

## APROXIMACIÓN ECOLÓGICA AL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS POBLACIONES DE *LIMONIUM EMARGINIUM*, UN ENDEMISMO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR

GARZÓN, O.<sup>1</sup>, CASTILLO, J.M.<sup>2</sup> & FIGUEROA, M.E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colegio Montecalpe. C/Carpa, s/n, 11207 ALGECIRAS. <sup>2</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla. Apto. 1095, 41080 SEVILLA

### RESUMEN

---

*Limonium emarginatum* es una especie endémica de los acantilados del estrecho de Gibraltar. El objetivo de este trabajo fue analizar qué factores condicionan la distribución de *L. emarginatum*, estudiando las especies vegetales acompañantes, así como diferentes variables del medio físico en seis poblaciones. *L. emarginatum* apareció principalmente en zonas rocosas de fuerte pendiente cercanas al mar acompañado por *Silene obtusifolia*, *Frankenia hirsuta* y *Spergularia fimbriata*. Su cobertura disminuyó acusadamente en zonas más alejadas de la costa, donde dominaron especies como *Elymus farctus*, *Sporobolus pungens* y la invasora sudafricana *Carpobrotus edulis*. En algunas poblaciones la presencia de *Carpobrotus edulis* constituye un problema importante para la supervivencia de *L. emarginatum*. Estas especies más competidoras quedarían excluidas de las zonas bajas debido a los altos niveles de estrés ambiental. Nuestros resultados parecen reflejar una fuerte heterogeneidad ambiental, que unida a posibles problemas en la dispersión, auspiciaría la presencia de un número relativamente elevado de taxones de distribución restringida en puntos geográficamente cercanos. En general, el estado de conservación de las poblaciones fue muy variado, estando la presencia del endemismo gaditano restringida por exclusión competitiva a zonas rocosas cercanas al mar y de fuerte pendiente.

### INTRODUCCIÓN

---

El Parque Natural del Estrecho reúne una serie de características climáticas, geológicas, botánicas, faunísticas y ecológicas que le confieren una gran singularidad. Junto a la riqueza paisajística, la gran biodiversidad marina es sin duda uno de los aspectos donde cobra especial importancia la biología de la conservación. Menos conocida pero también de interés ecológico, son las poblaciones vegetales de la costa y más en concreto de los acantilados. Es en este hábitat donde se incardina el presente trabajo sobre *Limonium emarginatum* (conocido popularmente como 'saladina'), endemismo de la zona del estrecho y especie catalogada como 'vulnerable' en el libro rojo de la flora amenazada andaluza. La naturaleza extrema del hábitat que ocupa esta especie, caracterizado por un sustrato rocoso, exposición directa al spray salino, intensa radiación solar, estrés hídrico y una intensa evapora-

ción debida a los fuertes vientos del estrecho, hace de su estudio un elemento de interés tanto desde el punto de vista de la conservación de una especie amenazada como desde el análisis de los mecanismos ecológicos que regulan sus poblaciones (Garzón *et al.* 2003).

En este trabajo se analizaron seis poblaciones de *L. emarginatum* presentes en la costa gaditana: 'Gibraltar', 'Punta Carnero-Cala Secreta' y 'Punta Chorlito' (en el Término Municipal de Algeciras) y 'Isla de las Palomas', 'Punta Paloma' y 'Punta Camarinal Chorlito' (en el Término Municipal de Tarifa). Con el objetivo de analizar qué factores ambientales condicionan la distribución de *L. emarginatum* se estudiaron las diferentes especies vegetales que aparecían en el interior o cerca de sus poblaciones, así como diferentes variables del medio físico de las mismas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente trabajo se han realizado un total de 31 transectos de cobertura lineal perpendiculares a la línea de marea en las diferentes poblaciones de *Limonium emarginatum* de la costa gaditana (n = 4; espaciados 2 m), comenzando las mediciones desde el nivel de pleamar astronómica. La toma de datos se realizó con una precisión de 1 cm y los datos se agruparon en intervalos de 5 m. La extensión de los gradientes osciló entre 5 y 80 m.

Para la determinación de las especies vegetales presentes se ha seguido a Valdés *et al.* (1987).

Con los datos obtenidos se desarrolló una matriz de presencia/ausencia de especies vegetales. Estos datos fueron tratados mediante análisis de cluster (correlation coefficient distance, euclidean distance) y recta de regresión, utilizando los programas estadísticos MINITAB 13 y PC-ORD.

