ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LA BARRA COSTERA EL MOGOTE, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO

BLANCA ESTELA ROMERO-LÓPEZ¹, JOSÉ LUIS LEÓN-DE LA LUZ^{1, 3},
GUSTAVO DE LA CRUZ-AGÜERO² Y JOSÉ JUAN PÉREZ-NAVARRO¹

¹Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Mar Bermejo No. 195, Col. Playa
Palo de Santa Rita, La Paz, C.P. 23090 Baja California Sur, México,
Tel. (612) 12 38484, ext. 3326. Fax. +52 (612) 123-8525.

²Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), Av. Instituto Politécnico
Nacional s/n, Col. Playa Palo de Santa Rita, La Paz,
C.P. 23096 Baja California Sur, México. Tel. +52 (612) 123-4658.

³Autor para la correspondencia. Correo-e: jlleon04@cibnor.mx

Resumen: Ubicada en la región meridional de Baja California Sur, la barra arenosa El Mogote exhibe en una superficie de un poco más de 15.5 km² una vegetación con rasgos singulares debido a la confluencia de la franja costera arenosa con elementos florísticos de la región árido-tropical de la Región del Cabo y del Desierto Sonorense. Se analiza la vegetación mediante técnicas de clasificación y ordenación para determinar relaciones entre gradientes de vegetación y edáficos. Se identificaron nueve asociaciones vegetales que corresponden a tres ambientes: dunas, salitral y manglar. El gradiente de vegetación en la zona de dunas se explica en función de la salinidad y el tamaño de partículas del suelo. Algunos atributos ecológicos revisados mostraron que la riqueza específica y la diversidad de especies son superiores en las zonas menos expuestas al litoral y con suelo más estabilizado. Este tipo de vegetación afronta una fuerte presión debido a desarrollos turísticos en la zona.

Palabras clave: Baja California, barra arenosa, clasificación, ordenación, vegetación costera.

Abstract: Located in the southern region of the east coast of the state of Baja California Sur, the large sand bar, called El Mogote, is covered in 15.5 km² of surface by vegetation whose features are particular of the merging of sandy coastal environments, the arid-tropical Cape Region, and the Sonoran Desert. We analyzed the vegetation by classification and ordination techniques to establish relationships between vegetation and edaphic gradients, identifying nine plant associations in three environments: dunes, salt flats, and mangrove. The vegetation gradient in the dunes is explained by salinity and size of soil particles. Some ecological variations account for species richness and diversity, which are higher in the protected surfaces containing more stable soil than in wind exposed areas. Vegetation in this area is threatened by a residential and touristic infrastructure and construction.

Key words: Baja California, classification, coastal vegetation, ordination, sand bar.

El Mogote es una barra arenosa ubicada en la porción meridional de la Península de Baja California, en el norte de la región natural conocida como Región del Cabo, cubriendo una superficie de 15.5 km². Además del ambiente costero-arenoso de los márgenes, la vegetación del interior de la barra contiene componentes del matorral sarcocaula, una variante de la vegetación de filiación árido-tropical que en la península se intercala gradualmente con la vegetación propiamente xerofítica del desierto Sonorense (Shreve y Wiggins, 1964; Wiggins, 1980; Brown, 1994; León de la

Luz *et al.*, 1999, 2000).

A nivel peninsular, algunos autores como Johnson (1977, 1982) y Delgadillo *et al.* (1992) han descrito la composición florística de manglares, salitrales y dunas. En la escala local, son pocas las referencias en donde se considera la vegetación de la barra El Mogote; entre ellas destacan los trabajos de vegetación costera de la Región del Cabo (Pérez-Navarro, 1995) y de la Ensenada de La Paz (Jiménez-Quiroz, 1991).

Acerca de la relación entre la vegetación costera y su

ambiente, se ha documentado que en diversas costas de México y el mundo existe una correlación entre gradientes de vegetación que responden a factores ambientales como viento, aspersión salina, disponibilidad de agua dulce y de nutrientes (Ranwell, 1972; Doing, 1981; Barbour, 1985; Nakanishi y Fukumoto, 1987; Moreno-Casasola y Espejel, 1986; Skyes y Wilson, 1988; Soto, 1992; De Oliveira-Filho, 1993; Megyry y Miyawaki, 1994; Sayed, 1994; Schmitt, 1994; Holton *et al.*, 2001; Thompson y Webber, 2003).

La presente investigación documenta los patrones de la vegetación de El Mogote y los analiza con las principales variables ambientales para establecer gradientes de vegetación y atributos ecológicos como riqueza específica y diversidad. De ser una localidad prácticamente sin disturbio humano, El Mogote enfrenta hoy día serios retos de impactos antrópicos. Este estudio será una referencia obligada a consultarse en el futuro para el sitio y para la vegetación costera de esta región del país.

Materiales y métodos

Área de estudio. La barra arenosa El Mogote se encuentra en la parte sur de la Bahía de La Paz (Baja California Sur, México), cuya disposición E-O ha permitido la formación de la Ensenada de La Paz, separando así dos cuerpos: la bahía y la ensenada o laguna. Se consideraron como límites de El Mogote a las coordenadas 24°10'45" N / 110°26'21" O en el extremo NO y los 24°08'56" N y 110°19'26" O en el extremo SE (figura 1). La longitud de la barra (E-O) es de 11.7 km, en su parte más ancha (N-S) mide 2.6 km, mientras que en la más angosta apenas alcanza 0.3 km. De esta manera la zona de estudio cubre una superficie aproximada de 15.8 km².

La topografía de la superficie es ligeramente ondulada, presentándose alturas máximas de hasta 11 m en las dunas activas ubicadas hacia el extremo occidental de la barra (Mendoza-Maravillas, 1990). Algunos rasgos como los campos de dunas activos, los escarpes de erosión, los cordones de playa primigenios, así como los ganchos de depósito, las marismas y el manglar han ayudado a explicar el origen y desarrollo geológico de El Mogote.

Algunos estudios sostienen que la formación El Mogote culminó hace unos 5 ó 6 mil años al estabilizarse el ascenso del nivel del mar al final del Pleistoceno (Osuna-Valdez, 1986; Nava-Sánchez y Cruz-Orozco, 1989). Asimismo, durante el Holoceno han contribuido el transporte litoral de sedimentos desde el margen occidental de la bahía (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997) y las descargas de sedimentos de los arroyos estacionales que vierten en la Ensenada de La Paz.

