

La investigación como soporte de la gestión: el ejemplo de la duna costera (foredune) de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)

Antonio I. HERNÁNDEZ-CORDERO, Emma PÉREZ-CHACÓN ESPINO y Luís HERNÁNDEZ-CALVENTO

Hernández-Cordero, A.I., Pérez-Chacón, E. y Hernández-Calvento, L. 2012. La investigación como soporte de la gestión: el ejemplo de la duna costera (foredune) de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias). En: Rodríguez-Perea, A., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.Á., Mir-Gual, M. y Cabrera, J.A. (eds.). *La gestión integrada de playas y dunas: experiencias en Latinoamérica y Europa*: Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 19: 289-306. ISBN: 978-84-616-2240-5. Palma de Mallorca.

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA
NATURAL DE LES BALEARS

La gestión
integrada de
playas y
dunas:
experiencias
en
Latinoamérica
y Europa

Se analizan las transformaciones experimentadas en las últimas décadas por la duna costera (foredune) de Maspalomas, un proceso que coincide con el descenso de las poblaciones del arbusto *Traganum moquinii*. Los resultados obtenidos indican que esas poblaciones han experimentado una reducción muy significativa entre 1961 y 2003, lo que ha producido la fragmentación de la duna costera y la generación de superficies de deflación. A partir de estos resultados se han propuesto una serie de actuaciones encaminadas a recuperar la duna costera, mediante la eliminación de las actividades humanas perjudiciales para la vegetación y la repoblación con ejemplares de *Traganum moquinii*.

Palabras clave: *Traganum moquinii*, duna costera, Islas Canarias, Maspalomas, playa del Inglés, vegetación dunar.

RESEARCH AS SUPPORT OF MANAGEMENT: THE EXAMPLE OF THE FOREDUNE OF MASPALOMAS (GRAN CANARIA, CANARY ISLANDS) We analyze the changes experienced by the foredune of the dunes field of Maspalomas in recent decades, a stage that coinciding with the decline in populations of bush *Traganum moquinii*. The results showed that populations of *Traganum moquinii* have experienced a very significant reduction between 1961 and 2003, with the result of the fragmentation of coastal dune and generating deflation surfaces. Based on these results, some actions have been proposed, aimed at recovering the coastal dune, by eliminating human activities detrimental to vegetation and restocking with copies of *Traganum moquinii*.

Key words: *Traganum moquinii*, foredune, Canary Islands, Maspalomas, playa del Inglés, dune vegetation.

Antonio I. HERNÁNDEZ-CORDERO, Emma PÉREZ-CHACÓN

ESPINO y Luís HERNÁNDEZ-CALVENTO *Grupo de Geografía Física y Medio Ambiente. Departamento de Geografía. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. C/ Pérez del Toro, 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria. E-mail: aherandezc@becarios.ulpgc.es*

Introducción

El sistema de dunas de Maspalomas experimenta una progresiva transformación. En ese proceso ha jugado un papel esencial la actividad turística que, iniciada en los alrededores de este ecosistema a finales de los años sesenta del pasado siglo, se prolonga hasta la actualidad. Entre los cambios más significativos destacan los siguientes (Hernández-Calvento, 2002; 2006; Hernández-Calvento *et al.*, 2007; Hernández-Cordero *et al.*, 2006a): la progresiva estabilización de las dunas interiores, la expansión de áreas ocupadas por superficies de deflación en perjuicio de las que lo estaban por arenas móviles, la disminución de la altura de las dunas, el alejamiento de la primera línea de dunas respecto a la playa alta, así como el incremento generalizado de la cobertura vegetal.

A estas alteraciones se suman otras, relacionadas con las anteriores, que han sido menos estudiadas, y constituyen el objeto del trabajo que se presenta. Se trata de la alteración de la duna costera por las actividades de ocio que se realizan,

precisamente, en el área de entrada de los sedimentos al sistema: la playa del Inglés. Se ha constatado el alejamiento progresivo de los depósitos sedimentarios hacia el interior del campo de dunas, cuestión que parece estar directamente relacionada con la reducción de las poblaciones de una de las comunidades vegetales más características de los campos de dunas de Canarias, las de *Traganum moquinii*, cuyo análisis evolutivo en la playa del Inglés se muestra en este trabajo.

