento en las condiciones climáticas se evidenció en que en la orientación este se observaron menores temperaturas máximas del aire con viento de levante que de poniente ( $21,3 \pm 0,9$  °C vs.  $23,6 \pm 0,6$ °C). Sin embargo, en la orientación oeste no se registraron diferencias en las temperaturas entre las orientaciones del viento. Estas diferencias térmicas pueden determinar una mayor evapotranspiración y, por tanto, disminuir los recursos hídricos disponibles para los plantones. Además, la humedad relativa máxima del aire en la orientación oeste fue mayor con levante ( $87,6 \pm 0,3\%$ ) que con poniente ( $79,7 \pm 2,8\%$ ), mientras que la orientación Este mantuvo siempre valores elevados de humedad relativa máxima (c. 87%).

**BIBLIOGRAFÍA**

- ASENSI, A.: “*Limonietum emarginati* (Chritmo-Limonion) nueva asociación para los sectores gaditano y tingitano”. Documents Phytosociologiques. Vol.VIII. 5: 455-465. (1984).
- GARZÓN, O. y otros: “Descripción ecológica de las poblaciones de *Limonium emarginatum* en el Estrecho de Gibraltar”. VI Jornadas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar. *Almoraima* 31: 305-316. (2003).
- GARZÓN, O. y otros: “Aproximación ecológica al estado de conservación de las poblaciones de *Limonium emarginatum*, un endemismo del Estrecho de Gibraltar”. *Sociedad Gaditana de Historia Natural*. Volumen IV: 182-193. (2004).
- GARZÓN, O. y otros: “Creación de una nueva población de la especie protegida *Limonium emarginatum* en el litoral del Estrecho de Gibraltar”. *Almoraima* 35, (2007).
- GUTIERREZ, J.M. y otros: *Introducción a la geología de la provincia de Cádiz*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. (1991).
- GREAVER, T.L. y L.S.L. Sternberg: “Linking marine resources to ecotonal shifts of water uptake by terrestrial dune vegetation”. *Ecology* 87: 2389-2396. (2006).
- GREAVER, T.L. y L.S.L. Sternberg: “Fluctuating deposition of ocean water drives plant function on coastal sand dunes”. *Global Change Biology* 13: 216-223. (2007).
- GRIFFITHS, M.E.: “Salt spray and edaphic factors maintain dwarf stature and community composition in coastal sandplain heathlands”. *Plant Ecology* 186: 69-86. (2006).
- SÁNCHEZ, I.: *Flora amenazada del litoral gaditano*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. 120-121. (2000).
- VALDES, B. y otros: *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vols. 1 a 3. Ketres editora S.A. (1987).

**Agradecimientos**

Al personal del Parque Natural del Estrecho que ha facilitado nuestros trabajos en la zona. Al Servicio de Invernadero de la Universidad de Sevilla por el cuidado de los plantones.