

# CREACIÓN DE UNA NUEVA POBLACIÓN DE LA ESPECIE PROTEGIDA *LIMONIUM EMARGINATUM* EN EL LITORAL DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

*Orlando Garzón / Jesús M. Castillo / Susana Redondo / M. Enrique Figueroa*  
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla

## RESUMEN

*Limonium emarginatum* es un endemismo del Estrecho cuya distribución está limitada a once poblaciones. La separación espacial existente entre las poblaciones podría llevarlas a un aislamiento reproductivo y a una deriva genética que puede hacer peligrar su supervivencia. Esta situación hace necesario el desarrollo de estrategias que permitan su recuperación en algunos enclaves. En este sentido este trabajo realiza un estudio de los factores bióticos y abióticos en diferentes zonas del Estrecho con el fin de caracterizar el hábitat idóneo para realizar trasplantes de *Limonium emarginatum*.

## INTRODUCCIÓN

*Limonium emarginatum* Kuntz. Wild. Es una especie catalogada como “vulnerable” en el Libro Rojo de la Flora Amenazada de Andalucía. Las poblaciones de este endemismo del Campo de Gibraltar, Ceuta y Marruecos se localizan en once zonas diferentes a ambas orillas del Estrecho. Su distribución es dispar, diferenciándose poblaciones bien desarrolladas en el medio con otras de una extensión muy reducida en el espacio.

La heterogeneidad de su distribución y la separación espacial entre las poblaciones podría llevarlas a un aislamiento reproductivo y a una deriva genética que fuera incapaz de responder ante las nuevas situaciones que pudieran plantearse debido a nuevos factores como los determinados por el cambio climático (Figueroa *et al.*, 2003).

Una de las medidas correctoras del aislamiento espacial y genético de las poblaciones consistiría en el desarrollo de nuevas poblaciones que sirvan de puente entre las demás.

El objetivo de este estudio es analizar las diferentes condiciones tanto abióticas como bióticas con el fin de determinar la zonas de trasplante idóneas para el establecimiento de una nueva población de *L. emarginatum*.

La creación de nuevas poblaciones de *L. emarginatum* en zonas desocupadas situadas entre poblaciones silvestres preexistentes podría facilitar el intercambio genético entre poblaciones y podría contribuir a la conservación de este endemismo del estrecho de Gibraltar (Asensi, 1984; Sánchez García, 2000).

Por tanto, resulta de interés desarrollar una metodología capaz de generar nuevas poblaciones mediante trasplantes en zonas costeras favorables para *L. emarginatum*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se pusieron a germinar semillas de *L. emarginatum* recolectadas en septiembre de 2004 en Punta Carnero (Algeciras). Las semillas se colocaron sobre papel de filtro, en placas de petri de 5 cm de diámetro, cuatro réplicas, de 25 semillas cada una y se regaron con agua destilada. Las placas se introdujeron en un germinador (ASL Aparatos Científicos M-92004, Madrid) donde se mantuvieron con un régimen de 10 horas de luz (25° C, 400-700 nm, 35 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) y 14 horas de oscuridad (5° C) durante 30 días (Keiffer y Ungar, 1997). Se eligió este régimen de temperaturas para simular las temperaturas que se registran durante el otoño en el estrecho de Gibraltar.

Las semillas germinadas se fueron transfiriendo a macetas. Finalmente se obtuvieron 20 ejemplares que crecieron en perlita durante cinco meses en un invernadero con temperatura controlada, entre 21-25°C expuestas a la radiación solar. Con posterioridad se pasaron a macetas con sustrato extraído de la zona del trasplante.

Con objeto de seleccionar la zona de trasplante más idónea se estudiaron las características abióticas del medio, siendo las variables estudiadas: temperatura, dirección y frecuencia de viento, humedad relativa y precipitaciones. Estos datos se complementaron con los aportados por la estación de Tarifa, del Instituto Nacional de Meteorología durante los años 2004-2005, poniendo especial énfasis en los datos obtenidos en los meses de verano donde las condiciones meteorológicas se manifiestan más estresantes para las plantas debido al déficit hídrico.

