

## LA INFLUENCIA DE LA DISTANCIA AL MAR EN LA DISTRIBUCION DE LA FLORA DE LAS DUNAS DEL CABO DE GATA

Miguel GUARA-REQUENA

**RESUMEN:** Se realiza un estudio de la distribución respecto de la distancia al mar de las especies presentes en una porción de la franja arenosa del Cabo de Gata (Almería, España). La distancia al mar ha resultado ser un factor decisivo cuya influencia sobre otros factores ambientales -microrrelieve- ha sido revelada por la interpretación de la ordenación establecida por el Análisis Factorial de Correspondencias efectuado sobre los datos de los valores de cobertura de las especies en los inventarios de los intervalos de distancia considerados.

**Palabras clave:** Cobertura flora dunar, distancia al mar, análisis factorial de correspondencias, Cabo de Gata, España.

**ABSTRACT:** A species distribution study in relation to the sea distance is realized in a portion of the sandy strip from "Cabo de Gata" (Almería, Spain). The sea distance has resulted to be a decisive factor of which influency on others ambiental factors -microrelief- has been revealed by the interpretation of the ordination established by the Correspondance Factorial Analysis from the data of species cover values in the samples of the distances ranges considered.

**Key words:** Dune flora cover, sea distance, Correspondance Factorial Analysis, Cabo de Gata, Spain,

### INTRODUCCION

La porción sudoriental de la Península Ibérica, concretamente la región del Cabo de Gata, presenta unas características climáticas particulares (Capel Molina, 1981) que la hacen extremadamente árida en comparación con el resto de las regiones peninsulares, pudiendo recibir el apelativo de "polo de aridez de Europa" (Fustec-Mahon, 1966), quedando incluida en el subpiso bioclimático Termomediterráneo inferior con ombroclima Semiárido (Rivas-Martínez, 1987) de acuerdo a los datos medios de estaciones meteorológicas próximas -temperatura media anual,  $T= 18,15^{\circ}\text{C}$ ; índice de termicidad,  $I_t= 413,75$ ; precipitación anual,  $P= 342$  mm (Guara, Inéd.). Biogeográficamente esta región quedaría enmarcada en el Sector Almeriense (Alcaraz & Peinado, 1987).

De estas características generales participa la estrecha franja arenosa que se extiende desde la población de "El Cabo de Gata" hasta escasos centenares de metros del faro edificado en el Cabo, y en la que se encuentra asentada una vegetación propia de arenas perteneciente a *Ammophiletea* Br.-Bl. & R. Tx. 1943, orientada a SW hacia el "Golfo de Almería".

Los cambios que se aprecian en la distribución de las plantas que habitan ambientes dunares costeros están asociados a variaciones de ciertos parámetros ambientales (Campman, 1987). En el presente trabajo nos proponemos observar la variación en el número de especies y sus valores de cobertura, al igual que la variación que sobre la cobertura de los tipos biológicos, a medida que se aumenta la distancia al mar.

## MATERIAL Y METODOS

Se escogió una superficie rectangular de 50 m de frente por 200 m de fondo en esta franja arenosa litoral, suficientemente separada de la población y de la influencia de las salinas; realizándose una transección desde la línea de pleamar hacia el interior, tomando un total de 41 inventarios según la escuela fitosociológica de Braun-Blanquet, agrupándolos por intervalos de 10 m en distancias sucesivamente más alejadas del mar, calculándose el valor de cobertura (Braun-Blanquet, 1979; Meijer, 1949) para las especies y tipos biológicos de los inventarios de cada intervalo (tablas 1 y 2).

Los valores de cobertura de las especies presentes en los intervalos fueron transformados logarítmicamente a valores comprendidos entre 0 y 9 para tratarlos mediante Análisis Factorial de Correspondencias (Benzecri & al., 1976) en un microordenador IBM PC por el programa AFC (Foucart, 1982).

## RESULTADOS

### 1.- Valores de cobertura (V.C.) y distancia al mar.

Se puede apreciar el aumento sucesivo en el número de especies (figura 1) con la distancia al mar, que quizá pudiera haber sido algo mayor de no existir una ruptura en el transecto como consecuencia de la presencia de la carretera.