Además, a lo largo de los transectos se registraron variables de la matriz abiótica como la naturaleza del sustrato (rocoso o arenoso), el espacio libre y la pendiente de la zona.

## RESULTADOS

### Análisis de las especies vegetales y el medio abiótico en las poblaciones gaditanas de *Limonium emarginatum*.

La cobertura máxima media de *Limonium emarginatum* (c. 20 %) en sus poblaciones gaditanas se alcanzó a 7 m del nivel de pleamar astronómica, disminuyendo progresivamente con la distancia al mar. En los primeros 50 m *L. emarginatum* apareció de una manera continua en la suma de todas sus poblaciones. Sin embargo, a distancias mayores apareció únicamente en núcleos más o menos aislados (Fig. 1).

Se identificaron un total de 45 especies vegetales en el interior o en las proximidades de las poblaciones de *L. emarginatum*. En el análisis de clasificación, la matriz binaria de estas especies mostró como *L. emarginatum* se asociaba prefe-

rentemente con *Silene obtusifolia*, *Frankenia hirsuta* y *Spergularia fimbriata*. Además, en las poblaciones de *L. emarginatum* aparecían otros grupos de especies asociadas: el más biodiverso integrado por *Plantago coronopus*, *Asteriscus maritimus*, *Lotus creticus*, *Hyoseris radiata*, *Reichardia picroides* y *Sporobolus pungens*. Un segundo grupo formado por la invasora sudafriicana *Carpobrotus edulis*, *Elymus farctus* y *Paronychia argentea*. Un tercer grupo con *Lotus edulis*, *Limonium sinuatum* y *Lobularia marítima*, y un cuarto grupo con distribución muy restringida constituido por *Armeria hirta*, *Helichrysum picardii*, *Crucianella marítima*, *Corema album*, *Juniperus sabina* y *Juniperus oxycedrus*. Otras especies con distribución muy restringida, como *Chritmum maritimum*, *Suaeda vera*, *Salsola brevifolia* y *Limonium virgatum*, aparecían sin asociarse claramente a otras especies en el análisis de clasificación (Fig. 2). El grupo de *Armeria hirta* presentó una distribución limitada a 'Punta Camarinal' y zonas de sustrato arenoso, *Suaeda vera* sólo apareció en la población de Gibraltar, mientras que *Salsola brevifolia* y *Limonium virgatum* colonizaban únicamente la zona oeste de la población de 'Punta Camarinal' (Fig. 2).

Junto con *Limonium emarginatum*, *Chritmum maritimum*, *Asteriscus maritimus*, *Reichardia picroides* y *Plantago coronopus* fueron las especies que aparecieron asociadas a las zonas más cercanas a la costa. *Frankenia hirsuta* se localizó preferentemente en zonas intermedias. Otras especies como *Spergularia fimbriata*, *Silene obtusifolia* o *Salsola brevifolia* colonizaban tanto zonas próximas al mar como zonas más alejadas. Por otro lado, la naturaleza del sustrato, rocoso o arenoso, también influyó claramente en las distribuciones específicas. Acompañando a *Limonium emarginatum*, se localizaron especies que colonizan principalmente sustrato rocoso (*Spergularia fimbriata*, *Lotus edulis*, *Limonium virgatum*, *Frankenia hirsuta*, *Suaeda vera*, *Chritmum maritimum*, *Limonium sinuatum*, *Asteriscus maritimus* y *Silene obtusifolia*), mien-

tras que otras especies crecían fundamentalmente sobre arenas *Lotus creticus*, *Sporobolus pungens*, *Reichardia picroides*, *Plantago coronopus*, *Carpobrotus edulis*, *Salsola brevifolia*, *Elymus farctus*, *Hyoseris radiata* y *Armeria hirta*) (Fig. 3).

### **Análisis de las poblaciones gaditanas de *Limonium emarginatum*.**

El análisis de clasificación de las poblaciones de *L. emarginatum* atendiendo a la presencia/ausencia de las diferentes especies vegetales agrupó a 'Punta Camarinal', 'Punta Paloma' e 'Isla de las Palomas' (30% de similitud), frente a 'Punta Carnero' y 'Punta Chorlito' (20 % de similitud) y la población de 'Gibraltar' que apareció sola (con tan solo un 15 % de similitud con las demás) (Fig. 4).