Brambila-Miranda (1989) afirma que la dinámica de sedimentos depositados en la barra presenta variaciones estacionales muy marcadas en el margen norte de El

Mogote (bajo la influencia del oleaje de la bahía). Ello hace evidente la protección que El Mogote brinda a la Ensenada de La Paz de la energía proveniente de la bahía en forma de oleaje y viento, siendo las partes norte y este las más expuestas a los regímenes de marea, oleaje y viento (Álvarez-Arellano *et al.*, 1997).

De acuerdo con la carta geológica escala 1:1'000,000 (INEGI, 1994a), el origen del sedimento que forman el suelo de El Mogote es de rocas volcánico-sedimentarias. En el margen norte se registran depósitos recientes de arena sin consolidar, acumulados en barras compuestas por cuarzo, feldespato y fragmentos líticos y de conchas. Hacia la parte central y sur se presentan depósitos recientes transportados por la acción del viento y sedimentos fluviales hacia el interior de la ensenada.

El tipo de suelo es una combinación de Regosol eútrico con Yermosol háplico que se caracterizan por la ausencia de horizontes diferenciados, por estar constituidos de sedimentos no consolidados semejantes a la roca que le dio origen, por tener colores claros y por ser pobres en materia orgánica (INEGI, 1994b). En los sedimentos se distinguen dos tipos de arenas relacionadas con ambientes sedimentarios, particularmente de duna y de playa. El primer grupo está constituido por arenas medias y corresponde a un ambiente sedimentario de playa en el cual las variaciones de energía son mayores. El segundo grupo son arenas finas que cubren la mayor parte de la zona de estudio y se encuentran inmediatamente atrás de las arenas medias (Mendoza-Maravillas, 1990).

El clima de la zona de influencia de la Bahía de La Paz es BW(h') hw(e) de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García (1973). Es un clima seco o desértico con temperaturas de cálidas a muy cálidas, con promedio anual mayor de 22°C, con régimen de lluvias en verano y precipitación pluvial promedio de 180 mm. Además, en el régimen de brisa se distinguen tres patrones de vientos característicos: vientos del noroeste, del norte y del sureste, siendo los de norte los que dominan en invierno, mientras que hacia la primavera y parte del verano se presentan los vientos del sur (Mendoza-Maravillas, 1990). Durante el invierno, los vientos del norte suelen soplar con velocidades de hasta 50 km/h y sostenerse así por un par de días, constituyendo un importante factor limitante para este tipo de vegetación.

Métodos. El estudio de vegetación se basa en el muestreo por relevés (levantamientos) de 10 × 10 m, los cuales fueron realizados sobre transectos perpendiculares a la línea de costa a costa, esto es, orientados en dirección norte-sur. Los transectos se eligieron de acuerdo con un análisis de fotografía aérea escala 1:75,000. En cada relevé se registró la cobertura total de la superficie de cada especie vegetal conforme a la escala de Braun-Blanquet, el intervalo total de cobertura de las plantas sobre el suelo se dividió

Figura 1. Localización del área de estudio dentro del Estado de Baja California Sur, en la República Mexicana. La barra arenosa de El Mogote separa a la Bahía de La Paz y forma la laguna costera denominada Ensenada de La Paz.

en seis clases, que son: < 1%, 1-5%, 6-25%, 26-50%, 51-75% y 76-100%.

Clasificación. Se muestrearon 830 relevés, se depuraron aquellos con muy baja o sin cubierta vegetal, quedando 819 para el análisis. También, se eliminó a las especies ocasionales (< 0.5% de frecuencia). Fisonómicamente, la cobertura vegetal en El Mogote se estima entre un 20-50% del terreno dependiendo del sitio. Con los datos de presencia-ausencia se llevó a cabo el análisis de conglomerados para relevés mediante el programa MVSP 3.1 (Kovach, 2002), utilizando el coeficiente de Yule como medida de similitud y el algoritmo de aglomeración media ponderada WPGMA (Sneath y Sokal, 1973) para el agrupamiento de especies. El coeficiente de Yule incorpora el centrado de los datos, reduciendo la influencia del tamaño de la muestra asociada a la frecuencia de aparición de las especies; dicha influencia no suele ser considerada cuando se usan coeficientes no centrados (Jaccard, Sorensen, Ochiai, etc.) para interpretar las agrupaciones resultantes (Jackson *et al.*, 1989).

Acordes con Field *et al.* (1982), se establecieron diferentes niveles de corte. Se verificó la congruencia de las agrupaciones

así definidas con las observaciones en campo y la delimitación fisonómica de unidades de vegetación.

Ordenación. Para realizar la ordenación de la vegetación se aplicó el Análisis por Componentes Principales (ACP) a los datos de cobertura, previamente transformados mediante $\log_{10} X_{ij} + 1$. Para hacer factible la interpretación del gradiente en el plano de ordenación se realizó un ajuste para reducir el número de relevés muestreados. Se consideraron esencialmente criterios como esfuerzo de muestreo por asociación y la homogeneidad de la vegetación, obteniéndose relevés de la zona de pioneras cada 20 m del transecto y en el resto de los ambientes cada 200 m.

Para precisar los gradientes de vegetación a través de gradientes edáficos se eligieron sitios representativos de las principales asociaciones reconocidas. En cada sitio se cavó un pozo edafológico en el cual se describió la estratificación y se tomaron muestras de las diversas capas para la determinación de características fisicoquímicas. Para el análisis numérico se partió de una matriz con 13 variables edáficas (pH, materia orgánica, calcio, magnesio, sodio, potasio, nitratos, nitritos, proporción de arcilla, proporción

de arenas grandes, proporción de arenas medias, proporción de arenas finas, proporción de arenas muy finas) en 15 localidades (los siete puntos de muestreo y sus estratos de profundidad). Mediante el programa MVSP 3.1 se realizó el ACP a la matriz de correlación, previa estandarización respecto a cada variable. Los resultados se muestran en forma de *biplot* en el que las variables edáficas y las profundidades se presentan como vectores sobrepuestos al diagrama de ordenación de las localidades. La dirección de los vectores indica el sentido de máximo cambio para dicha variable, mientras que su magnitud es proporcional a la tasa de cambio o importancia de la misma. La posición relativa de las localidades con respecto a los vectores indica su relación de la variable representada por dicho vector.