Un aumento del V.C. se puede percibir (figura 2) con la distancia al mar, en el que las formas etológicas participan de manera desigual en los distintos intervalos. Los terófitos tienen escasa representación hasta los 150 m de la línea de pleamar, a partir de entonces en un tramo de 130 m son los elementos que dan mayor aportación al V.C., cayendo bruscamente a continuación. Los geófitos presentan cuatro crestas en la línea quebrada que es su distribución, de las que las dos más externas (la más próxima y la más alejada del mar) son las que explicarían los V.C. totales de estos tramos del transecto. Los hemcriptófitos no tienen valores suficientemente elevados como para intervenir directamente en el V.C. global de cada uno de los intervalos considerados. Los caméfitos poseen valores más altos y aportan al V.C. total de los tramos comprendidos entre 70-90 m y 110-160 m, su mayor peso.

TABLA N° 1: Valores de cobertura de las especies (\*) reconocidas en cada uno de los intervalos.

| Intervalo n°                | 1      | 2      | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
|-----------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Distancia media al mar (m)  | 70     | 80     | 90    | 110    | 120    | 130    | 140    | 150    | 160    | 170    | 180    | 190    |
| Superficie (m2):            | 160    | 112    | 100   | 30     | 34     | 141    | 42     | 158    | 12     | 62     | 102    | 20     |
| N° de inventarios:          | 8      | 3      | 1     | 1      | 4      | 7      | 3      | 6      | 2      | 3      | 2      | 2      |
| N° de especies:             | 7      | 9      | 4     | 1      | 7      | 10     | 10     | 13     | 9      | 16     | 13     | 8      |
| Altitud media s.n.m. (m):   | 1,3    | 2,3    | 2,3   | 2,0    | 1,7    | 1,3    | 1,0    | 1,1    | 0,9    | 0,6    | 1,2    | 0,6    |
| <i>Otanthus maritimus</i>   | 1687,5 | 2666,7 | 500,0 | 0,0    | 2002,5 | 327,1  | 6,7    | 6,7    | 0,0    | 3,3    | 5,0    | 0,0    |
| <i>Euphorbia paralias</i>   | 0,0    | 3,3    | 0,0   | 0,0    | 2627,5 | 3037,5 | 3916,7 | 2625,0 | 10,0   | 1256,7 | 1125,0 | 1750,0 |
| <i>Ononis natrix</i>        | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 3,3    | 3,3    | 0,0    | 166,7  | 5,0    | 0,0    |
| <i>Lawnaea resedifolia</i>  | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 7,1    | 3,3    | 5,0    | 880,0  | 170,0  | 10,0   | 10,0   |
| <i>Elymus farctus</i>       | 783,8  | 753,3  | 500,0 | 1750,0 | 7,5    | 395,7  | 6,7    | 711,7  | 5,0    | 10,0   | 880,0  | 0,0    |
| <i>Ammophila arenaria</i>   | 812,5  | 3,3    | 0,0   | 0,0    | 252,5  | 324,3  | 586,7  | 378,3  | 0,0    | 3,3    | 5,0    | 0,0    |
| <i>Cyperus capitatus</i>    | 0,0    | 3,3    | 10,0  | 0,0    | 2,5    | 75,7   | 10,0   | 541,7  | 0,0    | 6,7    | 0,0    | 0,0    |
| <i>Cynodon dactylon</i>     | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 1,4    | 0,0    | 0,0    | 500,0  | 753,3  | 5,0    | 10,0   |
| <i>Sporobolus pungens</i>   | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 1,4    | 0,0    | 1,7    | 255,0  | 3,3    | 10,0   | 3750,0 |
| <i>Lotus creticus</i>       | 1,2    | 3,3    | 10,0  | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 1,7    | 0,0    | 3,3    | 0,0    | 0,0    |
| <i>Cakile maritima</i>      | 2,5    | 3,3    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 3,3    | 1,7    | 0,0    | 3,3    | 0,0    | 0,0    |
| <i>Salsola kali</i>         | 221,3  | 6,7    | 0,0   | 0,0    | 2,5    | 5,7    | 10,0   | 296,7  | 0,0    | 170,0  | 5,0    | 10,0   |
| <i>Silene ramosissima</i>   | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 250,0  | 750,0  | 875,0  | 10,0   |
| <i>Reichardia tingitana</i> | 1,3    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 3,3    | 0,0    | 0,0    | 5,0    | 10,0   |
| <i>Silene litorea</i>       | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 5,0    | 6,6    | 0,0    | 10,0   |
| <i>Cutandia maritima</i>    | 0,0    | 3,3    | 0,0   | 0,0    | 125,0  | 75,7   | 166,7  | 1,7    | 5,0    | 583,3  | 875,0  | 0,0    |
| <i>Pseudorhiza pumila</i>   | 0,0    | 0,0    | 0,0   | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 0,0    | 1875,0 | 6,7    | 875,0  | 0,0    |