Por otro lado, se analizó la distribución geográfica de las especies y su orientación espacial. De igual modo se estudió la frecuencia y dirección del viento en el Estrecho, y cómo éste afecta a la temperatura y humedad relativa presentes. Además, se realizaron estudios a pequeña escala, determinando si en una misma zona con diferente orientación al viento, existen cambios de temperatura apreciables tanto en cala Parra (Algeciras) como en la Isla de las Palomas (Tarifa).

Otro factor que se tuvo en cuenta fue la influencia de la geología sobre el desarrollo de las poblaciones y si la geomorfología afecta al desarrollo de las plantas. En el primer punto, se han tratado todas las poblaciones y en el segundo se ha analizado el contenido hídrico relativo sobre distintos núcleos de la población en la isla de las Palomas, diferenciándose núcleos de roca y de arena. Para ello se han tomado cinco muestras por cada núcleo, con porciones del mesófilo de las hojas. Las mediciones de peso seco se realizaban in situ. A continuación se introducían en botes herméticos de agua destilada para su hidratación, con un mínimo de 24 horas, en cámara frigorífica. De nuevo se pesaban las muestras, ahora hidratadas. Una vez concluida esta operación se secaban en una mufa durante 48 horas hasta la total deshidratación, para pesar la materia orgánica. Con estos datos podemos calcular el estado de hidratación de las hojas, y por tanto, obtener una aproximación sobre el estrés hídrico que puede sufrir la planta.

Se realizó un inventario de las plantas presentes en distintas zonas con el fin de conocer su estado de transformación.

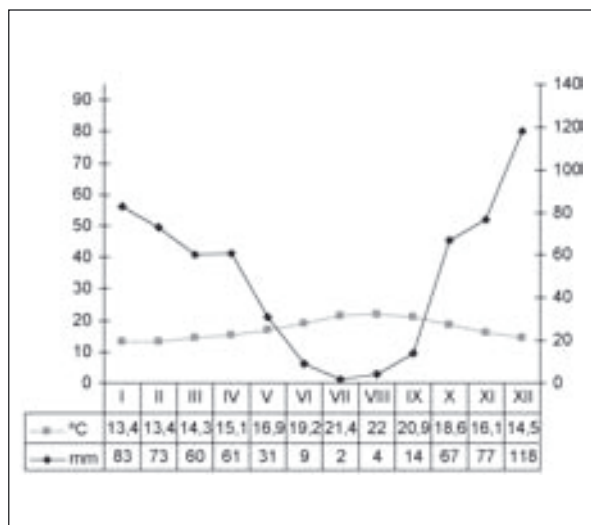


Figura 1. Climograma de Tarifa. Datos correspondientes al periodo de tiempo 1971-1999 recogidos de la estación meteorológica de Tarifa (Cádiz). Altitud: 41m. Latitud: 36° 00' 53'' N. Longitud 005° 35' 52'' W.

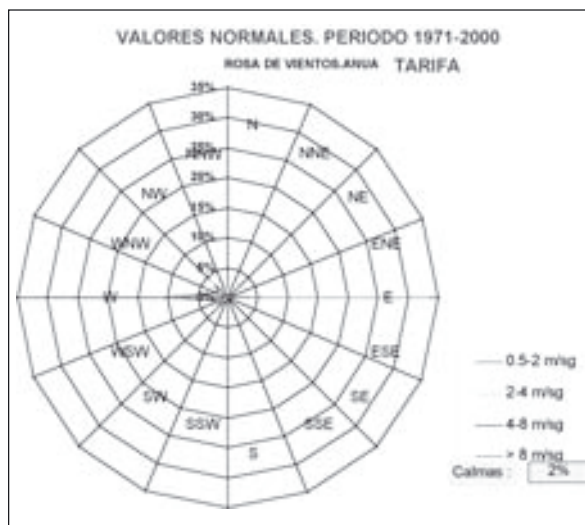


Figura 2. Datos suministrados por el INM estación de Tarifa, Cádiz. Altitud 41m. Latitud: 36°00'53''N. Longitud: 05°35'52''W. Período 1971-1999.

