

ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES EN DOS PLAYAS DE LA COSTA VASCA

por

BENITO, I.; ONAINDIA, M; MARTÍNEZ, E. (1)

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la presencia de las comunidades vegetales arenícolas y su distribución en dos playas de la Costa Vasca, intentando relacionar la variabilidad florística con las características edáficas y con las actuaciones externas sobre la playa.

De los resultados se deduce que en los primeros estadios de la duna la composición florística en las dos playas es semejante, debido probablemente a los factores limitantes del medio. En las partes posteriores de las dunas se da una mayor cobertura y diversidad vegetal, siendo éstas aún mayores en Laga que en La Arena. También el enriquecimiento del suelo aumenta hacia el interior y de forma más destacada en Laga, lo cual se puede tomar como un índice de la mayor consolidación del sistema dunar.

Esta diferencia entre las playas, que parece responder a un diferente grado de maduración en las dunas la achacamos a una diferente intensidad en la desorganización del sistema representada por la intervención humana, fundamentalmente por la extracción de arenas.

SUMMARY

Two beaches along the coast of Biscay have been studied to know the plant communities, their distribution and relationship with edaphic factors and human influence. The study has been based on the sampling along transecs from the sea to inland on the two beaches.

The results suggest that the first part of the dunes of two beaches are very similar, which probably is due to the limitation of the environmental conditions. Otherwise, in both floristic and edaphic characteristics, an important difference is shown between the two beaches on the last part of the dune (mature dune), and human pressure has been made out to be the cause of this variation.

PALABRAS CLAVE: dunas, plantas arenícolas, intervención humana.

(1) Dpto. Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad del País Vasco. Apto. 644. 48080 Bilbao.

INTRODUCCIÓN

La presencia de una costa acantilada en proceso emergente, principalmente, y la progradación de las playas hacia el mar, así como un régimen de vientos particular, etc., explican el escaso desarrollo de los campos dunares en la Costa Cantábrica (Flor, 1980), y en particular en la Costa Vizcaína. Por otro lado, la presencia humana en estos lugares ejerce una influencia negativa en el desarrollo de la vegetación psamófila, que hoy día ha quedado reducida a enclaves muy localizados. Las playas de La Arena y Laga, ambas ligadas al desarrollo de un estuario, a pesar de sus pequeñas dimensiones, son las más representativas del territorio. La primera de ellas, y en menor medida la segunda, ha sufrido sacas de arena para la construcción hasta épocas recientes, produciéndose continuos remodelados en la fisiografía dunar; la segunda, más pequeña, mantiene unas dunas más antiguas. Aunque las dos sufren una presión humana directa en la época estival, la playa de La Arena la soporta en mayor grado, debido a su ubicación en una zona de gran densidad de población.

La vegetación de las playas de la Costa Vizcaína ha sido estudiada desde el punto de vista fitosociológico, habiéndose descrito un total de cuatro asociaciones que se sitúan en bandas paralelas en un gradiente desde el mar hacia el interior. Estas asociaciones son: *Honkenio-Euphorbietum pepelis*, en primera línea en contacto con los arrastres de marea; *Euphorbio Agropyretum junceiformis*, que se encuentra sobre arenas sueltas y móviles; *Othanto-Ammophiletum arundinaceae*, en las crestas dunares, y por fin, en la zona posterior, *Ononidetum ramosissimae* (Guinea, 1949; Navarro, 1980; Onaindía, 1986). El objetivo de este trabajo ha sido estudiar las comunidades vegetales en dos playas de la Costa Vasca, comparándolas entre sí e intentando relacionar la variabilidad florística con las características edáficas, así como con ciertas actuaciones externas.

METODOLOGÍA

El estudio de la vegetación se ha realizado en base a un muestreo en transecto en la dirección de máxima variación, desde la zona más cercana al mar hacia el interior (Rubio y Figueroa, 1983). En cada playa se seleccionaron los transectos que mejor representasen los cambios de la vegetación y la topografía dunar, en dirección perpendicular a la línea de costa, eligiéndose tres transectos para La Arena y dos para Laga (Fig. 1). Para medir la abundancia de la vegetación se utilizaron parcelas de 2 m. x 1 m. dispuestas de manera estratificada a lo largo del transecto (Greig-Smith, 1983), sobre zonas topográficamente diferenciadas y que presentaban unidades homogéneas de vegetación: frente dunar o duna embrionaria (1), cresta dunar (2) y duna estabilizada (3 y 4), correspondientes a los estadios sucesionales de la vegetación dunar. La abundancia de las especies era estimada sobre una escala semicuantitativa de 0 a 5 (Rubio y Figueroa, 1982). Para la determinación de las especies se han seguido las claves Flora Europaea (Tutin *et al.*, 1964-1980).

