

RESÚMENES DE LAS CONFERENCIAS Y GUÍAS DE LAS EXCURSIONES



Noviembre 2006
Las Palmas de Gran Canaria

Editado por:

J. Mangas Viñuela

A. Lomoschitz Mora-Figueroa

J Yepes Temiño



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



**BIBLIOTECA
SIMON BENITEZ PADILLA**



14 al 18 de Noviembre 2006
Las Palmas de Gran Canaria

ORGANIZACIÓN Y EDICIÓN

J. Mangas Viñuela, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, J Yepes Temiño

SECRETARÍA

José Evora Molina, Juan Bruno Pérez Santana

PATROCINA

Área de Cultura del Cabildo de Gran Canaria

Consejo Insular de Aguas del Cabildo de Gran Canaria

IMPRIME

Servicio de Reprografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

© Del texto: los autores

ISBN 84-7806-325-0

Depósito Legal GC 818-2006

FICHA BIBLIOGRÁFICA

III Jornadas Canarias de Geología. Resúmenes de las conferencias y guías de las excursiones (Ed. J. Mangas Viñuela, A. Lomoschitz Mora-Figueroa, J Yepes Temiño. Servicio de Reprografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, 2006. ISBN: 84-7806-325-0. Depósito Legal: GC 818-2006. Materia: Geología, Ingeniería del Terreno. Formato: 296 x 210. Páginas: 223



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS
DE GRAN CANARIA



BIBLIOTECA
SIMON BENITEZ PADILLA

MODELO DE TRANSPORTE EN MASPALOMAS DEDUCIDO A PARTIR DEL ESTUDIO DE FORAMINÍFEROS, GRAN CANARIA.

Isora Sánchez-Pérez (1) e Ignacio Alonso Bilbao (2)

(1) Departamento de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria E-mail: isora.sanchez@uv.es; (2) Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. E-mail: ialonso@dfis.ulpgc.es

INTRODUCCIÓN

La Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas, en el extremo meridional de la isla de Gran Canaria, constituye una zona de alto valor ecológico y natural. Asimismo, sus características ambientales y paisajísticas son el principal atractivo del desarrollo turístico de esta zona. Esto le confiere, además, una gran importancia socioeconómica que supone una enorme presión sobre el medio. En el caso de Maspalomas, es de especial importancia la erosión que sufren hoy en día las dunas donde la pérdida de volumen de arena es muy considerable (Hernández, 2002; Hernández et al., 2002).

En este caso, el valor ecológico-natural y el valor socioeconómico se encuentran íntimamente relacionados. Por esta razón es importante llevar a cabo estudios con indicadores ambientales que nos ayuden a conocer mejor este importante ecosistema de cara a futuros planes de gestión que se quieran llevar a cabo.

En los últimos 30 años uno de los grupos taxonómicos que más se han utilizado como indicadores ambientales es el de los foraminíferos. En un principio sólo fueron utilizados como instrumentos de datación para fines geológicos. Sin embargo, hoy en día han ido cobrando importancia los trabajos científicos relacionados con este grupo, pues han demostrado su validez para llevar a cabo interpretaciones ecológicas, ambientales, oceanográficas, climáticas, etc., tanto actuales como del pasado.

Los foraminíferos son organismos unicelulares fundamentalmente marinos que poseen en la mayoría de los casos una concha calcárea, la cual se conserva con facilidad, llegando incluso a fosilizar. Esta característica, unida a

su gran abundancia, diversidad y su sensibilidad a los cambios medioambientales, convierten a este grupo en una excelente herramienta para estudios ecológicos y ambientales (Murray, 1991; Donnici y Barbero, 2002).