Al analizar las poblaciones de *L. emarginatum* en relación a diferentes características (cobertura de *L. emarginatum*, superficie de sustrato libre, grado de solapamiento de *L. emarginatum* con otras especies vegetales, coberturas específicas, biodiversidad) encontramos una similitud global del 40 %. 'Isla de las Palomas' y 'Punta Carnero' se agruparon con un 90% de similitud y con 'Punta Camarinal' en torno al 60%. 'Punta Paloma' y 'Gibraltar' formaron otro grupo con una similitud cercana al 50% (Fig. 5).

## **DISCUSIÓN**

La influencia oceánica establece gradientes ambientales abióticos importantes (de salinidad, oxigenación del sustrato, humedad relativa, etc.) en perpendicular a la línea de marea en ecosistemas costeros como las dunas, las marismas mareales y los acantilados (Adam, 1990). Estos gradientes ambientales abióticos, junto con las relaciones bióticas, condicionan patrones de zonación en la distribución de los organismos que se distribuyen en bandas específicas paralelas a la costa. Además, la influencia oceánica determina que en muchos casos los enclaves costeros posean un medio físico extre-

mo, potencialmente muy estresante para la vegetación terrestre (Castillo et al. 2000). Este trabajo profundiza en la descripción de las poblaciones de *Limonium emarginatum* y sus especies acompañantes, así como en los procesos ecológicos que condicionan la distribución de este endemismo protegido de la costa gaditana.

*Limonium emarginatum* apareció principalmente en zonas rocosas de fuerte pendiente cercanas al mar donde mostró coberturas relativamente elevadas para esta especie (su máximo de cobertura relativa, c. 20 %, se alcanzó a 7 m del nivel de pleamar astronómica). En estas zonas bajas apareció acompañado principalmente por *Silene obtusifolia*, *Frankenia hirsuta*, *Spergularia fimbriata* (Asensi 1984), y en menor medida por otras especies de distribución restringida propias de zona rocosas como *Chritum maritimum*, *Asteriscus maritimum* y *Limonium sinuatum*. En vista de estos resultados, *L. emarginatum* parece poseer una tolerancia muy elevada a ambientes potencialmente muy estresantes, como son las zonas de acantilados rocosos más cercanos al mar donde habita. Especies más competidoras que habitan a mayores cotas topográficas donde el estrés ambiental es menor quedarían excluidas de estas zonas bajas donde las poblaciones de *L. emarginatum* podrían asentarse durante largos periodos.

La cobertura de *L. emarginatum* disminuyó acusadamente en zonas más alejadas de la costa donde el cuadro rocoso dejaba paso a zonas arenosas, llegando su distribución a quedar limitada a pequeños rodales aislados. En estas zonas elevadas, donde las condiciones ambientales suelen ser menos estresantes (Ej. menor afectación del spray salino), dominaron especies como *Elymus farctus*, *Sporobolus pungens*, *Hyoseris radiata* y la invasora sudafricana *Carpobrotus edulis*. Estas especies parecen poseer capacidades competitivas mayores que el endemismo gaditano que sería excluido por competencia interespecífica. En algunas poblaciones, como la asentada en Gibraltar, la presencia de *Carpobrotus edulis* constituye un problema importante de la supervivencia de *L. emarginatum*, ya que la invasora

crece sobre ella y acaba por impedirle el acceso a la luz totalmente.

Al analizar las poblaciones de *L. emarginatum* según las especies vegetales presentes se apreció una pauta geográfica en su agrupación, separándose las seis poblaciones en tres núcleos geográficos: Tarifa, Algeciras y Gibraltar, aunque el grado de similitud fue bajo. Estos resultados podrían reflejar una fuerte heterogeneidad ambiental en la zona (variaciones en el material geológico (Gutierrez Mas *et al.* 1991), en la topografía, en la incidencia de los vientos o en las condiciones microclimáticas, ya que las precipitaciones disminuyen y las temperaturas aumentan en dirección este-oeste (De León *et al.* 1989)). Esta elevada heterogeneidad ambiental generaría una gran diversidad de hábitats con características diferenciales que serían colonizados por especies con diferentes requerimientos ecológicos. Además, a este efecto de la heterogeneidad ambiental habría que sumarle posibles problemas en la dispersión de las diferentes especies. El resultado de la combinación de estos dos procesos ecológicos, una elevada heterogeneidad ambiental sumada a posibles restricciones en la dispersión, sería la presencia de un número relativamente elevado de taxones de distribución más o menos restringida en puntos geográficamente cercanos, coincidiendo con nuestros resultados.