(\*) La nomenclatura específica es acorde a la publicada por Halliday & Beadle (1983)

TABLA N° 2. Valores de cobertura de los tipos biológicos reconocidos en los intervalos de distancia estalecidos.

| INTERVALO | RANGO DISTANCIA | TEROFITOS | GEOFITOS | HEMICRIPTOFITOS | CAMEFITOS |
|-----------|-----------------|-----------|----------|-----------------|-----------|
| 1º        | 65 -75          | 225,00    | 1596,25  | 1,25            | 1687,50   |
| 2º        | 75 -85          | 13,33     | 759,99   | 3,33            | 2670,00   |
| 3º        | 85 -95          | 0,00      | 510,00   | 10,00           | 500,00    |
| 4º        | 105 -115        | 0,00      | 1750,00  | 0,00            | 0,00      |
| 5º        | 115 -125        | 127,50    | 262,50   | 0,00            | 4630,00   |
| 6º        | 125 -135        | 81,43     | 798,57   | 0,00            | 3371,43   |
| 7º        | 135 -145        | 180,00    | 593,34   | 0,00            | 3930,00   |
| 8º        | 145 -155        | 303,34    | 1633,34  | 1,67            | 2640,00   |
| 9º        | 155 -165        | 2135,00   | 760,00   | 0,00            | 890,00    |
| 10º       | 165 -175        | 2409,80   | 766,50   | 3,33            | 1596,50   |
| 11º       | 175 -185        | 2635,00   | 900,00   | 0,00            | 1135,00   |
| 12º       | 185 -195        | 40,00     | 3800,00  | 0,00            | 1760,00   |