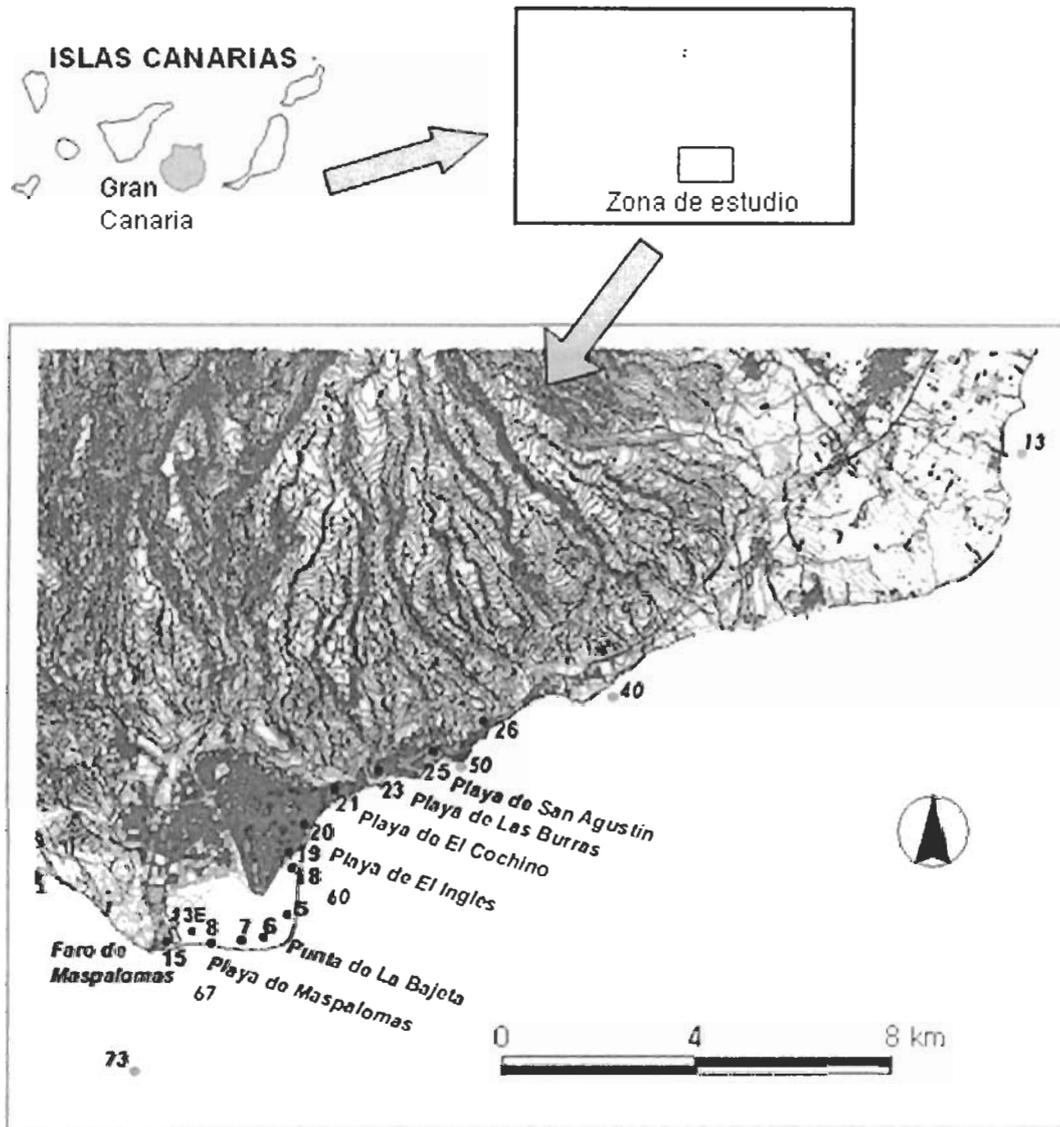


Figura 1: Localización del área de estudio con indicación de los puntos de muestreo

El estudio de los foraminíferos es una herramienta utilizada en el análisis de los procesos litorales actuales (Alejo et al., 1999), en el establecimiento de

semejanzas y diferencias entre procesos litorales actuales y del pasado (Alcántara-Carrió, 2000; Alonso et al., in press), así como la evolución de la línea de costa, efectos de mareas o cambios eustáticos (Wang and Murray, 1983; Dupré et al., 1988; Yamano et al., 2001), eventos de alta energía que provoquen, por ejemplo, depósitos de flash flood (Leduc et al., 2002), de overwash (Hippensteel y Martin, 1999) o depósitos de tsunamis (Williams, 1999).

Los primeros trabajos de foraminíferos de las Islas Canarias datan del siglo XIX. En 1826 el museo de Historia Natural de París organiza una expedición en la que participa uno de los grandes naturalistas de la época, Alcides D'Orbigny, cuyo trabajo en las islas fue posteriormente revisado por Le Calvez (1974).

Tuvo que pasar mucho tiempo hasta que los estudios de foraminíferos en Canarias fueran retomados por otros investigadores. Por ello se trata de un grupo taxonómico muy poco estudiado hasta la fecha en nuestro archipiélago. Los últimos trabajos realizados (Sánchez-Pérez et al., 2005) permiten estimar que el número de especies puede llegar a sobrepasar las 100, lo que da idea de la gran diversidad que es posible encontrar, tanto de especies planctónicas como bentónicas, y de la enorme riqueza de los fondos de las Islas Canarias.