Las poblaciones de *L. emarginatum* de 'Punta Carnero', 'Isla de las Palomas' y 'Punta Camarinal' fueron las que presentaron un mejor estado de conservación, presentando características muy similares del estado de *Limonium emarginatum* y a su grado de desarrollo, así como sus relaciones con las demás especies. En estas poblaciones se registró un menor grado de solapamiento con posibles especies competidoras, mayores superficies libres en zonas rocosas con grietas donde suele habitar *L. emarginatum* y menor biodiversidad, posiblemente al tratarse de enclaves con un medio físico más extremo. Las poblaciones que mostraban un estado de conservación más deficiente fueron 'Punta Paloma' y 'Gibraltar'. Mientras que "Punta Paloma" presenta el único caso de desarrollo completo (aunque

reducido en extensión) sobre arena, en "Gibraltar" se registraron evidencias de exclusión competitiva de *L. emarginatum*.

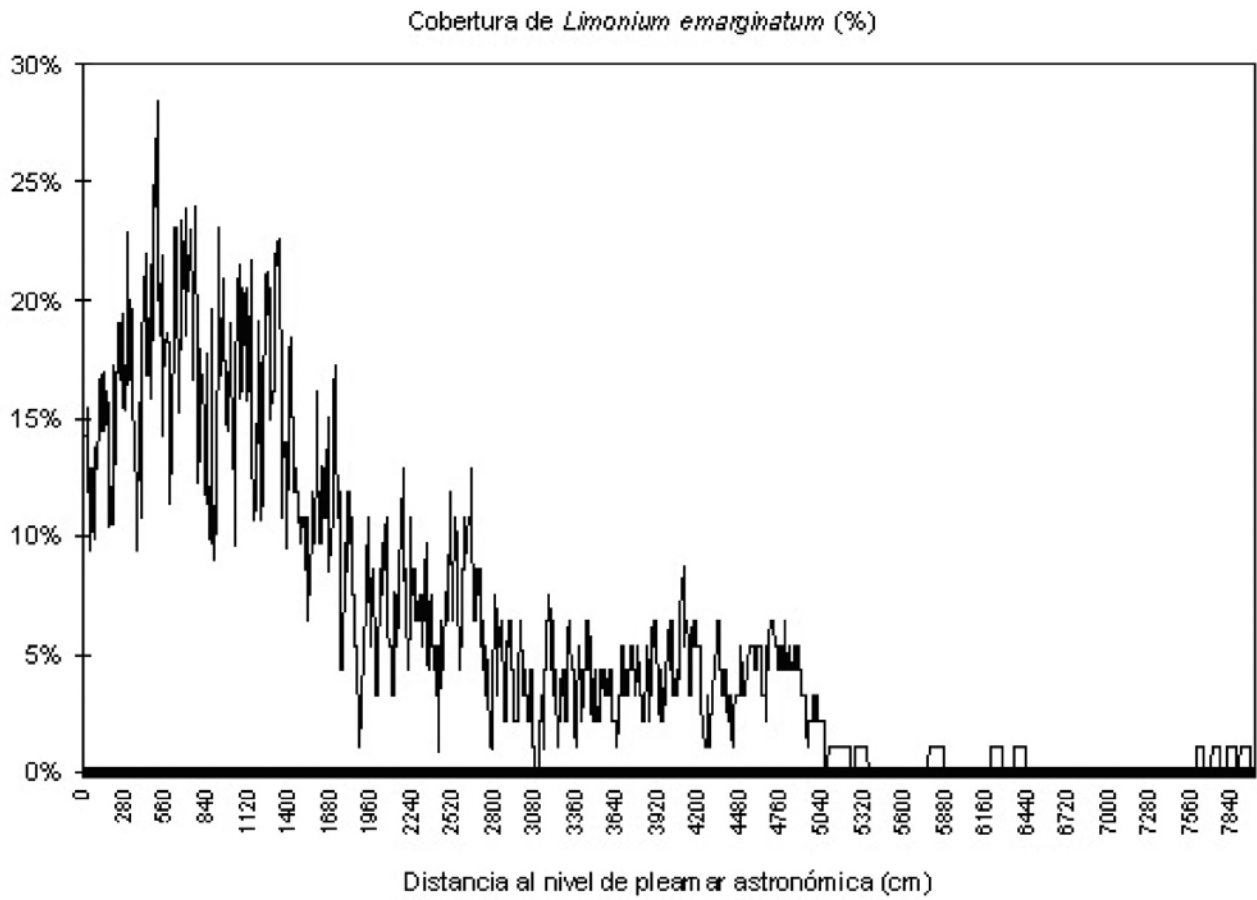
En general, el estado de conservación de las poblaciones de *L. emarginatum* fue muy variado, apareciendo poblaciones donde era una especie abundante en expansión y otras donde parecía estar siendo desplazada por competencia interespecífica, de manera preocupante por la invasora *Carpobrotus edulis* (Sánchez García 2000). La presencia del endemismo gaditano estaría restringida por exclusión competitiva a zonas rocosas cercanas al mar y de fuerte pendiente.