Área de estudio

El campo de dunas de Maspalomas, con una extensión de 360,9 ha, está situado en el extremo sur de la isla de Gran Canaria, en el municipio de San Bartolomé de Tirajana. Limita al norte con el campo de golf de Maspalomas y la urbanización del Inglés, al oeste con el barranco de Maspalomas, que forma en su desembocadura una laguna litoral (la Charca de Maspalomas), y al este y el sur con el mar, a través de una playa continua que recibe distintas denominaciones: playa



Fig. 1. Localización y vista general del área de estudio.

Fig. 1. Location and overview of the study area.

del Inglés (al este), playa de Maspalomas (al sur) y punta de la Bajeta (en su vértice suroriental) (Fig. 1). La primera playa constituye el área de entrada de sedimentos eólicos, mientras que la segunda se corresponde con la de salida (Martínez, 1986; Hernández Calvento, 2006). Atendiendo a la definición establecida por Hesp y Thom (1990), se trata de un campo de dunas transgresivo, caracterizado por la presencia de dunas que se desplazan de su posición original, o que lo han hecho en un pasado reciente. En ello se diferencian de los sistemas progradantes, donde predominan las dunas posicionales que, aún manteniendo procesos eólicos activos, no se desplazan (Vallejo, 2007).

El clima de Maspalomas es cálido y seco. Las precipitaciones medias anuales son de 76,2 mm, mientras que la temperatura media anual es de 21°C, lo que proporciona un marcado carácter árido al sistema. La característica principal del régimen pluviométrico, al igual que sucede en el resto de Canarias, es la enorme irregularidad anual e interanual de las precipitaciones, así como su torrencialidad. Por su parte, el viento constituye uno de los elementos climáticos determinantes en el funcionamiento del sistema de dunas, pues condiciona la movilidad de las dunas. Presenta dos direcciones principales (Pérez-Chacón *et al.*, 2007a): por un lado, las componentes OSO, O y NO, que representan el 36,2 % de las frecuencias anuales y por otro, las NE, ENE y E, que suponen el 28,8 %. Estas direcciones se alternan en función de la estación del año, de modo que las componentes OSO, O y NO predominan entre mayo y octubre, mientras que los NE, ENE y E son más frecuentes entre noviembre y febrero. Los vientos efectivos (superiores a los 5,1 m/s), con capacidad para movilizar el sedimento arenoso, predominan durante el invierno (Hernández Calvento, 2006). Un 54,5 % de

los mismos presentan una componente NE, ENE y E, lo que explica que el movimiento de las dunas se produzca en ese sentido, y principalmente durante el invierno.

La vegetación está constituida por comunidades halófilas y psamófilas, xerófilas e higrófilas. En la actualidad, una parte de este sistema, la menos alterada por la actividad humana, está protegida por la legislación vigente mediante la figura de Reserva Natural Especial.

Fueron precisamente los valores naturales de este espacio, especialmente sus playas y su elevado número de días despejados al año, los que incentivaron el desarrollo turístico de la zona. Éste se inicia hacia la década de los sesenta del siglo XX, y en la actualidad ha dado lugar a uno de los principales núcleos turísticos de Canarias. Según datos procedentes de la Consejería de Turismo del Gobierno de Canarias, en 2007 el número total de camas turísticas en esta zona era de 100.471, cifra que equivale al 69,8% de las plazas existentes en la isla de Gran Canaria, y al 23,6% de la totalidad del archipiélago (ISTAC, 2008).

El funcionamiento de la dinámica eólica se ha visto afectado por las actividades humanas. Antes del desarrollo turístico, los sedimentos procedentes del área de entrada (playa del Inglés) accedían al interior del sistema a través de dos circuitos: una parte se desplazaban en forma de cordones de dunas, paralelos a la línea de costa, hasta llegar al extremo occidental del sistema; a su vez, una parte de los sedimentos remontaba la terraza alta del Inglés y alimentaba la zona más septentrional. Tras la edificación de la terraza alta del Inglés y la coincidencia de un período de déficit sedimentario (Hernández Calvento, 2006) la circulación de las arenas se ha alterado, lo que ha producido cambios ambientales significativos en todo el sistema. En efecto, la

ocupación de este obstáculo topográfico que, de por sí, condicionaba parcialmente el tránsito de arena desde playa del Inglés al interior del sistema, supuso una seria modificación en el régimen de vientos. De esta forma, las urbanizaciones turísticas asentadas sobre la terraza intensificaron el efecto barrera de esta geoforma, desviando el flujo eólico hacia el suroeste. La consecuencia inmediata ha sido el aumento de la tasa de desplazamiento de las arenas y, por tanto, de salida de sedimentos del sistema (Dirección General de Costas, 2007), de forma que se han generado importantes superficies de deflación en la zona interior del sistema de dunas, así como el alejamiento exponencial del primer cordón de dunas transversales con respecto a la playa alta (Hernández Calvento *et al.*, 2007).