La información obtenida en el muestreo se sometió a un Análisis Factorial de Correspondencias (Cordier, 1965; Benzecri, 1973), con el objeto de simplificar los datos y ordenarlos intentando mostrar las relaciones entre las especies y las distintas zonas.

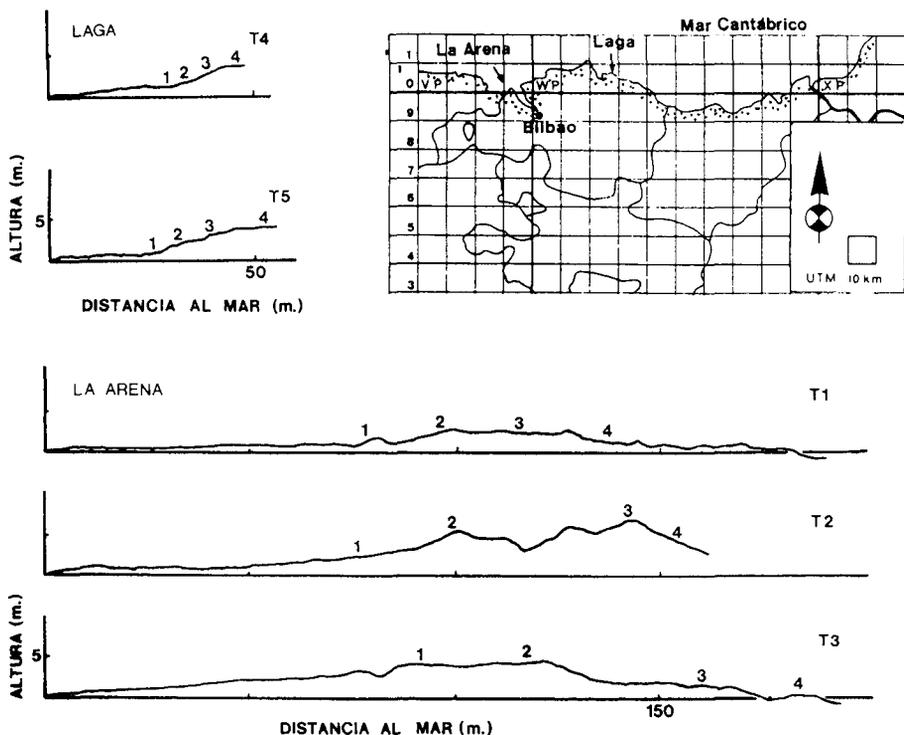


Figura 1.— Localización de las playas muestreadas.

En base a los resultados del estudio de la vegetación se tomaron muestras edáficas de cada playa, en parcelas correspondientes a los grupos de vegetación definidos. En cada parcela de muestreo se tomaron y mezclaron 5 muestras edáficas, a 10 cm de profundidad, repitiéndose la operación en la zona que limitaba con las mareas vivas desprovista de vegetación con el objeto de comprobar la evolución de los parámetros a lo largo del transecto. Las determinaciones realizadas fueron las siguientes: textura, conductividad (1:5), pH en agua (1:2,5), materia orgánica (% peso), N total (% peso), CIN, Ca CO_3 (% peso), fósforo asimilable (ppm), Ca^{++} (meq Ca/100 g), Mg^{++} (meq Mg/100 g), Na^+ (meq Na/100 g), K^+ (ppm) y Capacidad de Intercambio Cationico (meq/100) según la Metodología Oficial del Ministerio de Agricultura y Pesca (1981).

RESULTADOS

Vegetación

En la Figura 2 están representados los puntos de muestreo junto con las especies en el plano I,II del Análisis Factorial de Correspondencias. El primer