### AGRADECIMIENTOS

A la comandancia de la Guardia Civil de Algeciras y en especial al comandante D. Ignacio Martín de Oliva por facilitarnos las visitas realizadas a la Isla de las Palomas. Al Teniente Coronel D. Antonio José Merlan Galán y al personal de las baterías de costa de Punta Paloma baja y Punta Camarinal por acceder a su recinto y facilitarnos todo lo necesario. A los alumnos del Colegio Montecalpe que con su colaboración han hecho más dinámico el trabajo y a nuestros amigos que de modo generoso han colaborado en nuestras expediciones. A nuestros compañeros del departamento por sus comentarios y sugerencias.

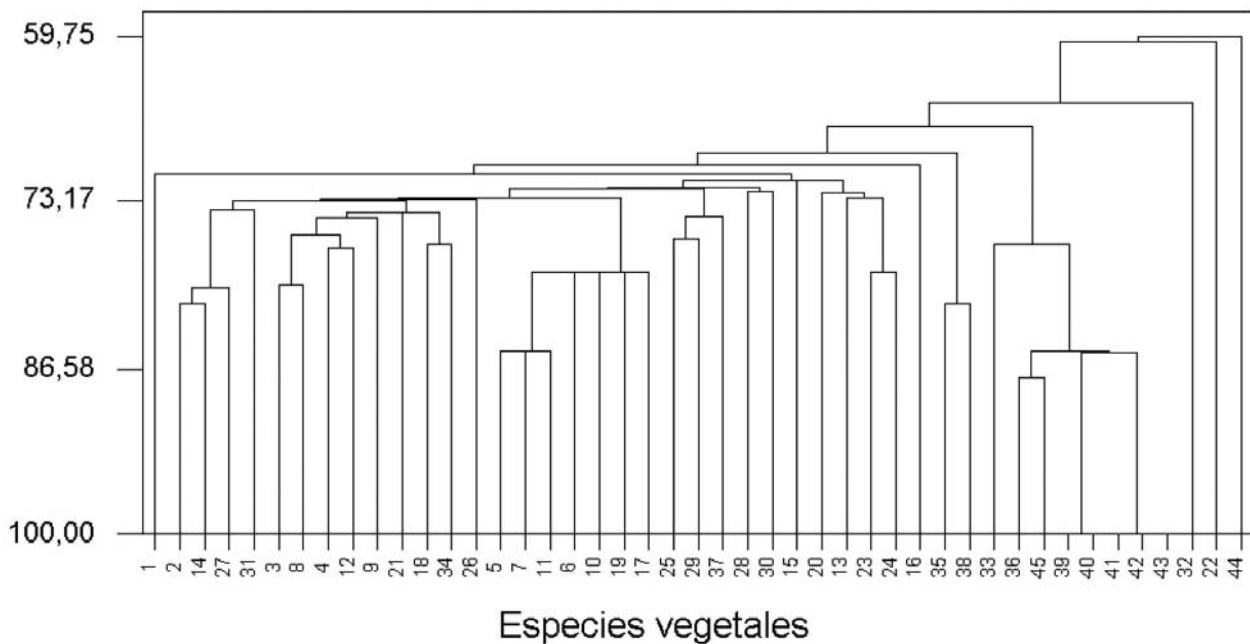
**BIBLIOGRAFÍA**

- Adam, P. (1990). *Salt marsh Ecology*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Asensi, A. (1984). *Limnietum emarginati* nueva asociación para los sectores Gaditano y Tingitano. *Documents Phytosoc.* 5: 455-465.
- Castillo, J.M., Fernández-Baco, L., Castellanos, E.M., Luque, C.J., Figueroa, M.E. & Davy, A.J. (2000). *Lower limits of Spartina densiflora and S. maritima in a Mediterranean salt marsh determined by different ecophysiological tolerances.* *Journal of Ecology*, 88, 801-812.
- De León *et al.* (1989). Caracterización agroclimática de la provincia de Cádiz. Ministerio de Agricultura y pesca. 101-125.
- Garzón, O., Castillo, J.M. & Figueroa, M.E. (2003). Descripción ecológica de las poblaciones de *Limonium emarginatum* en el estrecho de Gibraltar. VI Jornadas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar.
- Gutiérrez Mas *et al.* (1991). Introducción a la Geología de la provincia de Cádiz. Servicio publicaciones de la Universidad de Cádiz. 112-128.
- Sánchez García, I. (2000). Flora amenazada del litoral gaditano. Junta de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente. 120-121.
- Valdés *et al.* (1987). Flora Vasculare de Andalucía Occidental. Ketres editora.n para los sectores.