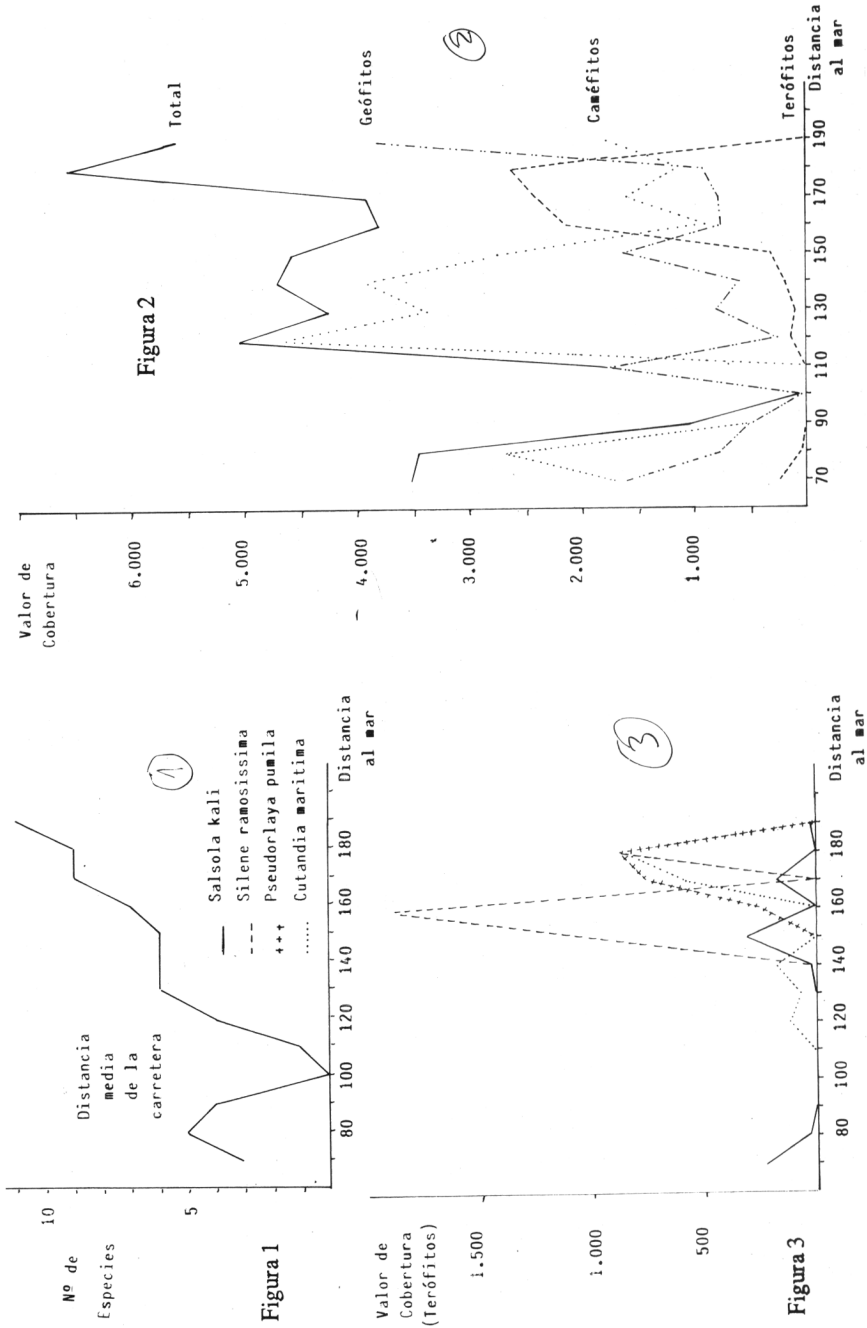


Figura 1.- Aumento del número de especies con la distancia al mar. Figura 2.- Oscilación del valor de cobertura de los tipos biológicos (terófitos, geófitos, hemicriptófitos y caméfitos) y valor total con la distancia al mar. Figura 3.- Distribución del valor de cobertura de los terófitos *Salsola kali*, *Silene ramosissima*, *Cutandia maritima* y *Pseudorlaya pumila*, con la distancia al mar.

La participación específica que cada taxon aporta al V.C. total queda reflejada en las figuras 3-5. Los terófitos mayormente representados (figura 3) son *Salsola kali* y *Cutandia maritima*, destacando a los 160 m *Pseudorlaya pumila* y *Silene ramosissima*. Los geófitos no destacan por su cobertura, sino porque están ampliamente distribuidos a lo largo del transecto (figura 5), siendo las especies que despuntan posicionalmente: *Elymus farctus* -bien representado en todo el transecto, pero en una mayor proporción entre los 70 y 120 m, con un pico a los 110 m-, *Ammophila arenaria* -ocupando un extenso tramo desde los 110 m hasta los 170 m, con escasa presencia en el primer intervalo del transecto-, *Cynodon dactylon* -apareciendo desde los 150 a 180 m, con un máximo a los 170 m- y *Sporobolus pungens* -apareciendo hacia la mitad del transecto con un aumento muy destacado al final-. Dos son los caméfitos (figura 4) que destacan frente a los otros, *Otanthus maritimus* y *Euphorbia paralias*. *O. maritimus* presenta dos picos máximos, a 80 y 120 m, para desaparecer casi drásticamente; *E. paralias* presenta una cresta amplia entre los 120 y 150 m con un pico en los 140 m, cayendo bruscamente para ascender más suavemente a partir de los 160 m.

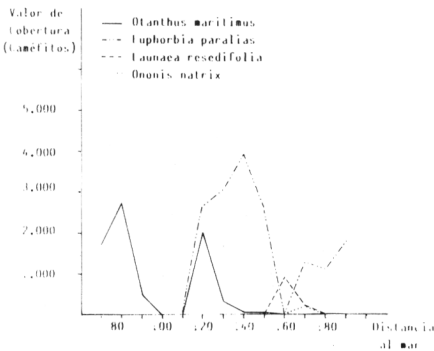


Figura 4

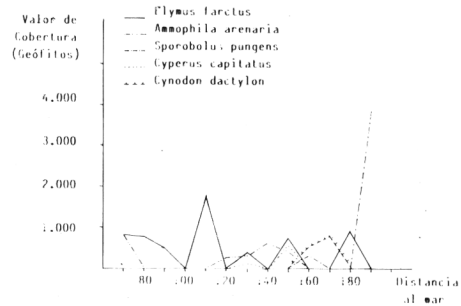


Figura 5

Figura 4.- Distribución del valor de cobertura de los caméfitos *Otanthus maritimus*, *Euphorbia paralias*, *Launaea resedifolia* y *Ononis natix*, con la distancia al mar. Figura 5.- Distribución del valor de cobertura de los geófitos *Elymus farctus*, *Ammophila arenaria*, *Cyperus capitatus*, *Sporobolus pungens* y *Cynodon dactylon*, con la distancia al mar.