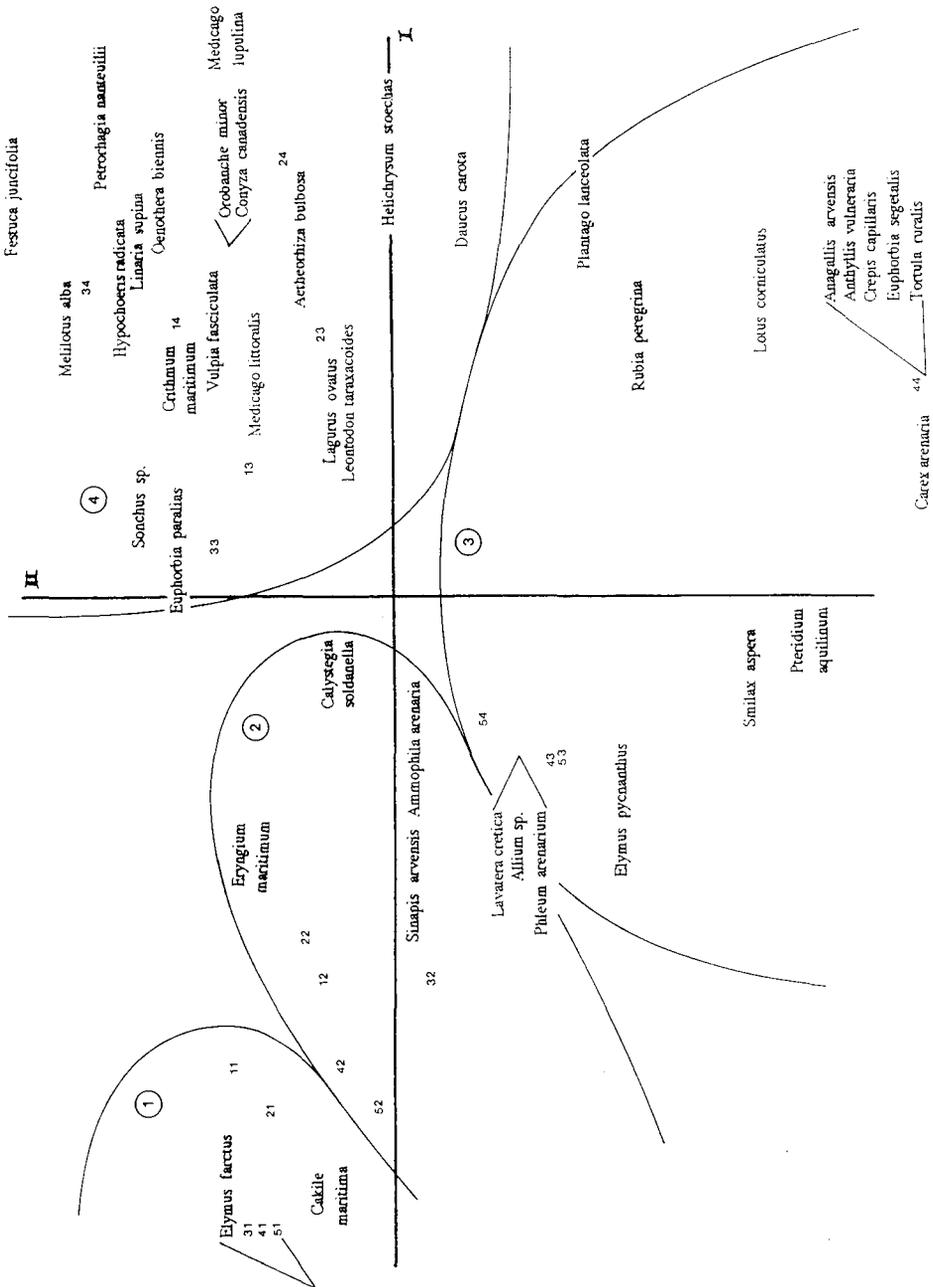


Figura 2.— Representación de las especies y los puntos de muestreo en el plano I,II del Análisis Factorial de Correspondencias.

eje factorial (18,89% de la varianza) representa una clara gradación desde zonas cercanas al mar hacia puntos más interiores, que están representados en la parte positiva del eje. El segundo eje (16,02% de la varianza) parece realizar una separación de los puntos por playas, reuniendo en su parte negativa los puntos de Laga y en su parte positiva los puntos de La Arena.

En el plano I,II se separan cuatro grupos definidos por un conjunto de especies, cuyas abundancias totales se expresan en la Tabla I. Estos grupos son los siguientes: el primero corresponde a los grupos iniciales de los transectos y está caracterizado por la especie *Elymus farctus*, que es la especie que más contribuye a la construcción del eje I, estas formaciones corresponderían a la asociación *Euphorbio-Agropiretum junceiformis*, característica de una primera etapa de sucesión vegetal. El grupo 2 corresponde a las crestas, caracterizado por las especies *Ammophila arenaria*, *Eryngium maritimum* y *Sinapis arvensis*, que se identifican con la asociación *Othanto-Ammophiletum arundinaceae*. Los grupos 3 y 4 corresponden a las zonas posteriores del transecto, que se diferencian en su composición florística de una playa a otra. El grupo 3 reúne los puntos posteriores de Laga, caracterizados por las especies *Pteridium aquilinum*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* y *Tortula ruralis*, característica de dunas consolidadas. En este estadio posterior, si bien en ambas playas se observan elementos comunes como *Ammophila arenaria*, *Calystegia Soldanella*, *Leontodon taraxacoides*, *Lagurus ovatus*, *Hypochoeris radicata* y *Daucus carota*, la composición florística de cada una de ellas es diferente.

En el grupo 3 cabe destacar la presencia importante del briofito *Tortula ruralis* (es la especie que tiene una mayor contribución al eje II), característica de las fases dunares consolidadas; se da una entrada de nuevas especies procedentes de el encinar: *Smilax aspera*, *Rubia peregrina* y *Pteridium aquilinum* además de otras arenícolas no presentes en La Arena: *Carex arenaria*, *Phleum arenarium*, y *Euphorbia segetalis*.