Atributos ecológicos. Se utilizaron los datos de proporción de cobertura relativa expresados como la marca de clase del intervalo de cobertura según la escala Braun-Blanquet. La riqueza específica se determinó al contabilizar el total de especies por asociación vegetal.

Con los datos de cobertura relativa de las especies se calculó el índice de diversidad Shannon-Wiener para cada asociación utilizando el programa MVSP 3.1, para lo cual se utilizó como base el logaritmo natural. El coeficiente simple de dominancia (CSD) expresó la importancia de las especies con base en su cobertura; dicho valor se obtuvo como una medida relativa, que resulta de dividir la cober-

tura total de cada especie con respecto al total de la matriz de coberturas por asociación vegetal.

Resultados

Clasificación

La clasificación de los relevés (figura 2) muestra la agrupación más compatible con la apreciación fisonómica en el campo. En primera instancia se diferenciaron tres grandes grupos que corresponden a los siguientes ambientes costeros: vegetación de dunas (VD), salitrales (SAL) y manglares (MAN).

La vegetación de dunas (VD) mostró, a su vez, una zonación en cinco grupos a los que se denominan asociaciones, ellas son: pioneras (PION), dunas frontales (DF), dunas posteriores semi-estabilizadas (DP), dunas posteriores del oeste de la barra (DPW) y matorral sarcocaula (MSC). Las PION se conformaron a partir de 27 relevés, DF de 138 relevés, DP de 170 relevés, DPW de 23 relevés y MSC de 193 relevés.

En general la VD (PION + DF + DP + DPW + MSC) se distribuye desde el norte de la barra, a partir de la playa, hacia el sur al interior de la barra. Las DPW son un tipo especial de dunas posteriores que se presentaron únicamente en la parte oeste de la barra, cerca de las dunas activas las cuales carecen de vegetación, y no son consideradas en este estudio.

Figura 2. Dendrograma del análisis de conglomerados de 802 relevés levantados sobre transectos en dirección N-S de la barra El Mogote, BCS. Ambientes: VD = Vegetación de dunas, SAL = Salitrales, MAN = Manglares, PION = pioneras, DF = dunas frontales, DPW = dunas posteriores del oeste, DP = dunas posteriores, MSC = matorral sarcocaula, SALH = salitrales inundables, SALS = salitrales no inundables, MANE = manglar externo, MANI = manglar interno.

Para el ambiente de SAL se distinguieron dos grupos que corresponden a las asociaciones denominadas SALH (salitrales inundables) y los SALS (salitrales no inundables), los cuales se definieron a partir de 87 y 42 relevés, respectivamente.

Para el ambiente MAN también fue posible diferenciar claramente dos asociaciones en el nivel más alto de similitud (índice de Yule = 1.0). La primera se denominó manglar interno (MANI) por encontrarse generalmente en la vecindad inmediata al salitral (ver figura 1) definiéndose a partir de 71 relevés, mientras que la segunda se designó como manglar externo (MANE) que se conformó a partir de 23 relevés.

La superficie cubierta por cada unidad reconocida es: VD 12.2 km² (MSC 7 km², DF 2 km², DP 2 km², PION 0.7 km² y DPW 0.5 km²), MAN 2 km² y SAL 1.3 km². A estas unidades puede añadirse la superficie de las dunas activas (móviles, ver figura 1) que cubren 0.5 km².

Ordenación

Gradiente de vegetación. En el cuadro 1 se muestran los resultados del ACP para la ordenación de 115 relevés con base en la cobertura de 31 especies. En conjunto los primeros cinco CP acumularon 60% de la varianza total, dando idea de la complejidad del gradiente ambiental.

Considerando el criterio gráfico hasta el punto de inflexión de los valores propios (*eigenvalues*), la varianza acumulada en los primeros CPs y la interpretabilidad del plano de ordenación, el gradiente de vegetación se explica

Cuadro 1. Resultados de la ordenación de los relevés por Componentes Principales que acumulan 60% de la varianza total.

	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5
Valores propios					
(<i>eigenvalues</i>)	0.89	0.39	0.36	0.30	0.25
% Varianza explicada	24.52	10.78	10.02	8.24	6.74
% acumulado	24.52	35.29	45.32	53.55	60.30

con los dos primeros CPs. En la figura 3 se muestra la combinación CP1 vs. CP2, en donde se observa principalmente a los relevés correspondientes a MSC en el extremo derecho y en el extremo izquierdo a los relevés de MANE. Esto muestra un patrón en el que los ambientes más expuestos a la salinidad por influencia marina se ubican hacia el extremo izquierdo de CP1, siendo las especies compatibles con esas condiciones las encontradas en el MAN (MANE y MANI) y SAL (SALH y SALS), en menor grado las que se encuentran en los primeros cordones de dunas cercanos a la playa (PION, DF y DPW), mientras que las que se encuentran en el extremo derecho del plano de ordenación no toleran dichas condiciones.

El CP2 se atribuyó a un gradiente de estabilidad del suelo, el cual aumenta hacia las zonas internas de la barra.

Figura 3. Ordenación de relevés con base a la cobertura de especies. DF = dunas frontales, DP = dunas posteriores, DPW = dunas posteriores del oeste, MSC = matorral sarcocaula, MANE = manglar externo, MANI = manglar interno, PION = pioneras, SALH = salitrales inundables, SALS = salitrales no inundables.

Figura 4. Ordenación general de las asociaciones con base en 12 variables edáficas y en función de la profundidad de las muestras: **DF1** (0-85 cm.), **DF2** (85-120 cm.), **DP1** (0-20 cm.), **DP2** (20-100 cm.), **DPW1** (0-62 cm.), **DPW2** (62-90 cm.), **MSC1** (0-47 cm.), **MSC2** (47-100 cm.), **MAN1** (0-29 cm.), **MAN2** (29-48 cm.), **PION1** (0-49 cm.), **PION2** (49-80 cm.), **SAL1** (0-36 cm.), **SAL2** (36-49 cm.) y **SAL3** (49-72 cm.).