2.- Análisis Factorial de Correspondencias.

El primer plano estudiado del Análisis Factorial (figura 6) es el constituido por los ejes I (40,9 %) y II (16,8 %). En este plano, el eje I contrapone la cantidad de *Otanthus maritimus* y *Elymus farctus* -porción negativa- a la de *Sporobolus pungens*, *Pseudorlaya pumila*, *Cynodon dactylon* y *Silene ramosissima*. Mientras que el eje II contrapone la presencia de *Elymus farctus* a la de *Euphorbia paralias* y *Ammophila arenaria*.

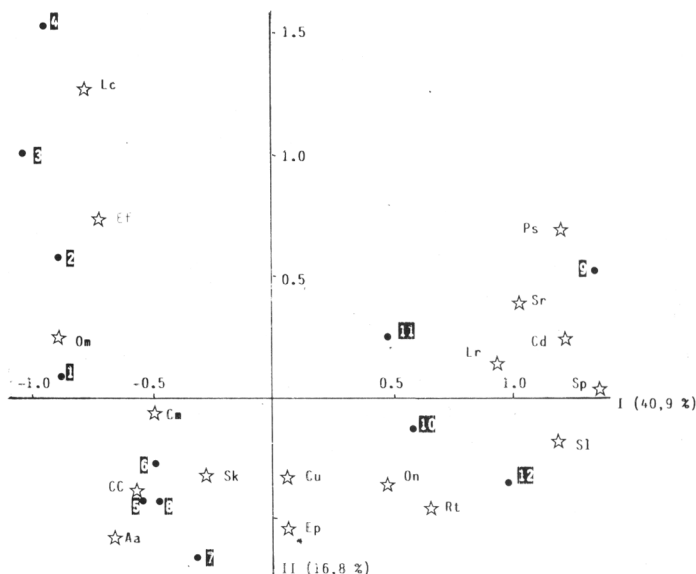


Figura 6.- Ordenación obtenida en el plano constituido por los ejes I (40,9 %) y II (16,8 %).

El segundo plano (figura 7) formado por los ejes I y III (12,6 %), el eje III separa la abundancia de *Sporobolus pungens* frente a la de *Cutandia maritima*, pudiéndose observar tres agrupamientos:

- i.- Hacia la parte negativa del eje I se sitúan las especies e inventarios claramente pertenecientes a *Ammophiletalia*;
- ii.- En el primer cuadrante, queda marcadamente separado el intervalo 12, el más alejado del mar, situado en una depresión y rico en *S. pungens*;
- iii.- En el segundo cuadrante, quedan los intervalos 9, 10 y 11 como elementos de unión de los más próximos al mar y los más alejados.

La distribución de los puntos representando intervalos y especies se disponen de forma que se puede inferir, tanto para el plano I-II como para el plano I-III, efectos "Gutmann", con lo que los ejes II y III serían funciones lineales del eje I.

El tercer plano (ejes II-III), muestra una representación en la que quedan separados cuatro grupos (figura 8): próximos al eje II, en la parte positiva se sitúan los intervalos que se corresponderían a una formación rica en *E. farctus* y *O. maritimus* contrapuesta a otra rica en *E. paralias* y *A. arenaria*; el eje III separa en su parte positiva el intervalo 12, de los intervalos 9, 10 y 11 en los que *C. maritima* se encuentra bien representada junto a *Pseudorlaya pumila*.

En las figuras 6, 7 y 8 las estrellas señalan la posición de los táxones, indicándose éstos por las iniciales del género y especie. Los puntos se corresponden con los intervalos inventariados.