El grupo 4 corresponde a los puntos de La Arena, cuyas especies diferenciales son *Orobancha minor*, *Crythmum maritimum* (típica de las comunidades de acantilado), *Linaria supina*, *Medicago lupulina*, *Melilotus alba*, *Conyza canadensis*, *Oenothera biennis* y *Vulpia fasciculata*, que son propias de los lugares alterados con suelos removidos y nitrogenados, que soportan, en general, una presión humana importante durante la época estival.

Podemos decir, por tanto, que hay una diferenciación florística en gradiente en ambas playas, pero mientras las partes delanteras son homogéneas en las dos, las zonas posteriores se diferencian claramente. La composición florística en esta banda posterior nos impide identificar la comunidad con la subasociación *Ononidetum ramosissimae*. Esta diferencia en las partes posteriores de las dos playas creemos está causada por el diferente grado de actuación externa.

Características edáficas

En la Fig. 3 se representa la evolución de la granulometría del suelo a lo largo del transecto en las dos playas, apreciándose una disminución en el porcentaje de arena gruesa y aumento de la arena fina, debido a la menor influencia del viento progresivamente desde el mar hacia tierra, así como al aporte de materiales finos por parte de la vegetación.

TABLA I
GRUPOS DE VEGETACIÓN

Especies	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
<i>Aetheorrhiza bulbosa</i>	—	—	—	1
<i>Allium</i> sp.	—	—	1	—
<i>Ammophila arenaria</i>	—	20	12	18
<i>Anagallis arvensis</i>	—	—	1	—
<i>Anthyllis vulneraria</i>	—	—	1	—
<i>Carex arenaria</i>	—	—	3	—
<i>Cakile maritima</i>	—	1	—	—
<i>Calystegia soldanella</i>	2	2	4	7
<i>Crithmum maritimum</i>	—	—	—	1
<i>Conyza canadensis</i>	—	—	—	3
<i>Crepis capillaris</i>	—	—	1	—
<i>Daucus carota</i>	—	—	1	3
<i>Elymus farctus</i>	13	11	4	—
<i>Elymus pycnanthus</i>	—	4	—	—
<i>Eryngium maritimum</i>	6	6	3	8
<i>Euphorbia paralias</i>	—	2	—	5
<i>Euphorbias segetalis</i>	—	—	1	—
<i>Festuca juncifolia</i>	—	—	—	2
<i>Helichrysum stoechas</i>	—	—	1	4
<i>Hypochoeris radicata</i>	—	—	—	2
<i>Lavatera cretica</i>	—	—	1	—
<i>Lagurus ovatus</i>	—	—	4	11
<i>Leontodon taraxacoides</i>	—	—	2	7
<i>Linaria supina</i>	—	—	—	4
<i>Lotus corniculatus</i>	—	—	1	1
<i>Medicago littoralis</i>	—	—	2	8
<i>Melilotus alba</i>	—	—	—	8
<i>Oenothera biennis</i>	—	—	—	12
<i>Orobanche minor</i>	—	—	—	3
<i>Petrorhagia nanteuillii</i>	—	—	—	2
<i>Phleum arenarium</i>	—	—	1	—
<i>Plantago lanceolata</i>	—	—	1	2
<i>Pteridium aquilinum</i>	—	—	9	—
<i>Rubia peregrina</i>	—	—	3	3
<i>Sinapis arvensis</i>	—	1	2	—
<i>Smilax aspera</i>	—	—	4	—
<i>Sonchus</i> sp.	1	1	—	1
<i>Tortula ruralis</i> (Hedw.) Gaertn	—	—	4	—
<i>Vulpia fasciculata</i>	—	—	2	11

TABLA I.—Abundancia de las especies en los grupos definidos por el Análisis Factorial de Correspondencias. La nomenclatura seguida es la de Flora Europaea (Tutin et al. 1964-1980), excepto para la especie cuyo autor se indica.

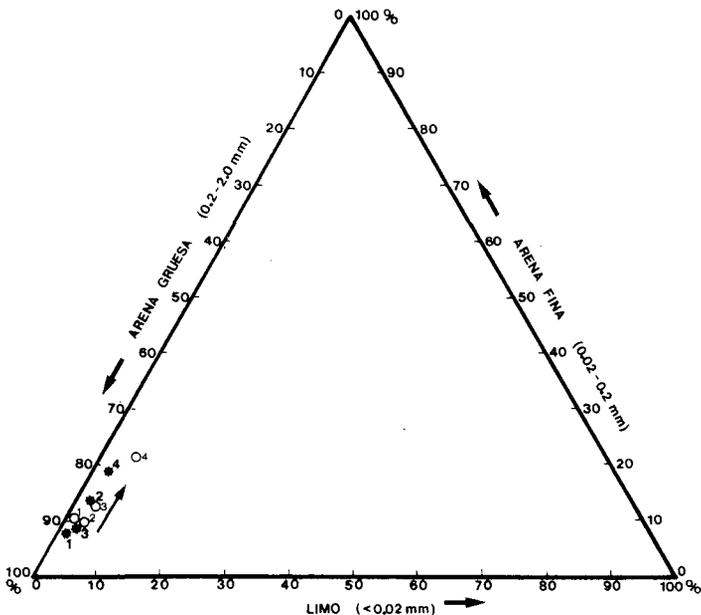


Figura 3.— Evolución de la granulometría del suelo en el transecto de La Arena (asterisco) y Laga (círculo).