Cuadro 2. Resultados de la ordenación para 13 variables edáficas. Se muestran los valores propios (*eigenvalues*) y la importancia de las variables en los componentes principales extraídos según el criterio de Kaiser. Variables: pH, **MO** = Materia orgánica, **Ca⁺²** = Calcio, **Mg⁺²** = Magnesio, **Na⁺** = Sodio, **K⁺** = Potasio, **NO₃⁻²** = nitratos, **NO₂⁻²** = nitritos, **AREN_G** = proporción de arenas gruesas (> 600 µm), **AREN_M** = proporción de arenas medias (250 µm - 650 µm), **AREN_F** = proporción de arenas finas (125 µm > 250 µm), **AREN_MF** = proporción de arenas muy finas (63 µm > 125 µm) y **ARCI** = proporción de arcillas. Nota: Se resaltan los coeficientes de las variables con mayor peso en cada componente.

Variables	CP1	CP2	CP3	CP4
pH	0.099	-0.130	0.643	0.154
MO	0.363	0.010	-0.315	0.146
Ca ⁺²	0.407	0.045	-0.03	-0.163
Mg ⁺²	0.096	0.138	0.351	-0.574
Na ⁺	0.415	-0.027	-0.048	-0.112
K ⁺	0.417	-0.019	-0.098	-0.077
NO ₃ ⁻²	-0.191	-0.188	-0.444	-0.395
NO ₂ ⁻²	-0.057	0.310	-0.226	0.342
AREN_G	0.300	-0.148	-0.239	0.207
AREN_M	-0.112	-0.631	0.025	0.051
AREN_F	-0.112	0.631	-0.027	-0.099
AREN_MF	0.194	0.103	0.201	0.456
ARCI	0.380	0.008	0.066	-0.211
Valores propios (<i>eigenvalues</i>)	5.54	2.14	1.72	1.35
% Varianza explicada	42.62	16.44	13.27	10.40
% acumulado	42.62	59.06	72.32	82.73

Figura 5. Diversidad Shannon-Wiener (barras blancas) y Riqueza específica (barras grises) por asociación definida. **DF** = dunas frontales, **DP** = dunas posteriores, **DPW** = dunas posteriores del oeste, **MSC** = matorral sarcocaula, **MANE** = manglares externos, **MANI** = manglares internos, **PION** = pioneras, **SALH** = salitres inundables, **SALS** = salitres no inundables.

De esta manera, la zona de PION y los primeros cordones de dunas como las DPW y DF corresponden a los sustratos menos estabilizados. Las zonas de estabilidad media corresponden a algunos relevés del ambiente MAN, SAL y a la asociación DP. En el extremo inferior se encuentra una mayor proporción de relevés del MSC que indican la relativa mayor estabilidad del sustrato.

Gradientes edáficos. El ACP para 13 variables edáficas determinadas para siete puntos de muestreo (DF, DP, DPW, MAN, MSC y SAL) fue congruente con el patrón observado en la ordenación de relevés. De acuerdo con el criterio de Kaiser, el cuadro 2 muestra que son significativos cuatro CPs, con los cuales se explica aproximadamente 83% de la varianza total, mientras que con los primeros dos CPs se alcanzó una proporción considerable de varianza acumulada (59%).

En CP1 las concentraciones de los iones K^+ y Na^+ fueron los que mostraron un mayor peso (coeficientes de 0.417 y 0.415, respectivamente). El CP2 estuvo definido por la textura del suelo, fundamentalmente por la proporción de arenas medias (coeficiente = -0.613) y finas (coeficiente = 0.613). El CP3 está determinado por el pH (coeficiente = 0.643) y el CP4 por el magnesio (coeficiente = -0.574).

Los resultados que ilustra la figura 4 confirmaron que el principal factor ambiental que determina el gradiente de vegetación es el efecto marino, el cual puede ser explicado por la abundancia de sales de sodio (52 a 4,496 mg Na^+ kg suelo⁻¹) o de potasio (88 a 302.2 mg K^+ kg suelo⁻¹) en los extremos del gradiente (PION y MAN), y una concentración menor al interior de la barra en sustrato estabilizado (15 a 21 mg K^+ o Na^+ kg suelo⁻¹). El segundo factor de importancia es la textura, aunque el sustrato de las dunas

fueron clasificados como 100% arena, los ambientes del interior (MSC y DP) mostraron texturas en donde predominan las arenas finas (125 a 250 μm), mientras que en el margen norte (zona de PION), el sustrato posee mayor proporción de arenas de tamaño medio (250 a 600 μm). En contraposición, se presentaron texturas areno-limosas y areno-arcillosas en las zonas del MAN y SAL.

Atributos ecológicos

Los resultados de riqueza y diversidad por asociación muestran un incremento en la riqueza específica desde la playa hacia las zonas más protegidas del impacto del viento (MSC). Así, mientras que la zona de PION en las dunas embrionarias se presentan como máximo nueve especies, en DF se ubican 23, en DP aumenta a 24 y en MSC se alcanza un máximo con 26 especies. La asociación DPW registra nueve especies menos que las DP típicas en el resto de la barra. Asimismo, se muestra un incremento en la riqueza específica desde la zona de MAN hacia el interior de la barra; por un lado MANE mostró seis, el MANI nueve y el SALH catorce especies. Para el SALS se contabilizan doce especies (figura 5).

De acuerdo con el índice Shannon-Wiener, se advierte que el MSC presenta la mayor diversidad ($MSC = 2.4$), ello indica que sobre este último existe el mejor balance entre el número de especies y su abundancia. La tendencia general mostró un descenso desde el MSC (interior de la barra) hacia el mar en dirección Norte o Sur, siendo más gradual hacia la zona de playa, en tanto que hacia el SAL y MAN las diferencias son más drásticas. A excepción del SAL, fue evidente que las asociaciones próximas al mar (PION y MANE) mostraron los valores más bajos de diversidad Shannon-Wiener (1.7 y 1.0, respectivamente).

Cuadro 3. Síntesis del coeficiente simple de dominancia (CSD) de las especies presentes en cada asociación. Nota: en negrita se resalta a las especies dominantes por asociación.