Una duna costera singular

En los dos últimos años se ha procedido a estudiar de forma pormenorizada la duna costera de Maspalomas, con el fin de caracterizar su dinámica espacio-temporal en relación con la vegetación y las actividades humanas. Aunque no existe una definición de este tipo de geoforma reconocida por toda la comunidad científica, la duna costera se puede considerar como un conjunto de cordones de dunas, paralelos a la costa, formados en la parte superior de la playa por la deposición eólica de la arena entre la vegetación (Hesp, 2002). Las especies pioneras en la formación de la duna costera incipiente (primera etapa) son normalmente herbáceas, que serán posteriormente sustituidas por otras arbustivas, cuando se forme la duna costera consolidada como resultado de la progradación de la costa (Hesp, 1984; 2002; 2004). Sin embargo, la duna costera también pueden ser tipo hummock o en montículos, cuando la

cobertura vegetal es escasa (Hesp, 1988; Pye, 1990; McLachlan, 1990).

Teniendo en cuenta estos criterios, la duna costera de Maspalomas es de tipo hummock (Fig. 2). Presenta una altura que varía entre 1 y 5 m, y está formada por ejemplares del nanofanerófito *Traganum moquinii* (conocido localmente con el nombre de balancón). Su área de distribución se reduce a la costa noroeste de África, desde las proximidades de Essaouira, en Marruecos, hasta el Cabo Timirist, en Mauritania (Charco, 2001), y a los archipiélagos de Canarias y Cabo Verde. En Canarias se localiza en las islas de La Graciosa, Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife y La Gomera. Los ejemplares adultos de *Traganum moquinii* presentan alturas que oscilan entre los 1,30 y 3 metros, llegando algunos de ellos a los 5 metros.

En el caso de Maspalomas, su duna costera presenta ciertas peculiaridades: no forma un cordón sino que está compuesta por dunas aisladas. A su vez, y a diferencia de lo que sucede en otros ámbitos geográficos, la vegetación que la origina no es herbácea sino arbustiva, tanto en las etapas de desarrollo pioneras como en las más avanzadas. Asimismo, y como el sistema no es progradante, no se están generando nuevas dunas costeras.

En ese contexto, la investigación realizada desvela que *Traganum moquinii* cumple una función muy importante en el proceso de formación de la duna costera y, por ello, en el funcionamiento de todo el sistema de dunas. Los ejemplares de esta planta crean una sombra eólica que, en ocasiones, puede alcanzar hasta los 20 m de longitud (Pérez-Chacón *et al.*, 2007b; Alonso *et al.*, 2007), por lo que funcionan como una trampa de sedimentos que favorece la formación de dunas. De esta forma, la presencia de una barrera de arbustos –relativamente laxa– en la zona de