El presente trabajo aborda el estudio de la dinámica sedimentaria actual en Maspalomas utilizando como herramienta la micropaleontología. Para ello se ha analizado el contenido en foraminíferos de los sedimentos de la plataforma, dunas y playas de Maspalomas. De esta manera, se pretende comprender mejor los procesos sedimentarios litorales de la zona de estudio, así como mejorar el conocimiento de este grupo taxonómico.

1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se sitúa en el extremo meridional de la Isla de Gran Canaria (Fig. 1). El campo de dunas de Maspalomas se encuentra situado sobre una antigua terraza aluvial producto de la acumulación de derrubios arrastrados por los barrancos que constituyen la cuenca de Fatiga. Ocupa una superficie aproximada de 3 km² y está limitado por la urbanización turística y un campo de golf al norte, por el barranco de Fatiga al oeste y dos grandes

playas: El Inglés y Maspalomas, orientadas al este y al sur respectivamente. Ambas confluyen en la denominada punta de La Bajeta (Fig. 2).



Figura 2: Foto aérea de Maspalomas (2006)

En estas playas la variación de la línea de costa en las últimas décadas ha sido de unos 50 m, mientras que la zona de mayor variabilidad es la punta de La Bajeta, donde la línea de costa ha experimentado avances y retrocesos de unos 300 m (Alonso et al., 2001).

Los vientos dominantes en Gran Canaria son los alisios de componente NNE. Sin embargo, al sur de la isla estos vientos se refractan como consecuencia de la propia topografía de la isla. Debido a esto, en Maspalomas confluyen tanto vientos de componente ENE y del W.

En lo que al medio marino se refiere, los estudios dedicados a la franja de playa sumergida y a la plataforma en Maspalomas, como el régimen de corrientes y de oleaje son muy escasos. Sin embargo, estos estudios son

fundamentales ya que es precisamente ahí donde se encuentra la fuente de sedimentos que alimenta al resto del sistema playa–duna. En este sentido cabe mencionar el trabajo de Alonso et al. (2001), que aporta algunos datos sedimentológicos de la franja de playa y del clima marítimo de esta zona. De este trabajo se extraen interesantes características granulométricas del sedimento como que el mejor grado de clasificación se ha observado en la playa de Maspalomas, lo que indicaría, según estos autores, el aporte de arenas eólicas por parte del campo dunar hacia esta playa.

2. METODOLOGÍA

Trabajo de campo

Las localidades que se han elegido para este trabajo van desde Morro Besudo hasta el Faro de Maspalomas. Para realizar el presente estudio se recogió material de diferentes ambientes costeros a fin de relacionar el contenido en foraminíferos entre ellos. Se tomaron un total de 19 muestras, 6 de las cuales corresponden a sedimentos marinos sumergidos, 11 a sedimentos de playa y 3 a sedimentos procedentes de dunas eólicas actuales (Fig. 1). La localización de los puntos de muestreo se realizó mediante GPS.

Trabajo de laboratorio y gabinete

Se empleó un volumen fijo de 3 cm³ para el análisis del contenido en foraminíferos de cada muestra. Con dicho material se llevaron a cabo las siguientes tareas:

- Lavado con agua dulce y tamizado bajo malla de 63 µm.
- Flotación con tetracloruro de carbono.
- Secado.

La flotación con líquidos densos, como el tetracloruro, facilita la labor de separación de los foraminíferos. De esta forma, los caparazones de los individuos se mantienen en el sobrenadante y el resto del sedimento se deposita en el fondo.

Los levigados resultantes del procesado en el laboratorio de las muestras se observaron bajo lupa binocular y se extrajeron los foraminíferos.

El material fue clasificado de acuerdo con Loeblich y Tappan (1987) y colocado en celdillas de portaforaminíferos. Los ejemplares se agruparon por especies para facilitar los posteriores estudios estadísticos. En este sentido se realizaron análisis mediante Cluster Q-modales, que permiten establecer las posibles relaciones entre las diferentes muestras y consecuentemente entre zonas, tanto del medio marino como del terrestre. Para ello se utilizó el programa estadístico NTSYSpc2 (Rohlf, 2002) empleando como distancia numérica la Distancia de Manhattan.