El cambio de las propiedades del suelo en las dos playas está representado en la Fig. 4. Esta evolución se puede resumir de la siguiente manera:

Los valores de conductividad, excepto para el punto 1 de Laga, más influenciado por la marea, se mantienen relativamente bajos a lo largo de los transectos, no ofreciendo una evolución clara. Por otro lado las concentraciones de elementos que provienen del mar, Mg, K y Na (excepto en el punto 1 de Laga) son más elevadas en La Arena, lo que podría ser debido a la especial configuración de las dunas en esta playa, que permite una mayor afluencia de las mareas vivas. En la playa las sales depositadas por el mar son rápidamente lavadas hacia los niveles inferiores, lo cual está incrementado por efecto de la lluvia. Se observa una tendencia a la disminución de estos a lo largo del transecto. La correlación entre la conductividad y el Na es altamente significativa ($r=0.99$, g.l. = 6, $p < 0.001$), y muy significativa en el K ($r=0.869$, g.l. = 6, $p < 0.01$), así lo es también entre estas dos últimas variables ($r=0.859$, g.l. = 6, $p < 0.01$).

El porcentaje de Ca disuelto en La Arena, procedente de la descomposición del CaCO_3 , es mayor (también lo es el de CaCO_3) que en Laga. La correlación entre el Ca y el Mg es muy significativa ($r=0.051$, g.l. = 6, $p < 0.01$) y significativa con el CaCO_3 ($r=0.72$, g.l. = 6, $p < 0.05$).

Como consecuencia del lavado por la lluvia, el porcentaje de CaCO_3 disminuye hacia las zonas más alejadas del mar. Esto es muy evidente en Laga; en La Arena no es tan claro, ya que el punto 3, cresta de *Ammophila*, tiene para todos los parámetros un comportamiento diferente: los cepellones que

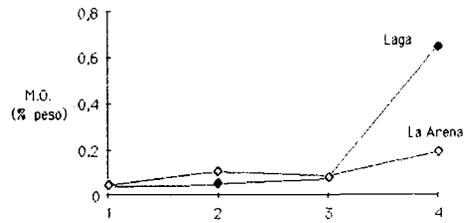
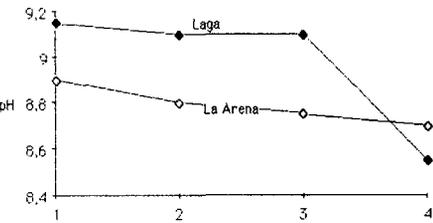
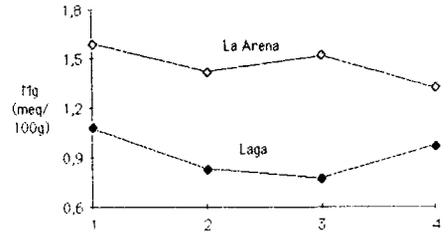
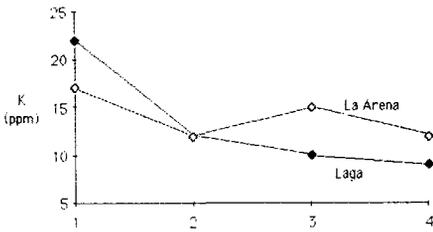
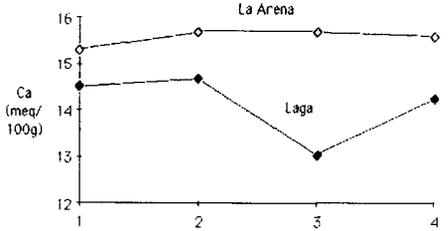
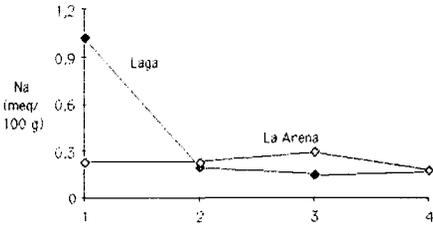
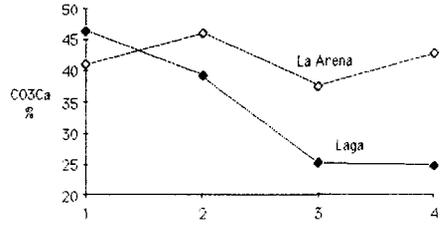
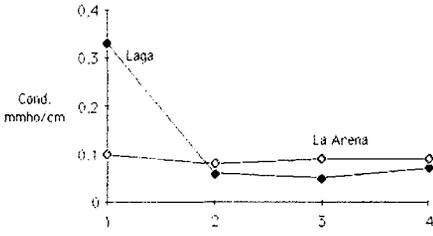


Figura 4.— Características edáficas a lo largo de los transectos.