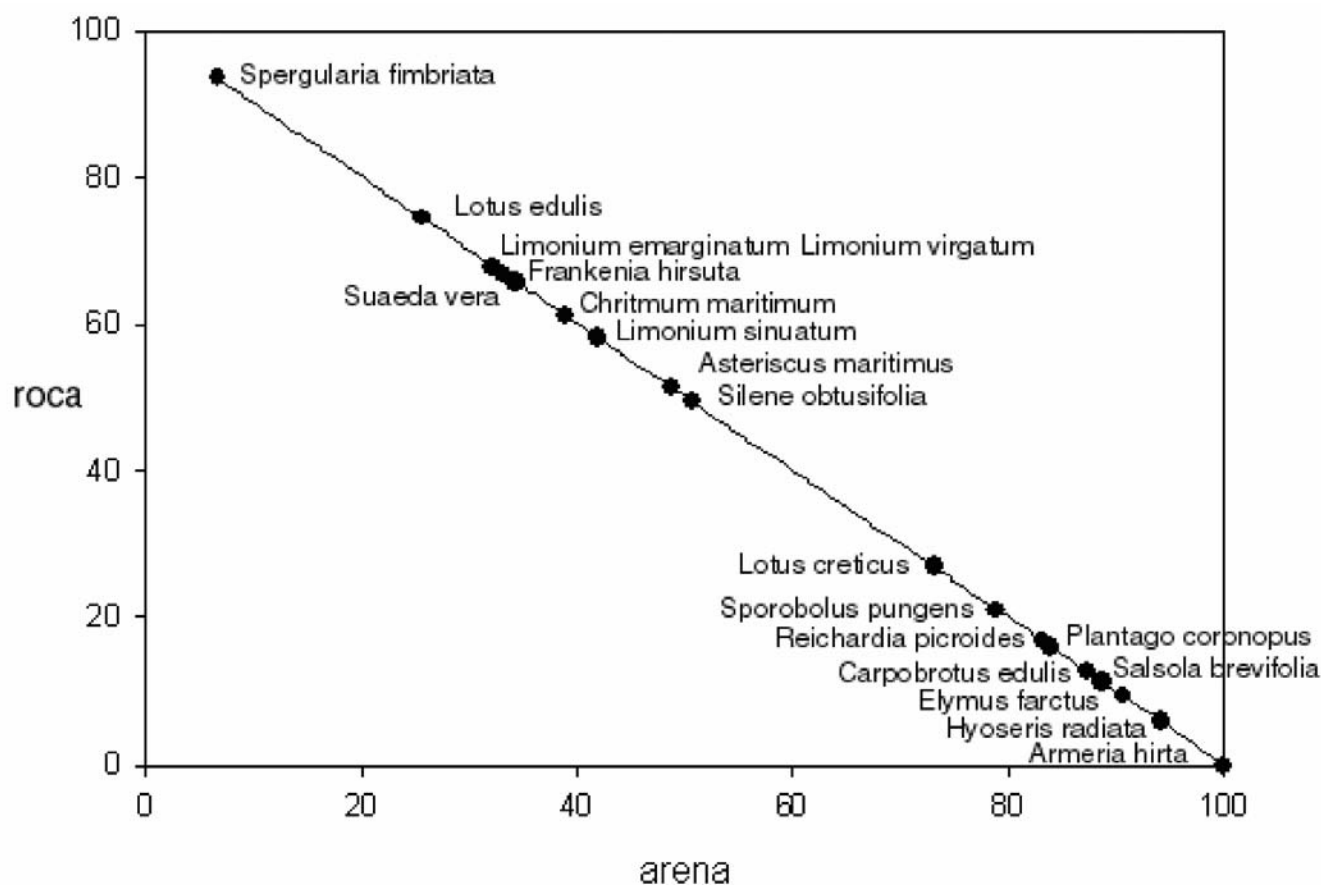


**Figura 1.** Cobertura de *Limonium emarginatum* frente a la distancia al nivel de pleamar media en 6 poblaciones de la costa gaditana (n = 31).