ESPECIE	COEFICIENTE SIMPLE DE DOMINANCIA (CSD) %								
	PION	DF	DPW	DP	MSC	SALS	SALH	MANI	MANE
<i>Abronia maritima</i> Nutt. ex S.Watson	40.88	-	-	-	-	-	-	4.73	-
<i>Allenrolfea occidentalis</i> (S.Wats.) Kuntze	-	0.57	-	0.18	0.42	84.92	53.78	-	-
<i>Amaranthus watsonii</i> Standl.	16.70	19.14	0.99	8.20	2.79	-	-	-	-
<i>Aristida californica</i> Thurb.	-	-	1.40	0.37	-	-	-	-	-
<i>Asclepias albicans</i> S.Watson	-	0.14	23.58	0.17	0.03	-	-	-	-
<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.	-	-	-	-	-	0.53	0.32	-	-
<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	-	-	-	-	-	-	0.18	34.26	6.33
<i>Batis maritima</i> L.	-	-	-	-	-	-	4.43	39.30	5.44
<i>Bursera epinnata</i> (Rose) Engl.	-	-	-	0.39	0.26	0.53	-	-	-
<i>Bursera filicifolia</i> Brandegee	-	0.28	-	0.07	0.21	-	-	-	-
<i>Bursera microphylla</i> A.Gray	-	0.24	-	-	0.10	-	-	-	-
<i>Condalia globosa</i> I.M.Johnst.	-	-	-	0.54	14.24	-	-	-	-
<i>Croton californicus</i> Müll.Arg.	4.88	8.46	11.15	4.83	1.15	-	-	-	-
<i>Cylindropuntia alcahes</i> (F.A.C.Weber) F.M.Knuth	-	0.06	-	0.22	0.11	-	-	-	-
<i>Cylindropuntia cholla</i> (F.A.C.Weber) F.M.Knuth	-	0.22	0.29	0.69	0.32	-	-	-	-
<i>Cyrtocarpa edulis</i> (Brandegee) Standl.	-	0.23	0.29	31.34	10.45	0.43	-	-	-
<i>Encelia farinosa</i> A.Gray ex Torr.	-	0.04	-	-	0.03	-	-	-	-
<i>Euphorbia leucophylla</i> Benth.	5.16	14.34	18.39	9.54	9.65	2.62	-	-	-
<i>Fouquieria diguetii</i> (Tiegh.) I.M.Johnst.	-	0.11	0.89	1.30	16.14	4.33	-	-	-
<i>Hyptis laniflora</i> Benth.	-	0.22	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jatropha cinerea</i> (Ortega) Müll.Arg.	3.15	25.96	15.12	17.08	18.15	3.92	0.28	-	-
<i>Jouvea pilosa</i> (J.Presl) Scribn.	1.18	0.28	2.89	0.28	-	-	-	-	-
<i>Krameria paucifolia</i> (Rose) Rose	-	0.34	16.47	6.21	8.17	-	-	-	-
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) C.F.Gaertn.	-	-	-	-	-	-	-	4.39	54.83
<i>Lycium brevipes</i> Benth.	-	0.21	-	0.63	3.26	0.12	-	-	-
<i>Lycium fremontii</i> A.Gray	-	-	-	0.40	-	-	-	-	-
<i>Maytenus phyllanthoides</i> Benth.	-	-	-	-	-	-	0.10	-	-
<i>Monantochloe littoralis</i> Engelm.	-	-	-	-	0.05	-	35.24	4.17	-
<i>Pachycereus schottii</i> (Engelm.) D.R.Hunt	-	-	-	0.07	0.07	0.53	0.06	-	-
<i>Palafoxia linearis</i> (Cav.) Lag.	19.20	0.29	0.69	-	-	-	-	-	-
<i>Perityle crassifolia</i> Brandegee	-	-	-	-	0.27	-	0.35	-	-
<i>Porophyllum gracile</i> Benth.	-	-	-	-	0.07	-	-	-	-
<i>Psoralea emoryi</i> (A.Gray) Rydb.	5.87	25.96	0.89	9.02	7.91	1.49	-	-	-
<i>Rhizophora mangle</i> L.	-	-	-	-	-	-	-	-	32.85
<i>Salicornia bigelovii</i> Torr.	-	-	-	-	-	-	0.13	2.74	0.28
<i>Salicornia virginica</i> L.	-	-	-	-	-	-	1.43	0.95	-
<i>Salicornia subterminalis</i> Parish	-	-	-	-	-	-	2.43	9.44	-
<i>Sesuvium portulacastrum</i> L.	-	-	-	-	-	0.22	1.17	-	-
<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth	2.99	1.86	1.45	0.21	0.32	-	0.12	0.03	0.28
<i>Stenosperma halimifolium</i> Benth.	-	0.13	-	1.13	0.30	-	-	-	-
<i>Stenocereus gumosus</i> (Engelm.) Gibson et Horák	-	0.24	-	0.40	1.23	0.37	-	-	-
<i>Xylothamnia diffusa</i> (Benth.) G.Nessom	-	0.72	5.51	6.71	4.30	-	-	-	-
TOTAL DE ESPECIES	9	23	15	24	26	12	14	9	6

Dominancia. Mediante el CSD (cuadro 3) se corroboró que las asociaciones de PION, de SAL (SALS y SALH) y de MAN (MANI y MANE) se caracterizan por una fuerte dominancia de pocas especies. En el caso de PION, *Abronia maritima* Nutt. alcanzó un CSD de 41%, en SAL fue *Allenrolfea occidentalis* (S.Wats.) Kuntze con CSD de 84%, en MANE *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn. con un CSD de 55% y para MANI fue *Avicennia germinans* (L.) L. con un CSD de 39%. A medida que se avanza al interior de la barra, la cobertura vegetal se reparte entre un mayor número de especies, aunque es posible definir a un grupo de especies dominantes.

Discusión

El análisis de clasificación mostró una alta afinidad florística entre las cinco asociaciones que integran el ambiente de la vegetación de dunas (VD) y una marcada discontinuidad florística entre éstas y las que integran los ambientes de manglar y del salitral. El patrón sucesional en las dunas es congruente con los esquemas de zonación propuestos por Johnson (1977), Doing (1981), y Moreno-Casasola y Espejel (1986). Partiendo de la línea de costa, dicha zonación va desde la zona de pioneras (dunas embrionarias), hasta las dunas estabilizadas, ocupadas por el MSC (44% de la superficie de la barra); ésta es una asociación peculiar por ser una versión empobrecida, en cuanto al número de especies, del existente de manera amplia en la mayor parte de la península de Baja California. Si bien algunos elementos, como el ciruelo cimarrón *Cyrtocarpa edulis* (Brandege) Standl. logra allí crecer con un notable diámetro en sus ramas (hasta 60 cm), que además adoptan un hábito postrado, con crecimiento vegetativo-concéntrico a partir del eje original, situación no observada en tierra continental, hecho que hace al sitio relevante desde el punto de vista fisonómico.