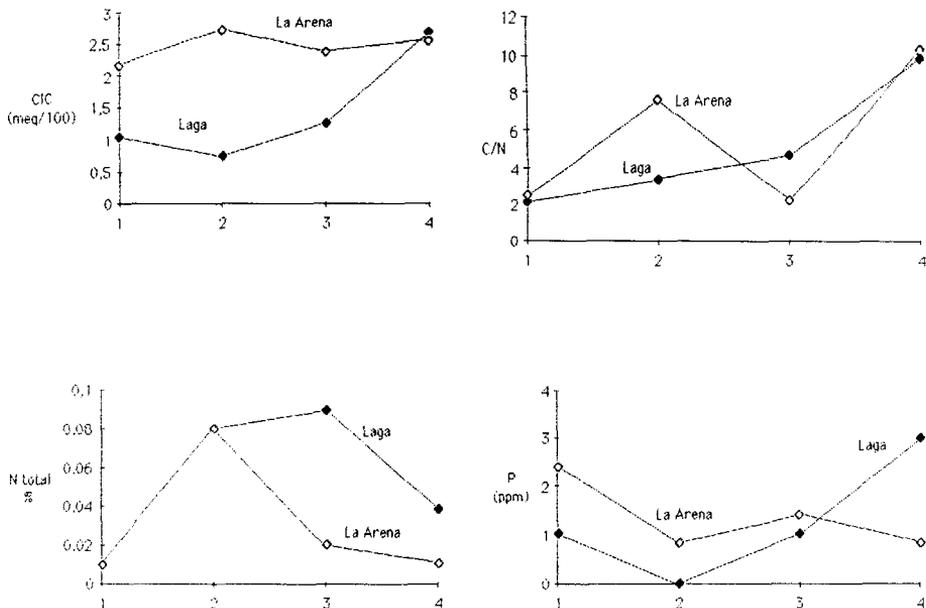


Figura 4.— Características edáficas a lo largo de los transectos.

forma esta especie son capaces de retener gran cantidad de arena transportada por vientos fuertes procedente de las zonas bajas de la duna, esto hace que el suelo aquí presente unas condiciones mayores de oligotrofia.

Muchos nutrientes tienen la máxima solubilidad a un pH entre 6 y 7, decreciendo por encima y por debajo de este rango, por lo que este dato es una indicación relativa de la disponibilidad de nutrientes por la planta. El pH se mantiene elevado como corresponde a un suelo carbonatado, mostrando una suave tendencia hacia la acidificación en ambas playas. Si bien estos valores de pH son ligeramente más bajos que en La Arena, se observa un marcado descenso de este factor en Laga en relación con un fuerte aumento de la M.O. en el punto 4, lo que parece indicar el comienzo de la formación de un perfil orgánico (con procesos de descomposición y formación de ácidos húmicos que disminuyen el pH), produciéndose de esta manera una correlación significativa de los valores de pH con los de M.O. ($r=0.732$, g.l. = 6, $p < 0.05$) y muy significativa con la C.I.C. ($r=0.92$, g.l. = 6, $p < 0.005$). Este proceso de formación de suelo a lo largo de la topografía dunar está acompañado de un incremento de la C.I.C. relacionado con un mayor aporte de material fino en estas zonas, lo cual es más evidente en el punto 4 de Laga, manteniéndose constante y relativamente elevado en La Arena.

Los suelos dunares son muy pobres en nitrógeno si los comparamos con los suelos forestales del territorio, que alcanzan valores entre 0.16% y 0.51% para los encinares (Onaindia, 1986), siendo este factor limitante en suelos dunares (Lamoureaux & Grandtner, 1978) por lo que la fertilidad es muy baja;

ésto se aprecia a lo largo del perfil dunar en las dos playas, el incremento final de N en el punto 4 de Laga va emparejado a la subida de la M.O. De la misma forma se observa un incremento de la relación C/N a lo largo del transecto.

El fósforo, al igual que el nitrógeno, aparece extremadamente deficitario en todas las comunidades, entrando en los límites de la detección por la técnica utilizada. Podría existir un rápido lavado de este elemento por la lluvia, siendo trasladado a los niveles inferiores. El incremento de P en el punto 4 de Laga tiene también su reflejo en un enriquecimiento de la M.O.