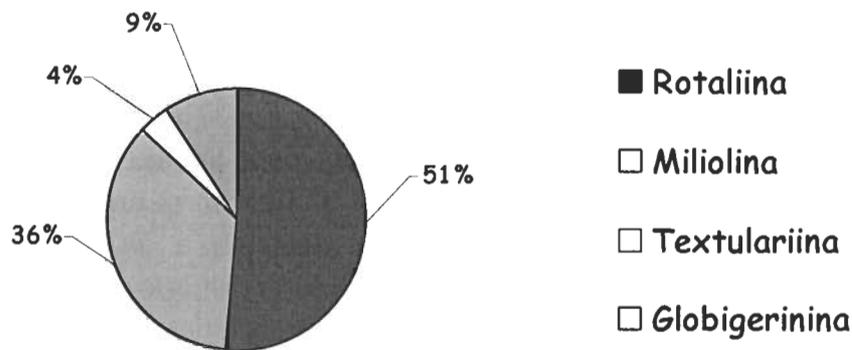


Figura 3: Distribución de especies en los diferentes subórdenes

3. RESULTADOS

Se extrajeron y clasificaron un total de 3179 individuos pertenecientes a 76 especies diferentes, de las cuales 39 pertenecen al suborden Rotaliina, 27 a Miliolina, 3 a Textulariina y 7 a Globigerinina (organismos planctónicos).

El mayor número de especies se agrupa dentro del suborden Rotaliina con un 51% de representatividad y le sigue el suborden Miliolina con un 36%. En menor proporción se encuentra el suborden Globigerinina con un 9% y Textulariina con tan sólo un 4% del total (Fig. 3).

Ambiente	Muestra	Prof. (m)	Número de individuos en 3 cm ³	Número total de especies por muestra
Plataforma	Masp.13	17	231	30
	Masp.50	11	90	18
	Masp.40	12	104	22
	Masp.67	16	401	26
	Masp.73	45	1681	54
	Masp.60	22	756	27
Playa	Masp.26 (pl. Aguila)		1	1
	Masp.25 (pl. San Agustín)		14	9
	Masp.23 (pl. Las Burras)		154	18
	Masp.21 (pl. El Cochino)		167	26
	Masp.20 (pl. El Inglés N)		60	15
	Masp.18 (pl. El Inglés)		53	18
	Masp.5 (pl. El Inglés S)		2	2
	Masp.6 (punta La Bajeta)		0	0
	Masp.8 (pl. Maspalomas)		0	0
	Masp.15 (faro Maspalomas)		22	11
Dunas	Masp.19		9	6
	Masp.7		1	1
	Masp.13E		0	0

Tabla 1: Abundancia y número de especies en las diferentes muestras

Las especies más abundantes del total encontrado, en orden decreciente, fueron: *Quinqueloculina quadrata* Nörvang 25'64%, *Quinqueloculina berthelotiana* D'Orbigny 12'93%, *Cibicides refulgens* Montfort 12'17%, *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) 5'85%, *Ammonia beccarii* (Linné) 4'94%, *Globigerinoides sacculifer* (Brady) 4'28%, *Massilina secans* (D'Orbigny) 3'21% y de *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny) 3'18%. El resto de especies representa un 28'04% (Fig. 4). Sin embargo, la asociación dominante de cada muestra varía considerablemente según se trate de muestras de plataforma, playa o dunas.



Figura 5: (1) *Spiroloculina venusta* Cushman & Todd, scale bar=100 µm (2) *Siphonina reticulata* (Czjzek), scale bar=100 µm (3) *Globigerinoides ruber* (D'Orbigny), Scale bar=100 µm.

La tabla 1 presenta los datos de abundancia y número de especies encontradas en cada una de las muestras. Como puede apreciarse, en lo que se refiere a los sedimentos de la plataforma, las muestras con mayor densidad de foraminíferos fueron Masp.73, Masp.67 y Masp.60. Las muestras de plataforma Masp.40 y Masp.50, localizadas más al N, tienen una menor densidad de organismos y a diferencia de las anteriores, no contienen foraminíferos planctónicos.

Dentro de las muestras de playa destacan Masp.21 y Masp.23, correspondientes a las playas de El Cochino y Las Burras respectivamente, por su mayor cantidad de foraminíferos con respecto al resto. A éstas le siguen Masp.20 y Masp.18, situadas en la playa de El Inglés y Masp.15 que corresponde con una muestra tomada en el extremo de la playa de Maspalomas, frente al Faro. La muestra Masp.20 es la única entre las de playa y dunas que posee un representante del Suborden Globigerinina (foraminíferos planctónicos). Las muestras Masp.6 y Masp.8, situadas en la playa de Maspalomas no contienen ningún foraminífero.

En el caso de las muestras tomadas en las dunas, es Masp.19, localizada en el primer cordón dunar frente a la playa de El Inglés, la que contiene el mayor número de foraminíferos, con 9 individuos. Por el contrario, las dos muestras tomadas en las dunas frente a la playa de Maspalomas (Masp.7 y Masp.13E) solo contienen 1 y 0 caparazones respectivamente.