De manera global, la vegetación de las dunas muestra congruencia con lo descrito por Pérez-Navarro (1995) para la Región del Cabo. En la zona de pioneras *Palafoxia linearis* (Cav.) Lag. es una especie abundante; sin embargo, la ausencia de *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br. parece ser sustituida por *Abronia maritima*, hierba perenne ampliamente distribuida en la costa norte del Golfo de California. Mientras que para la zona de dunas frontales de la Región del Cabo se registran con frecuencia abundantes pastos amacollados como *Sporobolus virginicus* (L.) Kunth y *Jouvea pilosa* (J.Presl) Scribn. (Johnson, 1977; Pérez-Navarro, 1995), en El Mogote la fisonomía dominante en DF corresponde a hierbas perennes erectas (*Psoralea arguta* (A.Gray) Rydb., *Amaranthus watsonii* (Standl.), *Croton californicus* Müll.Arg. y arbustos pequeños de lombo *Jatropha cinerea* (Ortega) Müll.Arg.

Aunque las DP y el MSC comparten varios elementos florísticos con la vegetación de la Región del Cabo y la

árido-central de la península (24° - 28°N), en el Mogote la abundancia del ciruelo *Cyrtocarpa edulis* marca la distinción en la estructura de la vegetación de dunas. Otros elementos típicos del matorral que se encuentran a partir de las DP son *Jatropha cinerea*, *Xylothamnium diffusa* (Benth.) G.Nessom, *Krameria paucifolia* Rose, *Cylindropuntia cholla* (F.A.C.Weber) F.M.Knuth, *C. alcahes* (F.A.C.Weber) F.M.Knuth, *Pachycereus schottii* (Engelm.) D.R.Hunt, *Stenocereus gummosus* (Engelm.) A.C.Gibson et K.E.Horak, *Fouquieria diguetii* (Van Tiegh.) I.M.Johnst., *Condalia globosa* I.M.Johnst., *Bursera epinnata* (Rose) Engl., *B. microphylla* A.Gray y *B. filicifolia* Brandege.

Por su parte, la vegetación de salitres y manglares se presenta en el litoral sur de El Mogote como resultado de la acumulación de sedimentos finos (arenas-limosas y arenos-arcillosas) que son arrastrados por arroyos para descargar en la Ensenada de La Paz. La vegetación de salitres es casi monoespecífica pues domina la saladilla *Allenrolfea occidentalis*. En los salitres inundables (SALH) la saladilla es acompañada por *Monanthochloe littoralis* Engelm., ambos taxa presentan alta tolerancia a la salinidad edáfica y a la sequía, a niveles no tolerados por otras halófitas (Delgadillo *et al.*, 1992). Los SALH se desarrollan sobre superficies semi-húmedas eurihalinas, susceptibles de inundación y con elevadas fluctuaciones de salinidad edáfica estacionalmente. La composición de los SALH es homogénea en la península de Baja California, misma que se considera transicional entre la vegetación de los desiertos de afinidad tropical y los de afinidad templada o de clima estacional (Delgadillo *et al.*, 1992). A diferencia de los salitres bajacalifornianos francamente extra-tropicales documentados por Delgadillo *et al.* (1992), en los de El Mogote no se presenta una zonación atribuible a los niveles de pleamar, probablemente porque la fluctuación es de aproximadamente 1 m, mientras que del norte de la península alcanza varios metros, particularmente en la zona del Golfo de California.

Los manglares de El Mogote están conformados por individuos de porte arbustivo (Jiménez-Quiroz, 1991). Su estructura es relativamente sencilla, lo cual puede atribuirse a las condiciones ambientales extra-tropicales, en donde las determinantes del clima sólo son temporalmente adecuadas para su óptimo desarrollo (Rzedowski, 1978).

La mayor parte de los manglares se encuentra dominada en el estrato leñoso por el mangle negro o salado *Avicennia germinans* (L.) L. y en el estrato herbáceo por *Batis maritima* L. La abundancia del mangle negro en El Mogote puede estar relacionada con su resistencia a las condiciones climáticas semi-tropicales y de aridez (Lot *et al.*, 1975) y por su afinidad por sustratos en donde predominan las arenas finas y limos (McNae, 1963; citado por Jiménez-Quiroz, 1991) y porque no requiere necesariamente estar en contacto directo con agua, sino más bien con suelo saturado de humedad.

Los manglares externos de El Mogote corresponden a la asociación *Lagunculario racemosae* - *Rhizophoretum mangle* que Delgadillo *et al.* (1992) describen para el norte de la península. Dicho manglar constituye la primera franja de vegetación de manglar con influencia sub-tropical ocupando las zonas intermareales protegidas.

El patrón de la distribución vegetal de El Mogote responde a los procesos de formación y acrecentación de la barra arenosa, fundamentalmente, al arrastre y depositación de sedimentos marinos y terrestres (Brambila-Miranda, 1989; Mendoza-Maravillas, 1990; Álvarez-Arellano *et al.*, 1997). El análisis de componentes principales (ACP) para la vegetación sugiere que dicho patrón está determinado por el factor marino (exposición a la salinidad del suelo y a la aspersión salina) y por la estabilidad del sustrato (textura y tamaño de partículas). Así el gradiente definido va de la línea de costa hacia el interior de El Mogote, es decir, desde la Ensenada de la Paz (MAN) o de la Bahía de La Paz (PION) hacia el interior de la barra (MSC).

Como resultado de la cercanía al mar los efectos de la aspersión salina, el viento y la inundación son más intensos y disminuyen gradualmente tierra adentro, la influencia marina se expresa por altas concentraciones de K^+ y Na^+ en los suelos de las asociaciones de pioneras, manglares y del salitral, considerados como los extremos del gradiente. Además, como resultado de la escasez de aportes de agua continental provenientes de la precipitación y escurrimientos (Jiménez-Quiroz, 1991) se crean condiciones de hipersalinidad en la Ensenada de La Paz, las cuales sin duda provocan una salinidad aún mayor en los manglares y salitrales, particularmente durante los meses de mayor demanda de evaporación del medio y menor disponibilidad de agua (abril a julio).