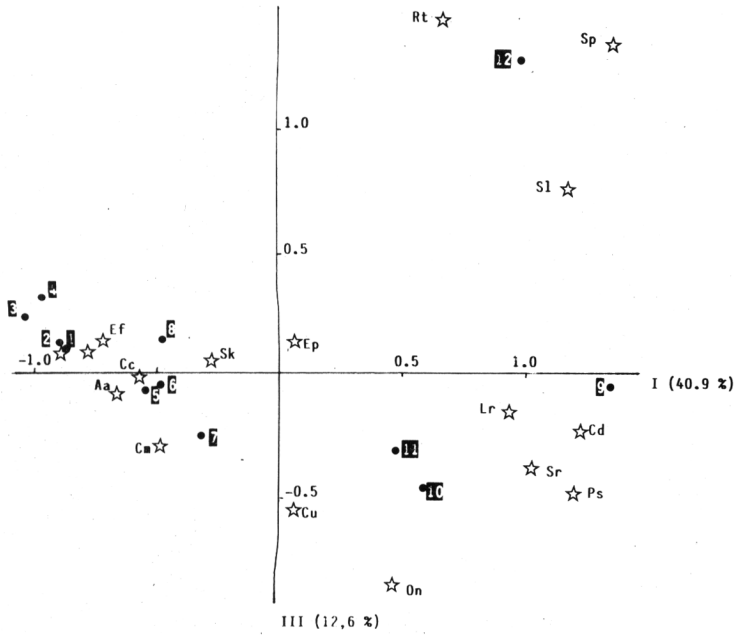


Figura 7.- Ordenación obtenida en el plano constituido por los ejes I (40,9 %) y III (12,6 %).

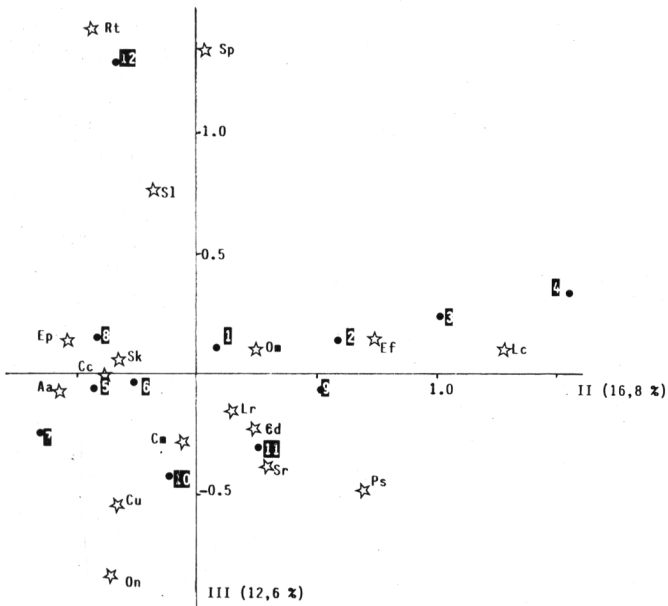


Figura 8.- Ordenación obtenida en el plano constituido por los ejes II (16,8 %) y III (12,6 %).

## DISCUSION

A la vista de estos resultados, se puede apreciar una sucesionalidad, no sólo caracterizada por la categoría de las especies que van apareciendo sino por el valor de cobertura que van adoptando en función de la distancia al mar, que influenciará sobre la exposición al hálito marino, efecto abrasivo de las partículas arenosas y su situación en el microrrelieve. Así se tiene que *Elymus farctus* es el geófito con mayor distribución en el transecto presentando los valores de V.C. más altos en áreas inmediatamente subsiguientes a puntos con movilidad del sustrato:

- a.- Cuatro primeros intervalos: exposición máxima al viento marino y proximidad a la carretera;
- b.- Intervalo octavo: porción que está influenciada por efectos de deflacción eólica;
- c.- Intervalo undécimo: el sustrato es arenoso, mucho más fino que los anteriores y profundo.

Este efecto de la distancia queda reflejado en las ordenaciones obtenidas en los planos I-II (57,7 %) y I-III (53,5 %). Los intervalos se han dispuesto desde los más cercanos al mar (porción negativa del eje I) hasta los más alejados (porción positiva).

El eje II explicaría un gradiente de naturaleza topográfica, fundado posiblemente en la existencia de un descenso de la altitud sobre el nivel del mar a partir del intervalo 4º, con lo que la ordenación de los intervalos 9º y 11º en el cuadrante 1 se podría entender como la respuesta a la influencia de la capa freática tal como sucede en Doñana (González-Bernáldez & al., 1971, 1975) o en La Dehesa de La Albufera (Costa & Boira, 1981; Guara & al., 1987; Sanchis & al., inéd.), o también podría entenderse que en estas porciones interiores el efecto de la condensación nocturna (rocío) se manifiesta ostensiblemente como señala Fustec-Mahon (op. cit.)