Los datos obtenidos sirvieron de base para llevar a cabo un análisis cluster cuyo dendrograma se representa en la figura 5.

4. DISCUSIÓN

Playas y dunas

Las muestras correspondientes a la línea de costa y dunas muestran un máximo de abundancia en la muestra Masp.21, correspondiente a la playa de El Cochino, desde donde hay un descenso de foraminíferos tanto hacia el E como hacia el SW. Partiendo de este punto de máxima abundancia, en las playas situadas más hacia el NE (playas de Las Burras, San Agustín y El Águila) se observa que el contenido en foraminíferos decrece a medida que aumenta la distancia desde dicho punto. Lo mismo ocurre al desplazarnos hacia el SW, pues las distintas muestras recogidas a lo largo de la playa de El Inglés hasta la Punta de La Bajeta muestran un descenso gradual del contenido en individuos. En la playa de Maspalomas desaparecen completamente los caparazones de foraminíferos excepto en su extremo más occidental, en las proximidades del Faro de Maspalomas (Masp.15).

Las muestras de dunas analizadas se pueden dividir por un lado, entre Masp.13E y Masp.7, ambas localizadas al sur, y por otro Masp.19 que presenta algunos caparazones de foraminíferos y se localiza al norte, cercana a la playa de El Inglés. Esto hace suponer que desde las playas de El Inglés (muestras Masp.18 y Masp.20) hay aportes eólicos hacia las dunas (muestra Masp.19). Sin embargo, la escasez de caparazones de foraminíferos en las dunas localizadas frente a la playa de Maspalomas (Masp.13E y Masp.7), indica que o bien los aportes no se están produciendo en esta dirección o bien que los caparazones de foraminíferos se han perdido en el transporte debido a procesos tafonómicos.

Muestras de plataforma

Los resultados obtenidos muestran, en el caso de los sedimentos procedentes de la plataforma, que la abundancia de caparazones de foraminíferos disminuye desde el SW hacia el NE.

Las muestras Masp.73 y Masp.67 contienen una gran cantidad de foraminíferos, entre los que destacan especies como *Lobatula lobatula* (Walker & Jacob) y *Cibicides refulgens* Montfort. Estas son especies cosmopolitas que viven en áreas caracterizadas por fuertes corrientes de fondo con transporte lateral de partículas orgánicas (Mackensen et al., 2000). Tanto la densidad como la composición en especies de esta muestra sugieren la existencia de

partículas de sedimentos susceptibles de ser transportadas y la existencia de un medio con las características necesarias para que se produzca dicho transporte. Estas muestras se sitúan frente a la playa de Maspalomas, donde prácticamente no hay organismos. Todo ello permite deducir que se trata de una zona con un fuerte transporte, pero que éste no es hacia la costa.

La muestra Masp.60, situada justo frente a la Playa de El Inglés, es la única donde aparecen individuos de las especies *Trochammina inflata* (Montagu) o *Eggerelloides scabrum* (Williamson). Estas especies se caracterizan por tener caparazones muy frágiles y son propias de ambientes muy poco energéticos, por lo que suelen encontrarse en ambientes de marismas (Sen Gupta, 2002). La presencia de estas especies y su buen estado de conservación indica un ambiente de baja energía.

El contenido de foraminíferos en las playas y dunas está, lógicamente, condicionado por la presencia de éstos en la plataforma. Sin embargo, dicha presencia en zonas sumergidas no asegura que se encuentren en los ambientes emergidos. Ello puede ser debido a la falta de corrientes capaces de producir un transporte efectivo, a que éstas no se dirijan hacia la costa, a procesos tafonómicos o bien a la conjunción de varios de estos factores.

Modelo de transporte

Los datos obtenidos apuntan a la existencia de un transporte paralelo a la costa de Maspalomas en dirección SW-NE, que en gran medida estaría condicionado por las condiciones oceanográficas de la zona. En este sentido, y a falta de un estudio detallado del régimen de corrientes y oleaje en la zona, hay que tener en cuenta el efecto sombra que genera la propia isla, fruto del cual se generan gran cantidad de estructuras oceanográficas mesoescalares que alteran la pauta general de corrientes en Canarias. La existencia de dichas estructuras se refleja, por ejemplo, en la formación de remolinos (Hernández-Guerra et al., 1993; Borges et al. 2004) y en la constatación de que durante periodos de varios meses seguidos la corriente fluye hacia el N (Hernández-Guerra et al. 2003).