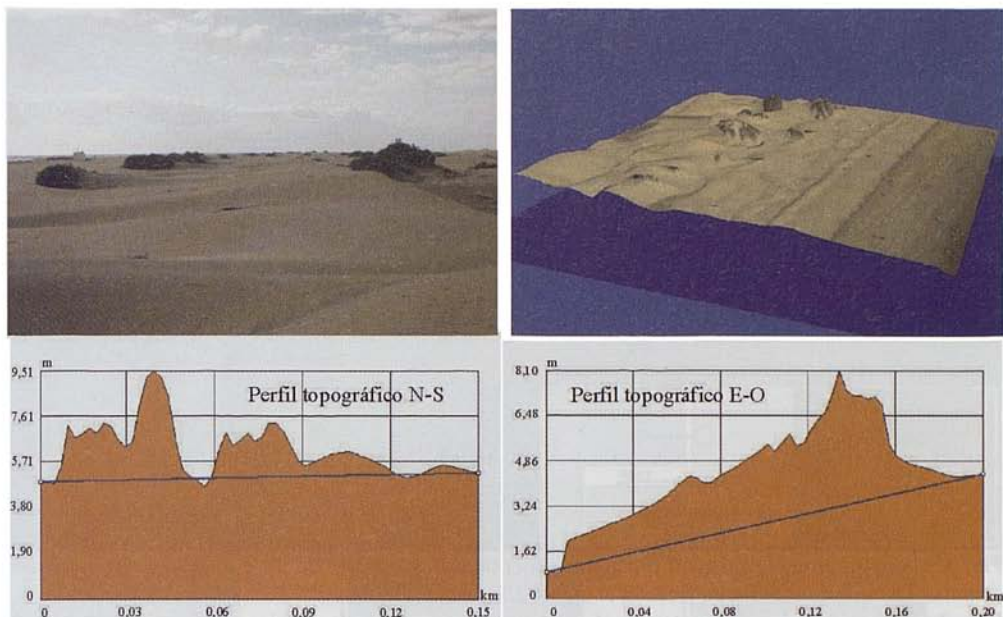


Fig. 2. La duna costera de Maspalomas: modelo digital de elevaciones generado a partir de datos de un lidar del año 2006 (imagen superior derecha), fotografía de campo (imagen superior izquierda) y perfiles topográficos (imágenes inferiores). La duna costera se caracteriza por la existencia de dunas aisladas generadas por el arbusto *Traganum moquinii*. Entre ellas se forman dunas parabólicas que progresan escasamente hacia el interior del sistema, transformándose en su avance en dunas barjanas.

Fig. 2. The foredune of Maspalomas: digital elevation model generated from lidar data obtained in 2006 (picture above right), photography field (picture above left) and topographical profiles (pictures below). The foredune is characterized by the existence of hummock dunes generated by the shrub *Traganum moquinii*. Between them are formed parabolic dunes that barely run into the system, becoming in their advance into barchan dunes.

entrada de arena al sistema, y estructurados en dos líneas principales paralelas a la costa y entre sí, regula el tránsito de sedimentos hacia el interior, ralentizando su avance y generando el conjunto de dunas permanentes que conforman la duna costera.

Las acumulaciones a sotavento, generadas entre las plantas, y detrás de éstas, evolucionan hasta formar pequeñas dunas parabólicas fijadas en ambos extremos por sendos ejemplares de *Traganum moquinii*, que progresan hacia el interior del sistema. Una vez libres de la influencia de la vegetación, estas dunas se transforman en dunas libres: barjanas y láminas de arena, que dan lugar a la

formación de dunas transgresivas bajas. La formación de las dunas parabólicas en un ambiente árido como el de Maspalomas es otra de las singularidades de este sistema de dunas.

Evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii*

Teniendo en cuenta la importancia de esta especie en la formación de la duna costera, así como las transformaciones recientes que ésta ha experimentado, se ha procedido al análisis de la evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii* tras la implantación de la actividad turística en la



Fig. 3. Unidades diferenciadas en función de la cobertura y tamaño de los ejemplares de *Traganum moquinii* (modificado de Pérez-Chacón *et al.*, 2007a).

Fig. 3. Differentiated units in terms of coverage and size of the copies of *Traganum moquinii* (modified from Pérez-Chacón *et al.*, 2007a).

zona. El estudio se ha realizado diferenciando tres unidades ambientales (Fig. 3), ya que en cada una de ellas las condiciones ecoantrópicas son diferentes, así como la fisonomía de *Traganum moquinii*. Las unidades consideradas son las siguientes:

Zona norte: es la unidad más cercana a las urbanizaciones e instalaciones turísticas. Los ejemplares de *Traganum moquinii* alcanzan el mayor tamaño y superficie, pues algunos superan los 3 metros de altura. Ocupan una superficie media de 100 m², si bien algunos de ellos superan los 900 m².

Zona sur: los individuos de *Traganum moquinii* poseen el menor tamaño y ocupan la menor extensión. La superficie máxima ocupada por un individuo es de 39 m² y la media es de 12 m².

Zona centro: en este caso los arbustos tienen un tamaño y superficie intermedia entre ambas zonas, con una media de 21 m² de ocupación y una máxima de 92 m².