## RESULTADOS

### Naturaleza geológica

En el estudio ecológico que realizamos sobre *L. emarginatum*, se apreciaba una indiferencia edáfica para este endemismo. Se le podía encontrar sobre sustrato ácido (Unidad flysch de Algeciras) como básico (calcarenitas biogénicas del Cretácico en Tarifa. Gutiérrez Mas, 1991). En cuanto que un tipo de sustrato permita un mejor desarrollo de la población, se ha observado que en la costa europea, la mayor distribución se da en las poblaciones de Gibraltar, Isla de las Palomas y Punta Camarinal, de sustrato básico, mientras que en la costa africana, encontramos una distribución amplia en Ceuta con sustrato predominante ácido.

### Condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, dirección del viento)

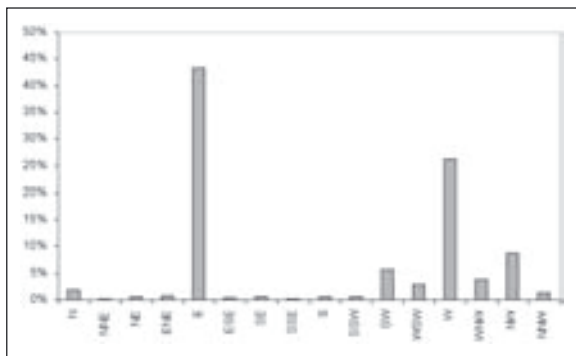
Se han tomado los datos correspondientes a la estación del INM en Tarifa. Esta estación se encuentra en el punto más septentrional de la costa Europea y sus valores pueden ser tomados como representativos para todo el arco del estrecho de Gibraltar. En el gráfico siguiente aparece el climograma de Tarifa.

Valores promedio climáticos para Tarifa:

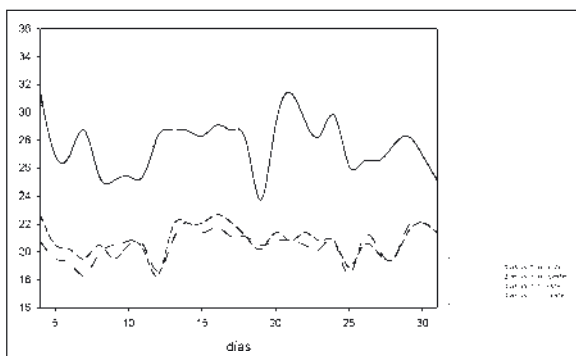
Temperatura media	17,1°C
Precipitación anual	603mm
Humedad relativa media	79%
Número medio mensual de horas de sol	2538h.

Tabla 1. Datos climáticos correspondientes al período 1971-1999 recogidos de la estación meteorológica de Tarifa (Cádiz). Altitud: 41m. Latitud: 36° 00' 53'' N. Longitud 005° 35' 52'' W.

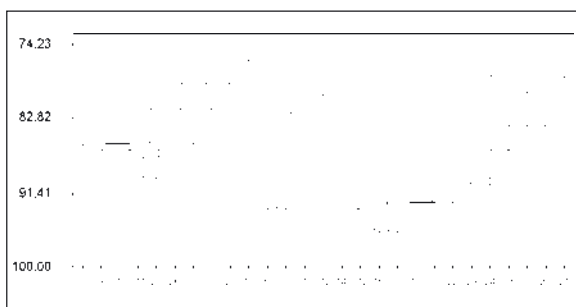
La rosa de los vientos anual de Tarifa nos pone de manifiesto la polaridad de la dirección del viento, en sus componentes este y oeste. Los vientos de componente este alcanzan mayores velocidades en la zona del estrecho.



**Figura 3.** Distribución de los valores promedio de viento a lo largo del año en Tarifa. Datos elaborados a partir de los suministrados por el INM estación de Tarifa, Cádiz. Altitud 41m. Latitud: 36°00'53"N. Longitud: 05°35'52"W. Período 1971-1999.