A menor escala la configuración de la línea de costa y la batimetría de la zona también favorece la formación de bucles o giros que modifican localmente esa pauta general de transporte paralelo a la costa en dirección SW-NE. Esto es lo que ocurre al E de playa de El Inglés, donde se forma un bucle que permitiría el transporte y deposición de partículas hacia las playas de Las Burras, El

Cochino y El Inglés. A lo largo de esta última playa la corriente toma una dirección N-S paralela a la orilla, donde deposita parte de los materiales que arrastra. Una fracción de éstos pasaría a integrarse en el sistema dunar impulsada por los vientos dominantes. En su último tramo el bucle se cierra sobre sí mismo (Fig. 6). La muestra Masp.60 se localizaría aproximadamente en el centro de dicho bucle donde las corrientes son casi nulas. Ello explica la buena conservación de los caparzones de *Trochammina inflata* y *Eggerelloides scabrum*.

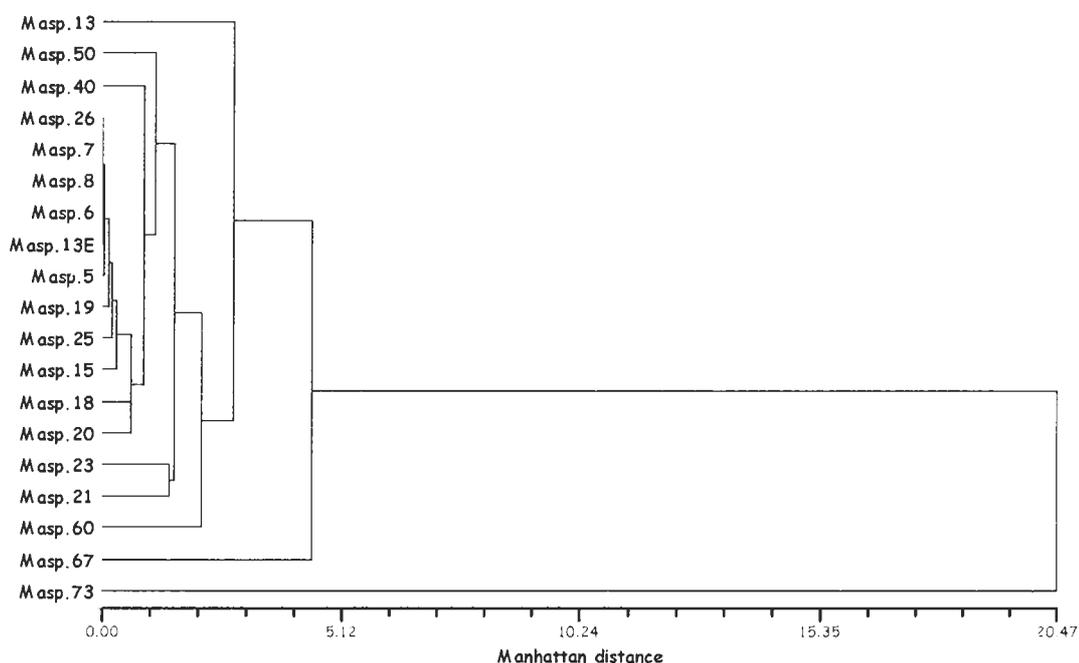


Figura 6: Cluster resultante del análisis cuantitativo empleando la Distancia de Manhattan

En este sentido, cabe destacar que individuos planctónicos de la especie *Globigerinoides ruber* sólo se han encontrado en las muestras Masp.73, Masp.67, Masp.60 y Masp.20 (esta última en el extremo N de la playa de El Inglés), con 82, 10, 2 y 1 individuo respectivamente. Este gradiente parece indicar la existencia de un flujo desde las zonas más profundas hacia el límite septentrional de playa de El Inglés. La alta cantidad de estos caparzones encontrada en la muestra Masp.73 se debe a que fue tomada a mucha mayor

Esto concuerda parcialmente con lo expuesto por diferentes autores (Martínez, 1990; Hernández, 2002), que proponen que la playa de El Inglés se corresponde con la zona de entrada de sedimentos al sistema dunar. Sin embargo estos autores plantean que Maspalomas forma parte de un sistema sedimentario cerrado que se alimenta gracias a los materiales arrastrados por las corrientes del NE. Por el contrario, los datos expuestos en este trabajo sugieren que la principal fuente de sedimentos estaría situada al SW, desde donde serían distribuidos hacia el NE por la corriente representada en la figura 6.