Aunque la mayoría de los estudios realizados en ambientes conformados por dunas y manglares (sureste de México) muestran gradientes edáficos unidireccionales (materia orgánica, pH y salinidad) en el sentido mar-tierra adentro, en El Mogote se presenta una doble influencia marina producida en la vertiente norte por efecto de la Bahía de La Paz y en la vertiente sur por efecto de la Ensenada de La Paz. Al igual que en estudios realizados en otras zonas del país (Moreno-Casasola, 1982; Espejel, 1986), se advirtió que la materia orgánica presenta menores niveles en la zona de pioneras (0.01%) y mayores en la zona interna de matorrales (0.54%). No obstante, el comportamiento en DF y DP no siguen el patrón, lo cual puede estar ligado con el dinamismo del sustrato y eventualmente a través de cambios estacionales.

Aunado al incremento en materia orgánica hacia el interior de la barra, el segundo factor en importancia que determina el gradiente de vegetación en El Mogote es la estabilidad del sustrato misma que guarda una estrecha relación con el diámetro de grano de las arenas en la zona de dunas. El diámetro del grano se relaciona con la veloci-

dad del viento, y a su vez influye sobre la capacidad de retención hídrica y sobre la movilidad del sustrato (Chapman, 1976; Johnson, 1977; Moreno-Casasola, 1982), por lo que las partículas de mayor tamaño que se presentan en la zona de PION y DF suelen desplazarse rodando, en tanto que las de tamaños inferiores son transportadas en el viento hacia las DP y el MSC.

La relativa estabilidad en el MSC se puede explicar por el hecho de que los primeros cordones de dunas sirven como cortina rompevientos y protegen así a las dunas internas, las cuales llegan a presentar coberturas vegetales cercanas a 50% (en comparación con 22% en PION). La cubierta vegetal en el interior de la barra amortigua el movimiento de arena, estabiliza las dunas y a su vez permite que se deposite materia orgánica en la superficie. De acuerdo con Castillo y Moreno-Casasola (1998), en las dunas estabilizadas (en este caso, en el MSC), las condiciones son relativamente benignas; la fluctuación de temperatura y humedad son menores que en la playa, la cantidad de nutrientes en el suelo es mayor y el impacto del viento ya no es regularmente tan extremo.

En el gradiente playa-interior de la barra, tanto la riqueza específica como la diversidad ecológica tienden a ser mayores en las zonas de sustrato estabilizado (MSC: 26 especies y 2.4) y con relativa baja salinidad y disminuyen en los ambientes extremos como la zona de PION (9 especies y 1.7) y los MAN (10 especies y 1.8). Es claro que en el MSC la distribución de la dominancia es más equitativa. Opuestamente, en asociaciones con baja diversidad como PION, SAL (SALS y SALH) y MAN (MANI y MANE), la dominancia se concentra entre dos o tres especies.

Conclusiones

La conjunción de vegetación costera y vegetación desértica en la barra arenosa El Mogote revela un paisaje único en el sur de la Península de Baja California, mismo que ha sido aprovechado tradicionalmente con finalidades turísticas de bajo impacto. Este paisaje es una función tanto de las características desérticas de la región geográfica donde se ubica, como de la influencia marina (salinidad, brisa, aspersión) y la textura del suelo (arenoso, con bajo contenido de nutrientes, abrasivo y alcalino). Este conjunto de características crean un ambiente altamente selectivo que ante las perturbaciones naturales, y particularmente ante las inducidas por el hombre, muestran uno de los más delicados balances ecológicos reportados para las comunidades vegetales, reflejado ante todo por las escasas oportunidades para la fijación de nuevas generaciones de individuos.

Además de prestar un importante servicio ambiental, la vegetación de El Mogote tiene un valor paisajístico, dado por las condiciones del sustrato y por la vegetación que allí se ha asentado a través de miles de años, misma que ha

desarrollado un particular crecimiento en sus dominantes arbóreos en respuesta a las características del ambiente, en general una forma achaparrada, de tallos engrosados y de crecimiento vegetativo concéntrico, hecho que no se repite en otros sitios de la misma península.

Los ambientes costeros, en general, sufren hoy en día un acelerado deterioro ante la expansión de los negocios de las bienes raíces de zonas costeras, las cuales demandan estos reducidos y delicados espacios para delinear desarrollos turísticos, modificando no sólo el espacio inmediato de las instalaciones, sino también creando un gradiente de afectación en el área de influencia. Es altamente deseable que las autoridades gubernamentales que norman el uso del ambiente revisen profundamente la opción para el uso de estas superficies, que en la región son muy solicitadas dada la vocación turística de la entidad federativa.

Los autores consideramos que la investigación aquí presentada quedará como un testimonio de la distribución natural de la vegetación y de los factores que la modulaban antes del franco ingreso del impacto antropogénico.

Agradecimientos

Al personal del herbario HCIB (Raymundo y Miguel Domínguez) por el apoyo en el trabajo de campo. A Patricia Moreno (INECOL) e Ileana Espejel (UABC), y al editor de la revista por sus atinados comentarios a la versión original. El apoyo financiero para la realización de la investigación fue cubierto parcialmente con fondos del proyecto SEMARNAT-CONACYT C01-2002-1045.