**Figura 4.** Distribución de temperaturas máximas y mínimas en las zonas de levante y poniente de la Isla de las Palomas, a lo largo del mes de agosto de 2005. Mediciones realizadas con sensores Tinytag Ultra H°C/%RH, en intervalos de una hora.



**Figura 5.** Análisis de cluster. En el eje de ordenadas el grado de semejanza de los valores de la matriz (temperatura máxima y mínima en la zona este y oeste de la Isla de las Palomas). En el eje de abscisas los días del mes de agosto de 2005.

En cuanto a la frecuencia, los vientos de componente este son los más abundantes con una frecuencia promedio en torno al 43,28%. Los vientos de componente oeste tienen una frecuencia del 26,13%, los de componente suroeste con un 5,84% y los noroeste con una frecuencia del 8,72% (figura 3).

**Orientación geográfica de las poblaciones**

La orientación de las plantas en cada población sigue una pauta constante en Gibraltar (este y sureste), Punta Carnero-cala Parra (este), punta chorlito (este y sureste), Guadalmesí (este), Isla de las Palomas (en todas direcciones con predominio en dirección este o sureste), Calamocarro, Benzú y Chorrillo (este) y Castillejo (este). En Punta Camarinal y Punta Paloma el predominio se da en dirección oeste.

Por tanto, en la zona del Estrecho, se aprecia una tendencia a una mayor distribución de las plantas de *L. emarginatum* con orientación hacia el este.

**Importancia de los microhábitats**

Con un mayor detenimiento hemos estudiado las condiciones abióticas de la Isla de las Palomas (Tarifa), al ser la población que se encuentra más desarrollada. En la Isla de las Palomas hemos encontrado una asimetría en la distribución de *L. emarginatum*, observándose una mayor abundancia en el este que en el oeste de la isla. La presencia de los vientos puede tener un papel destacado en esta situación (Garzón *et al.*, 2003) y hemos realizado una serie de mediciones de temperatura continuas a lo largo del mes de agosto de 2005, que se presentan en la figura 4.

Se aprecian unas oscilaciones de la temperatura de modo significativo en las máximas, entre las situadas al este y las situadas al oeste. Las diferencias térmicas a la misma hora y entre los dos sensores han llegado a marcar 6,8°C de diferencia entre las temperaturas máxima de las zonas dispuestas al este y al oeste de la Isla de las Palomas.

Las fluctuaciones térmicas en las zonas de levante y poniente con respecto al tipo de viento vienen reflejadas en la figura 5.

El análisis de cluster nos determina dos agrupaciones de datos. Se corresponden los días en los que el viento dominante. El grupo de la izquierda se correspondería con viento del oeste y el de la derecha con viento del este.

En la población de la Isla de las Palomas hemos dispuesto para el seguimiento de la población de siete núcleos que difieren en cuanto al sustrato y su orientación. Los núcleos n1 y n2 están dispuestos al este de la isla. Los núcleos n3, n4 y n5 están dispuestos al sur y oeste de la isla. Dentro de los núcleos n1 y n2, se han dispuesto dos zonas, que se corresponden con sustrato suelto (arena) o no (roca).

La humedad relativa medida en el verano de 2004 nos muestra las siguientes curvas en función de la prevalencia del viento:

El viento de levante aporta una mayor humedad en la zona de levante, y de igual manera se puede decir del viento de poniente en su zona. Comparando ambos vientos, el de poniente aporta mayor humedad en esta época del año a la zona de levante de la isla que viceversa. Las plantas que se encuentran en el este de la isla van a recibir los efectos benéficos de la humedad del viento tanto de levante como de poniente, mientras que las plantas situadas al oeste de la isla, tendrán un aporte de humedad por el viento de poniente, y un menor aporte del viento de levante. Estas observaciones se corresponden con la distribución presente en la isla de las Palomas de *L. emarginatum*, con una mayor distribución en el este de la isla (Garzón *et al.*, 2004).