El eje III mostraría un gradiente de incremento del número de especies, esto es, cuanto más alejadas del mar mayor número de especies. Esta regla general podría verse modificada por la intervención de algún otro factor (por ejemplo, capa freática) que interfiere en la respuesta de determinadas especies, provocando su receso o el cambio por otras adaptadas a las nuevas condiciones (Corre, 1971; Feoli, 1981).

## CONCLUSIONES

Como ya ha sido destacado para otras áreas costeras peninsulares (Guara & al., 1987) la distancia al mar juega un papel destacado en la explicación de la distribución de las especies, influyendo decisivamente sobre la respuesta específica a otros factores como el microrrelieve.

El microrrelieve tiene su mayor influencia en la ubicación relativa de las especies en función de sus preferencias al hálito marino, interfiriendo en disponibilidad de la humedad procedente del nivel freático o modificando los fenómenos de condensación nocturna.



## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer la ayuda prestada por los Sres. M.B. Crespo, E. Laguna y J.R. Nebot en la toma de inventarios y muestreo de campo, así como a Dña. M.J. Ciurana que preparó y delineó las gráficas.

## BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, F. & PEINADO, M. -1987- El Sudeste Ibérico Semiárido. In M. Peinado & S. Rivas-Martínez (Editores), *La Vegetación de España*. Págs.: 257-280. Universidad de Alcalá de Henares. Servicio de Publicaciones.
- BENZECRI, J.P. & AL.. -1976- *L'analyse des données. 2. L'analyse des correspondances*. 615 pp. Dunod. Paris.
- BRAUN-BLANQUET, J. -1979- *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume Ediciones. Barcelona.
- CAPEL MOLINA, J.J. -1981- *Los climas de España*. 429 pp. Oikos-Tau, S.A. Ediciones. Barcelona.
- CORRE, J.J. -1971- Etude d'un massif dunaire le long du littoral méditerranéene. Structure et dynamisme du milieu et de la végétation. *Coll. Phytosoc.* I: 201-224. Paris.
- COSTA, M. & BOIRA, H. -1981- La vegetación costera valenciana: Los saladares. *Anal. Jard. Bot. Madrid* 38(1):233-244.
- CHAPMAN, V.J. -1978- *Coastal Vegetation*. 292 pp. Pergamon Press. Oxford.
- FEOLI, E. -1981- Some aspects of classification and ordination of vegetation data in perspective. *Studia Geobotanica* 4:7-21. Trieste.
- FOUCART, T. -1982- *Analyse Factorielle. Programmation sur micro-ordinateurs*. 234 pp. 2ème. Edition Masson. Paris.
- FUSTEC-MAHON, E. -1966- Notes sur la vegetation psammophile de littoral méditerranéen espagnol. *Extrait Bull. Soc. Bot. France* 113:184-190.
- GUARA, M. -Inéd- *La acción del viento en la neoformación de las comunidades vegetales del litoral mediterráneo español*.
- GUARA, M., CURRAS, R. & LAGUNA, E. -1987- Estudio de la serie dunar del Phillyreo-Rhamnetum angustifoliae Costa & Mansanet 1981 mediante el Análisis Factorial de Correspondencias. Comunicación VIII *Jornadas de Fitosociología*. Salamanca, 29 de Septiembre al 1 de Octubre.
- HALLIDAY, G. & BEADLE, M. -1983- Consolidated index to *Flora Europaea*. Cambridge University Press. 210 pp.
- MEIJER, E. -1949- Combined taxation and presence in a analysing and comparing association tables. *Vegetatio* 2:43-46.
- RIVAS-MARTINEZ, S. -1987- Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. In M. Peinado & S. Rivas-Martínez (Editores), *La Vegetación de España*. Págs.: 16-45. Universidad de Alcalá de Henares. Servicio de Publicaciones.
- SANCHIS, E., GUARA, M. & LAGUNA, E. -Inéd- *Estudios ecológicos de un transecto dunar. I. Relaciones suelo-vegetación*.

(Aceptado para su publicación el 13 de marzo de 1989)