Literatura citada

- Álvarez-Arellano A.D., Rojas-Soriano H. y Prieto-Mendoza J.J. 1997. Geología de la Bahía de La Paz y áreas adyacentes. En: Urbán J. y Ramírez Rodríguez M. Eds. *La Bahía de La Paz, Investigación y Conservación*, pp. 13-29, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz, Baja California Sur.
- Barbour M.G., de Jong T.M. y Pavlick B.M. 1985. Marine beach and dune plant communities. En: Chabot B.F. y Mooney H.A. Eds. *Physiological Ecology of North American Plant Communities*, pp. 296-322, Chapman and Hall, Nueva York.
- Brambila-Miranda E.S. 1989. Variación morfológica, textural y mineralógica en el periodo de marzo de 1986 a febrero de 1987 de las playas al sureste de la Bahía de La Paz, B.C.S. México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, 59 pp.
- Brown D.E. 1994. *Biotic Communities: Southwestern United States and Northwestern Mexico*. University of Utah Press, Salt Lake City.
- Castillo S. y Moreno-Casasola P. 1998. Análisis de la flora de dunas costeras del litoral atlántico de México. *Biotica* **45**:55-80.
- Chapman V.J. 1976. *Coastal Vegetation*. Pergamon Press, Oxford.
- Delgadillo J., Peinado M., de la Cruz M., Martínez-Parras J., Alcaraz F. Ma. y de la Torre A. 1992. Análisis fitosociológico de los saladares y manglares de Baja California, México. *Acta Botanica Mexicana* **19**:1-35.
- De Oliveira-Filho A.T. 1993. Gradient analysis of an area of coastal vegetation in the state of Paraíba, Northeastern Brasil. *Edinburgh Journal of Botany* **50**:217-236.
- Doing H. 1981. A comparative scheme of dry coastal dune habitats with examples from the eastern United States and some other temperate regions. *Veröffentlichen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, in Zürich* **77**:41-72.
- Espejel I. 1986. La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán. II Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. *Biotica* **11**:7-23.
- García E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana)*. Editado por la autora. 4a ed. México, D.F.
- Holton B., Barbour M.G. y Martens S.N. 2001. Some aspects of the Nitrogen cycle in a California strand ecosystem. *Madroño* **38**:170-184.
- INEGI [Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática]. 1994a. Síntesis geográfica del estado de Baja California Sur, México. Carta estatal de Geología escala 1:1'000,000. Aguascalientes.
- INEGI [Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática]. 1994b. Síntesis geográfica del estado de Baja California Sur, México. Carta estatal de Edafología escala 1:1'000,000. Aguascalientes.
- Jackson D.A., Somers K.S. y Harvey H.H. 1989. Similarity coefficients: measures of co-occurrence and association or simple measures of occurrence? *American Naturalist* **133**:436-453.
- Jiménez-Quiroz M.C. 1991. Contribución al conocimiento de los productores primarios de la Ensenada de La Paz. Análisis de la comunidad de manglar. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Baja California Sur, 223 pp.
- Johnson A.F. 1977. A survey of the strand and dune vegetation along the Pacific and southern gulf coasts of Baja California, México. *Journal of Biogeography* **7**:83-89.
- Johnson A.F. 1982. Dune vegetation along the eastern shore of the Gulf of California. *Journal of Biogeography* **9**:317-330.
- Kovach W. 2002. Multivariate Statistical Package (MVSP). Version 3.1. for Windows software. Kovach Computing Services, Anglesey, Gales.
- León de la Luz J.L. 1999. Flora y vegetación de la Región del Cabo, Baja California Sur, México. Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, Baja California Sur, 97 pp.
- León de la Luz J.L., Pérez-Navarro J.J. y Breceda A. 2000. Vegetation of the lowlands of the Cape Region, Baja California Sur: a transitional xerophytic tropical plant community. *Journal of Vegetation Science* **11**:547-555.
- Lot A., Vázquez-Yáñez C. y Menéndez F. 1975. Physionomic and floristic changes near the northern limit of mangroves in the Gulf of Mexico. En: Walsh G., Snedaker S. y Teas H. Eds. *Proceedings of the International Symposium of the Biology and Management of Mangroves. Vol. I*, pp. 52-61, Institute of food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.
- Megyry S. y Miyawaki A. 1994. A study of the relationship between mechanical characteristics and the coastal vegetation

- among several broad-leaf trees in Miura Peninsula in Japan. *Vegetatio* **112**:101-111.
- Mendoza-Maravillas J.A. 1990. Rasgos geomorfológicos, sedimentología y geoquímica de los sedimentos de la Barra arenosa El Mogote de la Laguna de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, 80 pp.
- Moreno-Casasola P. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: Factores físicos. *Biotica* **7**:577-602.
- Moreno-Casasola P. y Espejel I. 1986. Classification and ordination of coastal sand dune vegetation along the Gulf and Caribbean Sea of Mexico. *Vegetatio* **66**:147-182.
- Nakanishi H. y Fukumoto H. 1987. Zonation of coastal vegetation and coastal topography in southern Japan. *Japanese Journal of Ecology* **37**:197-208.
- Nava-Sánchez E.H. y Cruz-Orozco R. 1989. Origen y evolución geomorfológica de la Laguna de La Paz, B.C.S., México. *Investigaciones Marinas* **4**:49-58.
- Osuna-Valdez I. 1986. Evolución holocénica de la laguna de La Paz, B.C.S., México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, 57 pp.
- Pérez-Navarro J.J. 1995. La vegetación de ambientes costeros de la Región del Cabo, Baja California Sur: Aspectos florísticos y ecológicos. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 90 pp.
- Ranwell D.S. 1972. *Ecology of Salt Marshes and Sand Dunes*. Chapman and Hall, Londres.
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Editorial Limusa, México, D.F.
- Sayed O. H. 1994. Edaphic gradients and species attributes influencing plant distribution in littoral salt marshes of Qatar. *Qatar University Science Journal* **14**:257-262.
- Schmitt T. 1994. Phytosociological studies of the psammophilous coastal vegetation on Majorca, Spain. *Tuexenia* **14**:269-295.
- Shreve F. y Wiggins I.L. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Vol. I y II. Stanford University Press, Stanford, California.
- Skyes M.T. y Wilson J.B. 1988. An experimental investigation into the response of some New Zealand sand dune species to salt spray. *Annals of Botany* **62**:159-166.
- Sneath P.H. y Sokal R.R. 1973. *Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, California.
- Soto R. 1992. Nutrient concentration and retranslocation in coastal vegetation and mangroves from the Pacific coast of Costa Rica. *Brenesia* **37**:33-50.
- Thompson H.P. y Webber D.F. 2003. The sand dune ecology of Palisadoes, Kingston harbour, Jamaica. *Bulletin of Marine Science* **73**:507-520.
- Wiggins I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press, Stanford, California.

Fecha de recepción: 22 de marzo de 2006

Versión corregida: 26 de octubre de 2006

Aceptado: 26 de octubre de 2006