De la observación de las poblaciones se obtiene que suelen colonizar aquellas zonas que se encuentran expuestas al viento, especialmente de levante. En Cala Parra, cercana a Punta Carnero, se encuentra una pequeña población situada en el cabo de la Cala. Se realizó la medición de la temperatura en el cabo comentado y en la zona más convexa de la cala, a una altura de unos 4 m sobre el nivel del mar. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 7, donde las temperaturas máximas difieren en las dos zonas. En la zona expuesta a la acción del viento la temperatura máxima se mantiene constante en torno a los 18°C, mientras que en el interior de la cala se llegan a alcanzar valores de 35°C.

**Estado de agregación del sustrato**

Dentro de la Isla de las Palomas, *L. emarginatum* se desarrolla en sustrato disgregado, arena (a) y en sustrato duro, roca (r). En la zona este de la isla, hemos señalado cuatro núcleos, denominados n1r, n1a, n2r y n2a. Los denominados n1r y n2r se caracterizan porque el sustrato rocoso está horadado por lo

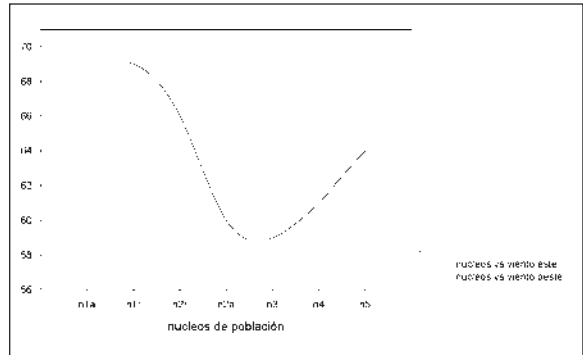


Figura 6. Datos obtenidos de las mediciones realizadas durante nueve días entre junio y septiembre de 2004, con alternancia de vientos de levante y poniente en la Isla de las Palomas en Tarifa.

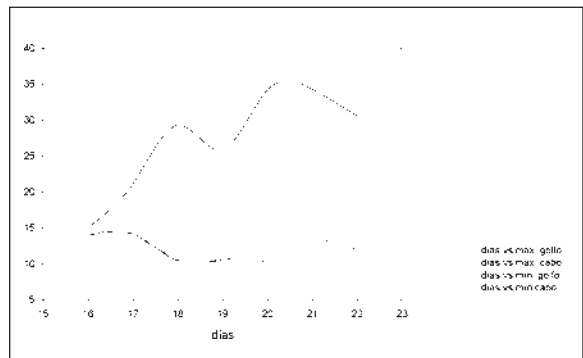


Figura 7. Valores de temperatura máxima y mínima en Cala Parra. Los valores de temperatura han sido tomados entre el 16 y el 22 de enero de 2005, en dos zonas de cala Parra correspondientes con la zona convexa y el cabo más al sur. Datos tomados con sensores Tinytag Ultra H°C/%RH, en intervalos de una hora.

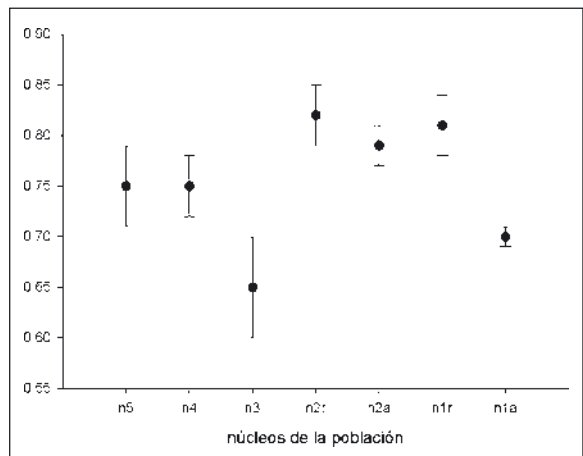
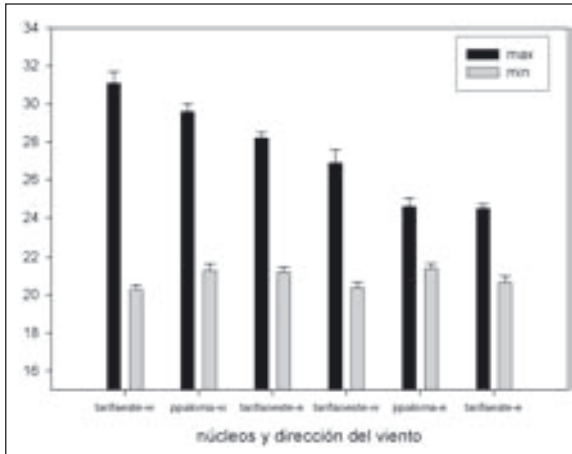