DISCUSIÓN

Sólo se han podido reconocer dos de las cuatro asociaciones fitosociológicas descritas para el territorio, la comunidad característica de las primeras etapas de sucesión de la duna embrionaria: *Euphorbio-Agrophyretum junceiformis*, y la comunidad de crestas dunares consolidadas *Othanto-Ammophiletum arundinaceae*. Las comunidades de primera línea sobre arenas sueltas y móviles están pobremente representadas en ambas playas, y las comunidades de dunas consolidadas presentan una composición florística que nos impide asimilarlas a las asociaciones descritas para estos estadios dunares.

La composición florística durante los primeros estadios del desarrollo dunar, frente y cresta, es en ambas playas semejante: las condiciones de xericidad, inundación mareal, efecto de abrasión eólica, maresía, movilidad del sustrato, etc., limitan el desarrollo de la vegetación a unas cuantas especies pioneras adaptadas al estrés ambiental (Chapman, 1976). Como reflejo de ello, la diversidad específica, tomada como índice de organización del sistema (Margalef, 1974), es baja tanto en los frentes dunares como en las crestas (Fig. 5).

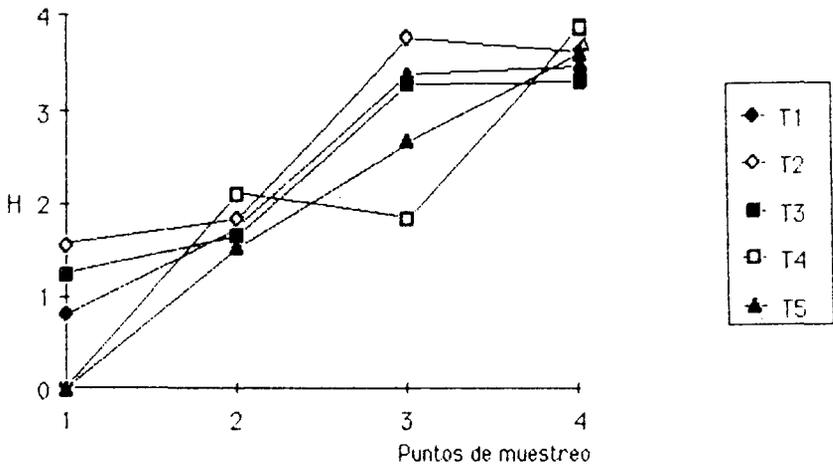


Figura 5.— Valores de diversidad a lo largo de los transectos (índice de Shannon-Weaver).

La gramínea *Elymus farctus* domina la duna embrionaria o frente dunar. Esta especie soporta una inundación mareal esporádica, pudiendo temporalmente tolerar hasta un 65% de sal en el suelo (Ranwell, 1972). En las partes posteriores, otra gramínea, *Ammophila arenaria*, encuentra su óptimo ecológico al poseer adaptaciones fisiológicas que le permiten resistir condiciones adversas, y competir con éxito por las posiciones topográficas de la duna más expuestas, las crestas dunares. El papel geomorfológico que cumple esta especie es evidente, ya que el efecto de pantalla que produce crea condiciones topográficas más resguardadas en el medio, que se va enriqueciendo con otras especies menos resistentes, aumentando la diversidad específica (Figura 5).

Como queda de manifiesto en el AFC, hay una diferenciación clara de las especies de las zonas retrasadas en ambas playas, donde se desarrolla una vegetación más diversa y de mayor cobertura por entrada de nuevas especies y disminución de la presencia de arenícolas.

Se pone de manifiesto un modelo de distribución de la vegetación en gradiente relacionado con la topografía dunar, mientras que hay una segunda tendencia de variación florística que conduce a diferenciar las partes posteriores de las dos playas, y que parece estar causada por el grado de actuación externa, concretamente de la presión humana directa. Esta organización de la vegetación tiene su reflejo, en mayor o menor medida, en la evolución de los factores edáficos. Así, un incremento de la cobertura y diversidad específica a lo largo del perfil dunar lleva emparejado un enriquecimiento del suelo en M.O., C.I.C, N P y C/N, y una disminución del pH, más evidente en las zonas más retrasadas. De acuerdo con algunos autores (Salisbury, 1952; Wilson, 1960; Lamoureaux & Grandtner, 1978), se podría tomar el contenido en M.O. del suelo como un índice de la consolidación del sistema dunar: en este caso la playa de Laga aparece como un medio más maduro y estable que La Arena.

Respecto a un factor limitante como es la salinidad edáfica, se acepta generalmente que para interferir osmóticamente con el crecimiento de las plantas no halófitas, se precisa una conductividad de 4 mmho/cm (Daubenmire, 1967). Este valor no se alcanza en ningún punto, por lo que las características halofíticas de la flora de las dunas no pueden ser atribuidas a la salinidad del suelo (Oosting & Billings, 1942, Alberdi *et al.*, 1967) y bien podría ser debido a las sales de las brumas marinas (Martin, 1959), a las concentraciones relativas de diversos iones en el sustrato (Chapman, 1931) o a otros factores (Lamoureaux, 1978).