Por otro lado, los escasos trabajos realizados sobre las características sedimentológicas de la plataforma en esta zona de la isla (Criado et al., 2001-02; Ortega, 2006) indican la existencia de un doble gradiente en el contenido en carbonato cálcico, que se manifiesta en un aumento de éste tanto hacia el SW como con la profundidad. De este modo, las zonas someras situadas próximas a Morro Besudo tienen contenidos en bioclastos inferiores al 10-30%, que sin embargo aumentan hasta el 70-90% en las inmediaciones del Faro de Maspalomas. Este patrón no podría darse de existir un transporte significativo NE-SW, pues de ser así la playa de El Inglés y las dunas tendrían una proporción de materiales terrígenos mucho mayor de la que tienen.

5. CONCLUSIONES

El estudio de foraminíferos realizado en este trabajo permite proponer un modelo de transporte en la zona, según el cual estos organismos –al igual que aquellas partículas del sedimento con similares propiedades hidrodinámicas- se desplazarían de modo paralelo a la playa de Maspalomas en sentido SW-NE. Una vez sobrepasada la punta de La Bajeta las partículas proseguirían su curso impulsadas por la corriente hacia el NE, si bien cabe suponer que la velocidad de la corriente sería menor por efecto de la batimetría. La proximidad de la costa a la altura de la playa de Las Burras determinaría que la corriente se dirija hacia el SW formándose un bucle que se cierra sobre sí mismo tras bordear la playa de El Inglés.

Este modelo de transporte se fundamenta en los siguientes puntos:

- La presencia de *Lobatula lobatula* y *Cibicides refulgens* en los sedimentos sumergidos frente a la playa de Maspalomas revela un medio con importantes corrientes de fondo. Además, la ausencia de foraminíferos en la playa de Maspalomas indica que estas corrientes no se dirigen hacia la costa sino paralelas a ella.
- Las asociaciones encontradas y la disminución de la abundancia de foraminíferos en la plataforma a medida que nos desplazamos hacia el NE, indica que estas partículas están siendo transportadas en esa dirección. De este modo la principal fuente de sedimentos estaría situada al SW.
- La presencia de *Trochammina inflata* y *Eggerelloides scabrum* en la muestra Masp.60 y su buen estado de conservación indica ambientes muy poco energéticos, como cabe esperar al localizarse en el centro del bucle.
- Se han encontrado algunos caparazones en la zona de dunas más próxima a la playa de El Inglés, lo que confirma la entrada de sedimentos por dicha playa.
- La presencia de estructuras artificiales, como los espigones de las playas de Las Burras y El Cochino favorece la acumulación local de sedimentos marinos, lo que explica la alta abundancia de foraminíferos encontrada en esas playas.

Habida cuenta de la complejidad del funcionamiento del complejo sedimentario de Maspalomas, y teniendo en cuenta las limitaciones de este trabajo, se hace patente la necesidad de ampliar éste y otros estudios que permitan esclarecer las causas de la pérdida sedimentaria que sufre actualmente este sistema dunar. Entre los aspectos a ampliar en los estudios de foraminíferos hay que destacar la conveniencia de recolectar mayor número de muestras, de realizar estudios de biocenosis y de llevar a cabo muestreos estacionales que permitan confirmar o modificar el modelo de transporte propuesto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto de investigación "Modelización de los procesos naturales y análisis de las consecuencias ambientales inducidas por el turismo en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)", financiado por el Plan Nacional I+D+I del Ministerio de Ciencia y Tecnología (REN2003-05947/GLO).

BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara-Carrió J, Diz P, Alejo I, Francés G, Alonso I y Vilas F (2000). Contenido en foraminíferos de los depósitos eólicos del itmo de Jandia (Fuerteventura). *Geogaceta*. 27: 195-197.
- Alejo I, Austin W, Frances G y Vilas F (1999). Preliminary investigations of the recent foraminifera of Baiona Bay, NW Spain. *Journal of Coastal Research*. 15 (2): 413-427.
- Alonso I, Montesdeoca I, Vivares A y Alcántara J (2001b). Variabilidad granulométrica y de la línea de costa en las playas de El Inglés y Maspalomas (Gran Canaria). *Geotemas*. 3 (1): 39-42.
- Alonso I, Sánchez Pérezl, Cabrera L, Benavides A, Alcántara J y Usera J (2007). Decadal evolution of a coastal dune field and adjacent beaches at North of Fuerteventura (Canary Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*. (in press).
- Arnold AJ y Parker WC (1999). Biogeography of planktonic Foraminifera. In: *Modern Foraminifera*. Ed. Barun K. Sen Gupta. Kluwer Academic Publishers: 103-122.
- Borges R, Hernández-Guerra A y Nykjaer L (2004). Analysis of sea surface temperature time series of the south-eastern North Atlantic. *International Journal of Remote Sensing*. 25 (5): 869-891.
- Criado C, González R y Yanes A (2001-02). Rasgos sedimentológicos de los fondos marinos de Maspalomas (Gran Canaria) *Vegueta*, 6: 191-200.
- Donnico S y Barbero RS (2002). The benthic foraminiferal communities of the northern Adriatic continental shelf. *Marine Micropaleontology*, 44: 93-123.
- Dupré M, Fumanal MP, Sanjaume E, Santiesteban, C, Usera J y Viñals MJ (1988). Quaternary evolution of the Pego coastal lagoon (Southern Valencia, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 68: 291-299.