Figura 8. Contenido hídrico relativo de los siete núcleos de la población de la Isla de las Palomas. Datos tomados el 24/9/04.



**Figura 9.** Promedio de temperaturas máximas y mínimas en la Isla de las Palomas y Punta Paloma (n=34). Cada núcleo se nombre con la zona de medición seguida por un guión con la dirección del viento. Los días comprendidos entre el 4 de agosto y el 18 de septiembre de 2005. Datos obtenidos con sensores, en intervalos de una hora.



**Figura 10.** Fragmento rocoso de la Unidad de Bolonia que se introduce en el mar, expuesto a la acción del viento del este (levante) y del oeste (poniente).



**Figura 11.** Imagen de detalle de la zona elegida donde se aprecia la unidad flysch de Bolonia con alternancia de estratos de diferente consistencia.

que sería el embrión de pequeñas marmitas, que presentan el aspecto de maceteros donde se localizan las plantas. El sustrato dentro de estas oquedades estaría constituido por materiales disgregados. N1a y n2a serían zonas de sustrato arenoso. La determinación del contenido hídrico relativo puede darnos una idea del estado fisiológico de las plantas. A un menor contenido hídrico, mayor estrés hídrico padecería la planta. La comparación de datos de plantas cercanas espacialmente, pero en diferentes medios, puede aportar información relevante para el presente trabajo.

Las mediciones se realizaron en septiembre, por ser el mes último del verano, y donde se podrán manifestar en mayor medida los efectos del estrés hídrico.

De los núcleos tratados conviene comparar los de las poblaciones de levante n1 y n2, tanto en arena como en roca. Se observa que las diferencias en el contenido hídrico son significativas entre los núcleos n1r y n1a. Entre los núcleos n2r y n2 la ligera diferencia observada no es significativa. Los datos sugieren que el sustrato de roca va a permitir una mayor asimilación de agua por parte de las plantas.

### Zona elegida

Atendiendo a la distribución de las poblaciones de *L. emarginatum*, se observa una discontinuidad entre las mismas. Esta dispersión puede tener un efecto negativo en cuanto al aislamiento genético se refiere. Se establecen dos zonas en la costa europea que pueden ser susceptibles de estudio de cara a una reintroducción, la correspondiente a la costa algecireña, comprendida entre Punta Carnero y Guadalmeví, y la que abarca la costa de Tarifa, entre la Isla de las Palomas y Punta Paloma- Punta Camarinal. Dado que entre Isla de las Palomas y Punta Camarinal, dos de las poblaciones con mayor número de individuos, sólo existe un núcleo muy reducido en Punta Paloma hemos considerado de interés iniciar en ese tramo el trasplante de nuevos individuos, de modo que pudiera servir de punto de conexión entre las dos grandes poblaciones citadas.

Hemos comparado las temperaturas máxima y mínima en la zona elegida con las temperaturas máxima y mínima de la Isla de las Palomas, tanto en su vertiente este como oeste. El tiempo de medición ha sido de 28 días en el mes de agosto de

2005 para la Isla de las Palomas y de 15 días para la zona de Punta Paloma, diferenciando los datos obtenidos en todos los casos según el viento predominante del este o del oeste.