Podría decirse que esta diferencia entre las playas, que refleja un diferente grado de maduración en las dunas, es debida a una diferente intensidad de la desorganización del sistema representada en este caso por la intervención humana. Parece corroborarse la idea de Fernández Alés *et al.* (1974) de que para diferentes valores de intervención, los tipos de vegetación que aparecen tienen más relación con ésta que con el medio físico. El movimiento y extracción de arena, así como la presión humana directa en la playa de La Arena conduce a situaciones florísticas diferentes que en Laga, donde el menor grado de presión posibilita la maduración de la duna, representada por la aparición de especies indicadoras de dunas estabilizadas, como *Tortula ruralis*, y un mayor enriquecimiento del suelo, comparándolo con La Arena. Sin embargo, podemos decir que esta actuación externa produce efectos observables en las zonas más consolidadas y posteriores en el proceso de sucesión, donde los factores de estrés están más atenuados, y no en las etapas iniciales. La baja

diversidad y cobertura vegetal y la dominancia de especies pioneras en las etapas iniciales en ambas playas, puede ser interpretada como una limitación del medio, en este caso por la abrasión eólica, movilidad del sustrato, pobreza de nutrientes y falta de disponibilidad de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERDI, MIREN et RAMÍREZ (1967). Estudios en la zonación. (Studies on the littoral zonation of higher vegetation in Mehvin (Valdivia, Chile) based on osmotic activity. *Phyton* (Buenos Aires), 24 (2): 77-83.
- BENZECRI, J.P. (1973). *L'analyse des donnés. II. L'analyse des correspondances*. Dunod. Paris.
- CORDIER, B. (1965). *L'analyse factorielle des correspondances*. Thèse 3.^e cycle. Rennes.
- CHAPMAN, G.W. (1931). The cause of succulence in plants. *New Phytol.* 30: 119-127.
- CHAPMAN, S.B. (1976). *Methods in Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- DAUBENMIRE, R.F. (1967). *Plants and environment. A text book of plant autoecology*. John Wiley & Sons. New York.
- FERNÁNDEZ ALÉS, R.; MARAÑÓN, T.; FIGUEROA, M.E.; GARCÍA NOVO, F. (1984). Interacciones entre geomorfología e intervención humana sobre la composición del matorral en la cuenca del río Guadalupejo (Extremadura). *Estudia Oecologica* III/1 y 2: 35-54.
- FLOR, G. (1980). Las dunas costeras de Cantabria: valores singulares geológicos. *Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Santander.
- GREIG-SMITH, P. (1983). *Quantitative Plant Ecology*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- GUINEA, E. (1949). *Vizcaya y su paisaje vegetal*. Junta Cultural Vizcaína. Bilbao.
- LAMOUREAUX, G. et GRANDTNER, M.M. (1978). Contribution a l'étude écologique des dunes-moviles II. Les conditions édaphiques. *Canadian Journal of Botany*, 56 (7): 818-832.
- MARGALEF, R. (1974). *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona.
- MARTIN, W.E. (1959). The vegetation of Island Beach State Park. New Jersey. *Ecol. Monogr.* 29: 1-46.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA (1981). *Métodos oficiales de análisis de suelos y aguas*. Madrid.
- NAVARRO, C. (1980). *Contribución al estudio de la flora y vegetación del Duranguesado y la Busturia (Vizcaya)*. Tesis doctoral. Madrid.
- ONAINDIA, M. (1986). *Ecología vegetal de las Encartaciones y el macizo del Gorbea*. Servicio Editorial. Universidad del País Vasco.
- OOSTING, H.J. & BILLINGS, W.D. (1942). Factors affecting vegetational zonation on coastal dunes. *Ecology*, 23: 131-142.
- RANWELL, D.S. (1972). *Ecology of salt marshes and sand dunes*. Chapman & Hall. London.
- RUBIO GARCÍA, J.C. & FIGUEROA, M.E. (1983). Medio físico. Vegetación y evolución de las marismas de los ríos Odiel y Tinto (Huelva). *Estudios Territoriales* 9. Centro de estudios de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente.
- SALISBURY, E.J. (1952). *Downs and dunes*. G. Bell & Sons, Ltd. London.
- TUTIN, T.G.; HEYWOOD, V.H.; BURGESS, N.A.; MOORE, D.M.; VALENTINE, D.H.; WALTERS, S.M. & WEBB, D.A. (Eds.) (1964-1980). *Flora Europaea*. 5 vol. Cambridge University Press. Cambridge.
- WILSON, K. (1960). The time factor in the development of dune soils at south Haven Peninsula, Dorset. *J. Ecol.*, 48: 341-359.