- Hemleben CH, Spinler M y Anderson OR (1989). *Modern Planktonic Foraminifera*. Springer-Verlag, New York, 363 pp.
- Hernández L (2002). Análisis de la evolución del sistema de dunas de Maspalomas, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2000). Tesis Doctoral (Inédita). Departamento de Geografía, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 408 pp.
- Hernández L, Alonso I, Ruiz P, Pérez-Chacón E, Suárez C, y Alcántara J (2002). Decadal environmental changes on the dune field of Maspalomas (Canary Island): Evidences of an erosive tendency. In: *Littoral 2002*, 3: 293-297.
- Hernández-Guerra A, Arístegui J y Cantón M (1993). Phytoplankton pigment patterns in the Canary Islands area as determined using Coastal Zone Colour Scanner data. *International Journal of Remote Sensing*, 14, 7: 1431-1437.
- Hernández-Guerra A, Fraile-Nuez E, Borges R, López-Laatzén F, Vélez-Belchí P, Parrilla G y Müller T (2003). Transport variability in the Lanzarote passage (eastern Boundary current of the North Atlantic subtropical Gyre). *Deep-Sea Research I*, 50: 189-200.
- Hippensteel SP y Martin RE (1999). Foraminifera as an indicator of overwash deposit, Barrier Island sediment supply, and Barrier Island evolution: Folly Island, South Carolina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 149: 115-125.
- Le Calvez Y (1974). Revisión des foraminifères de la collection d'Orbigny. I. Foraminifères de lles Canarias. *Cahiers de Micropaléontologie*, 2, 107 pp.
- Leduc J, Bilodeau G, De Verneal A y Mucci A (2002). Distribution of benthic foraminiferal populations in surface sediments of the Saguenay Fjord, before and after the 1996 flood. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180: 207-223.
- Loeblich AR Jr y Tappan H (1987). *Foraminiferal Genera and Their Classification*. Ed: Van Nostrand Reinhold Company, New York, 970 pp.
- Mackensen A, Schumacher S, Radke J y Schmidt DN (2000). Microhabitat preferences and stable carbon isotopes of endobenthic foraminifera: clue to quantitative reconstruction of oceanic new production?. *Marine Micropaleontology*, 40: 233-258.
- Martínez J (1990). La provincia morfodinámica de Morro Besudo-Faro de Maspalomas (Isla de Gran Canaria- España): conocimiento y comprensión de sus procesos geomorfológicos y sedimentarios para la planificación y gestión de este litoral. I Reunión Nacional de Geomorfología. Teruel: 351-243.
- Murria JW (1991). Ecology and distribution of benthic foraminifera. In: *Biology of foraminifera* (eds. Lee and Anderson), Academic press, New cork: 221-254.

- Ortega A (2006). Caracterización textural y composicional de sedimentos de la plataforma de Gran Canaria. TISC, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 38 pp.
- Rohlf FJ (2002). NTSYSpc: Numeral Taxonomy System, ver. 2.1. Exeter Publishing, Ltd.: Setauket, New York.
- Sánchez-Pérez I, Alonso I y Usera J (2005). Sediment inputs from the upper shelf towards the beaches and dunes of Maspalomas (Gran Canaria) by means of foraminiferal analysis. *Journal of Coastal Research Special Issue 49*: 46-51.
- Sen Gupta BK (2002). Foraminifera in marginal marine environments. In: *Modern Foraminifera*. B.K. Sen Gupta (Ed.) Kluwer Academic Publ.: 151-159.
- Yamano H, Kayanne H y Yonekura N (2001). Anatomy of modern coral reef flat: a recorder of storms and uplift in the late Holocene. *Journal of Sedimentary Research*. 71 (2): 295-304.
- Wang P y Murria JW (1983). The use of foraminiferal as indicators of tidal effects in estuarine deposits. *Marine Geology*, 51 (3-4): 239-250.
- Williams HFL (1999). Foraminiferal distributions in tidal marshes bordering the strait of Juan de Fuca: implications for paleoseismicity studies. *Journal of Foraminiferal Research*, 29 (3): 96-208.