En la posible nueva población de Punta Paloma, las temperaturas oscilan entre 24,6°C y 21,4°C con vientos del este, y 29,6°C y 21,3°C con viento del oeste. En la Isla de las Palomas, zona este, las temperaturas oscilan entre 24,5°C y 20,7°C con vientos de levante, y 28,2°C y 21,2°C con vientos de poniente. En la zona oeste las temperaturas oscilan entre 31,1°C y 20,3°C con vientos de levante y 26,9°C y 20,4°C con vientos del oeste (figura 9).

El análisis de los resultados obtenidos nos permite apreciar una mayor semejanza de los datos de la zona de Punta Paloma y la vertiente este de la Isla de las Palomas en Tarifa.

### Especies presentes en el promontorio

Se ha observado la presencia de *Chritmum maritimum*, *Plantago coronopus*, *Sporobolus pungens*, *Lotus creticus*, *Sonchus tenerrimus*, *Lobularia marítima*, *Plantago lagopus*, *Helichrysum picardii* (Valdés B., 1987)

Como aspectos más destacables, citar la presencia en zonas cercanas de *Juniperus phoenica* subsp. *turbinata*. Y de un modo más distante la presencia de una mancha de *Carpobrotus edulis*, especie invasora sudafricana.

En las siguientes imágenes se observa la zona elegida y el promontorio que sería objeto del trasplante de nuevos individuos (figura 10).

Presencia de diaclasas y deslizamientos en la vertiente este del promontorio (figura 11).

En las imágenes inferiores se puede observar la disposición aislada del promontorio y su condición de cercanía al mar, expuesto a la acción de los vientos de componente este y oeste mayoritarios en la zona (figura 12).



Figuras 12. (A) Imágenes hacia el este, (B) sur y (C) oeste desde el promontorio elegido.

## DISCUSIÓN

La dispersión de las poblaciones de *L. emarginatum* puede llevar este endemismo a un aislamiento genético que limite su capacidad de respuesta ante cambios en el medio y con ello la persistencia de sus poblaciones. La variación de las condiciones ambientales como consecuencia del cambio climático y la acción antrópica en zonas que inicialmente poseían un gran desarrollo del endemismo, hace necesario el desarrollo de una metodología adecuada que permita la reintroducción de nuevas plantas, bien en zonas nuevas bien en poblaciones en mal estado, en aras a la biología de la conservación de la especie.

El factor geológico no parece incidir en el desarrollo del endemismo, que presenta una gran capacidad de adaptación a distintos sustratos. La zona elegida responde a unas características geológicas similares a las de Punta Paloma o Punta Camarinal, donde se localizan las poblaciones de *L. emarginatum* de mayor desarrollo, y por tanto, no debiera sufrir ningún condicionamiento por esta causa.

Respecto al régimen climático, se consideran estables las condiciones para buena parte del Estrecho, en especial en las zonas más septentrionales, que abarcan la Isla de las Palomas y Punta Paloma (Tarifa). Dada la incidencia de los vientos en el Estrecho, y el carácter dominante de los vientos de componente este y oeste en la zona, las fluctuaciones de temperatura según el viento dominante parecían de interés. Estas fluctuaciones han determinado que los vientos de componente este (levante), más abundantes en la zona, determinarían un mejor desarrollo de plantas expuestas al este (frecuencia anual de los vientos, E:43,28%, W:26,3%). Como hemos observado en las mediciones realizadas en cala Parra (Algeciras), la exposición directa a la acción del viento es benigna como elemento atenuante de las elevadas temperaturas estivales.

Estas diferencias térmicas tienen su correspondencia con la humedad relativa resultante, mientras que los vientos de componente oeste aportan un grado de humedad parecido para las orientaciones este y oeste de las poblaciones, los vientos de componente este aportan una humedad elevada a las zonas de orientación este y de un claro valor inferior para la orientación oeste. Este factor, en condiciones de estrés hídrico como el correspondiente a la época estival, determinaría la orientación de los trasplantes de nuevos individuos. La mayoría de las poblaciones naturales están orientadas hacia el este.

La geomorfología del promontorio es determinante. Por los datos obtenidos en la medida del contenido hídrico relativo, las plantas que estén situadas sobre las diaclasas o en las oquedades de las marmitas, dispondrán de un mayor aporte hídrico. Por tanto este factor debe ser tenido en cuenta a la hora de efectuar los trasplantes.