Similitud

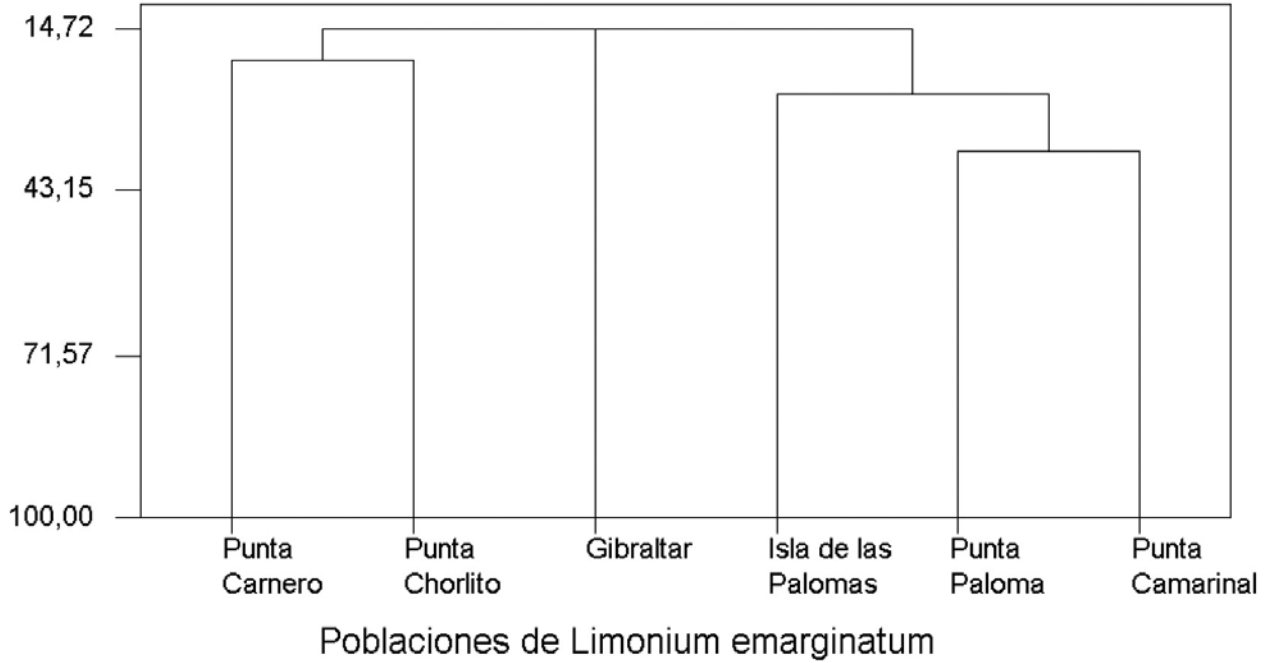


**Figura 2.** Análisis de clasificación realizado a partir de la matriz binaria de presencia/ausencia de especies vegetales en el interior y las cercanías de las poblaciones de *Limonium emarginatum* en la costa gaditana. Leyenda de especies: 1 = *Chritum maritimum*; 2 = *Limonium emarginatum*; 14 = *Silene obtusifolia*; 27 = *Frankenia hirsuta*; 31 = *Spergularia fimbriata*; 3 = *Plantago coronopus*; 8 = *Asteriscus maritimus*; 4 = *Hyoseris radiata*; 12 = *Reichardia picroides*; 9 = *Lotus creticus*; 21 = *Anthemis arvensis*; 18 = *Bromus sp.*; 34 = *Sedum sediforme*; 26 = *Sporobolus pungens*; 5 = *Calendula suffruticosa*; 7 = *Asparagus acutifolius*; 11 = *Festuca sp.*; 6 = *Bellis sylvestris*; 10 = *Narcissus papyraceus*; 19 = *Hedysarum coronarium*; 17 = *Allium ampeloprasum*; 25 = *Carpobrotus edulis*; 29 = *Elymus farctus*; 37 = *Paronychia argentea*; 28 = *Suaeda vera*; 30 = *Lavatera marítima*; 15 = *Lotus edulis*; 20 = *Limonium sinuatum*; 13 = *Dactylis glomerata*; 23 = *Daucus carota*; 24 = *Senecio bicolor*; 16 = *Lobularia marítima*; 35 = *Salsola brevifolia*; 