Del inventario de especies presentes se deriva una dinámica similar a la encontrada en Punta Camarinal, donde las especies más representativas son *Helichrysum picardii* y *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* (Garzón *et al.*, 2004). La presencia de una mancha de *Carpobrotus edulis* en una zona cercana al promontorio se concibe como una amenaza para la población por lo que debería ser eliminada, en este sentido la Consejería de Medio Ambiente está realizando una campaña de erradicación en las costas de Huelva y Cádiz.

Para realizar los trasplantes, se decidió agrupar los nuevos individuos en grupos de cinco y en diferentes localizaciones, con objeto de corroborar las hipótesis de partida de que: 1) los organismos dispuestos hacia levante se desarrollan mejor, y por otro lado que 2) los individuos dispuestos a lo largo de las diaclasas o entre los estratos de arenisca tendrán un mejor desarrollo. Los trasplantes seguirían las siguientes localizaciones:

- Fracturas de las diaclasas en dirección este (cinco ejemplares).
- Al abrigo del plano de arenisca, dirección este (cinco ejemplares).
- Sobre las margas en dirección este (cinco ejemplares).
- Fracturas de las diaclasas en dirección oeste (cinco ejemplares).



La posición topográfica ha sido identificada como el factor ambiental que determina principalmente la composición de las comunidades vegetales en acantilados costeros (Kingston y Waldren, 2003). Todas las poblaciones de *L. emarginatum* se sitúan en zonas expuestas a la acción del viento y del mar. El nivel de la pleamar, localizado en la base del promontorio determinaría las características ambientales descritas en otras poblaciones (Garzón *et al.*, 2003) de elevada salinidad debido al spray marino, elevada humedad relativa y fuerte acción del viento (Adam, 1990).

La época idónea para llevar a cabo el trasplante de los plántones de *Limonium emarginatum* es en época de lluvias, que permitirán inicialmente una mayor supervivencia de los ejemplares trasplantados.

Deseamos que la colaboración de la dirección del Parque Natural del Estrecho para esta experiencia piloto, sea secundada por la ciudadanía, consciente de que la gestión conservadora del medio es algo que nos atañe a todos.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, P. Salt marsh Ecology. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 1990.
- ASENSI MARFIL, A. *Limonium emarginati* (*Chritmo-Limonion*) nueva asociación para los sectores gaditano y tingitano. Documents Phytosociologiques. Vol. VIII. 5: pp. 455-465. 1984.
- CHAPMAN, V.J. *Coastal Vegetation*. Segunda edición. Pergamon Press. 1976.
- FIGUEROA CLEMENTE, M. E., S. Redondo, T. Luque, J. M. Castillo, A. E. Rubio-Casal, A. A. Álvarez López, E. E. Castellanos, C. J. Luque, F. J. Jimenez Nieva, O. Garzón Gómez. *Diversidad genética y diversidad ecológica. MA medioambiente 2003/42*. Humedales. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. 2003.
- GARZÓN, O., J. M. Castillo, M. E. Figueroa. "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. 2003.
- GARZÓN, O., J. M. Castillo, M. E. Figueroa. "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. 2004.
- GUTIÉRREZ MAS, J. M. *et al.* *Introducción a la geología de la provincia de Cádiz*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. 1991.
- KEIFFER, C. H., I. A. Ungar. "The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophyte species". *American Journal of Botany* 84, pp. 104-111. 1997.
- KINGSTON, N. y S. Waldren. "The plant communities and environmental gradients of Pitcairn Island: The significance of invasive species and the need for conservation management". *ANNALS OF BOTANY* 92 (1): pp. 31-40. 2003.
- SÁNCHEZ GARCÍA, I. *Flora amenazada del litoral gaditano*. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. pp. 120-121. 2000.
- VALDÉS, B. *et al.* *Flora Vascular de Andalucía Occidental*. Vols. 1 a 3. Ketres editora S.A. 1987.