38 = *Limonium virgatum*; 33 = *Armeria hirta*; 36 = *Helichrysum picardii*; 45 = *Crucianella marítima*; 39 = *Juniperus sabina*; 40 = *Juniperus oxycedrus*; 41 = *Corema album*; 42 = *Chamaerops humilis*; 43 = *Retama monosperma*; 32 = *Euphorbia paralias*; 22 = *Leontodon tingitanus*; 44 = *Lampranthus roseus*.



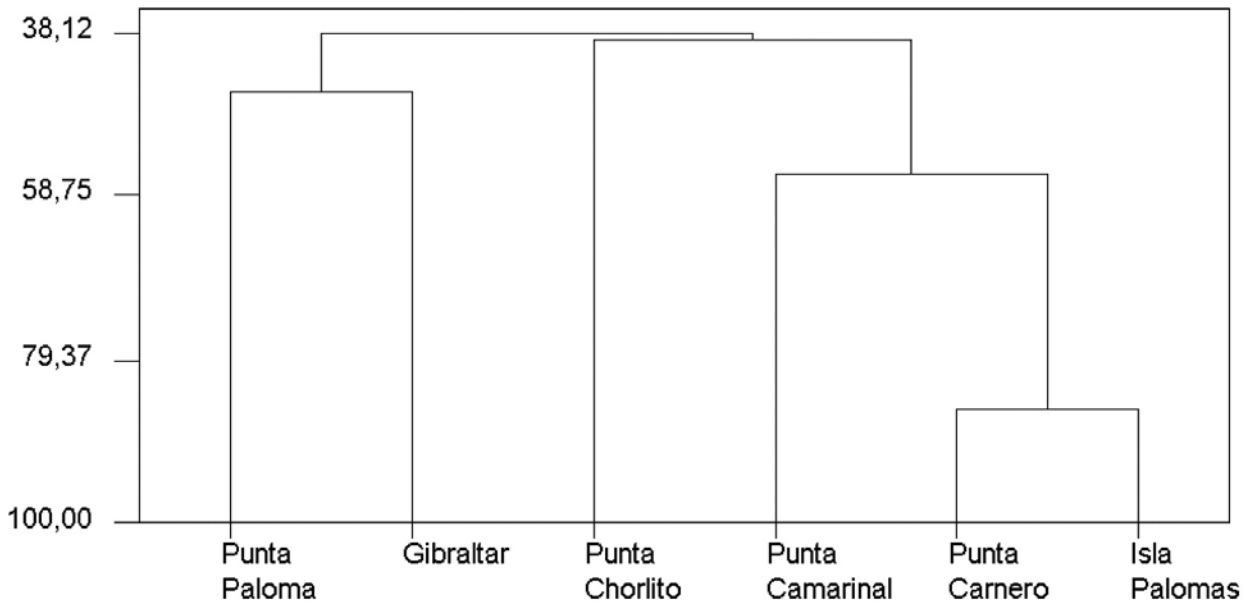
**Figura 3.** Presencia en sustrato rocoso frente a presencia en arenas (en porcentaje) de las diferentes especies vegetales presentes en las poblaciones de *Limonium emarginatum* de la costa gaditana.

Similitud



**Figura 4.** Análisis de clasificación realizado a partir de la matriz binaria de presencia/ausencia de especies vegetales en el interior y las cercanías de las poblaciones de *Limonium emarginatum* en la costa gaditana.

Similitud



**Figura 5.** Análisis de clasificación realizado de las poblaciones de *Limonium emarginatum* en la costa gaditana según características de la matriz ambiental (cobertura de *L. emarginatum*, superficie de sustrato libre, grado de solapamiento de *L. emarginatum* con otras especies vegetales, coberturas específicas, biodiversidad).