En los años sesenta del pasado siglo la distribución de *Traganum moquinii* era bastante diferente a la actual (Fig. 4). En la zona sur las poblaciones de este nanofanerófito no sólo se localizaban en la duna costera, sino que también se distribuían en las depresiones interdunares existentes entre los primeros cordones de las dunas transgresivas altas. En la zona centro y norte, por el contrario, las poblaciones de *Traganum moquinii* se localizaban en una estrecha franja entre la playa alta y los primeros cordones de las dunas transgresivas altas, que se desarrollan tras la duna costera.

Las poblaciones de *Traganum moquinii*, tanto las que se extienden en la

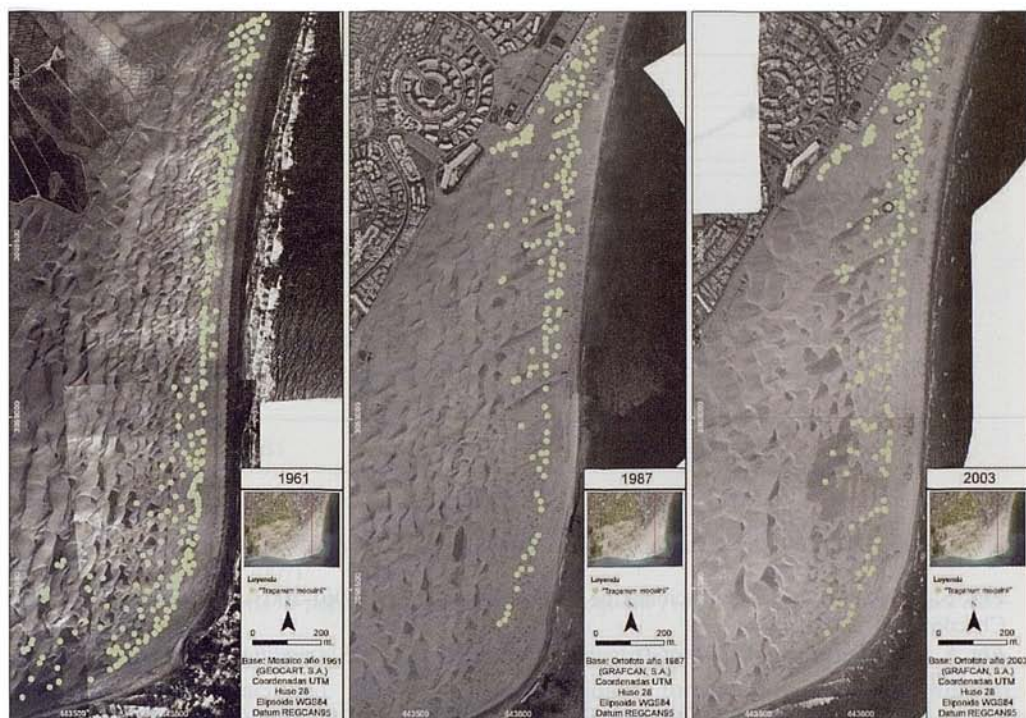


Fig. 4. Cartografía de la evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii* (1961-2003) (modificado de Pérez-Chacón et al., 2007a).

Fig. 4. Evolution mapping of populations of *Traganum moquinii* (1961-2003) (modified from Pérez-Chacón et al., 2007a).

duna costera como en otras unidades geomorfológicas, presentan un significativo descenso desde principios de los años sesenta del siglo pasado hasta la actualidad (Fig. 5). De este modo, se parte de una población inicial en 1961 de 346 ejemplares que, en el año 2003, había descendido a 213, lo que representa una

reducción del 38,4%. Este descenso poblacional es más acusado entre 1961 y 1987, cuando se produce una reducción del 40,5%. Por el contrario, entre 1987 y 2003 la población de *Traganum moquinii* se incrementa ligeramente, pasando de 206 a 213 ejemplares.

Año	Zona Norte	Zona Centro	Zona Sur	Total
1961	157	44	145	346
1987	162	26	18	206
Variación (%) 1961-1987	3,1 %	- 40,9 %	- 87,6 %	- 40,5 %
2003	140	46	27	213
Variación (%) 1987-2003	- 13,6 %	43,5 %	33,3 %	3,3 %
Variación (%) 1961-2003	- 10,8 %	4,3 %	- 81,4 %	- 38,4 %

Tabla 1. Variación del número de individuos de *Traganum moquinii* (1961-2003).

Table 1. Variation in the number of individuals of *Traganum moquinii* (1961-2003).

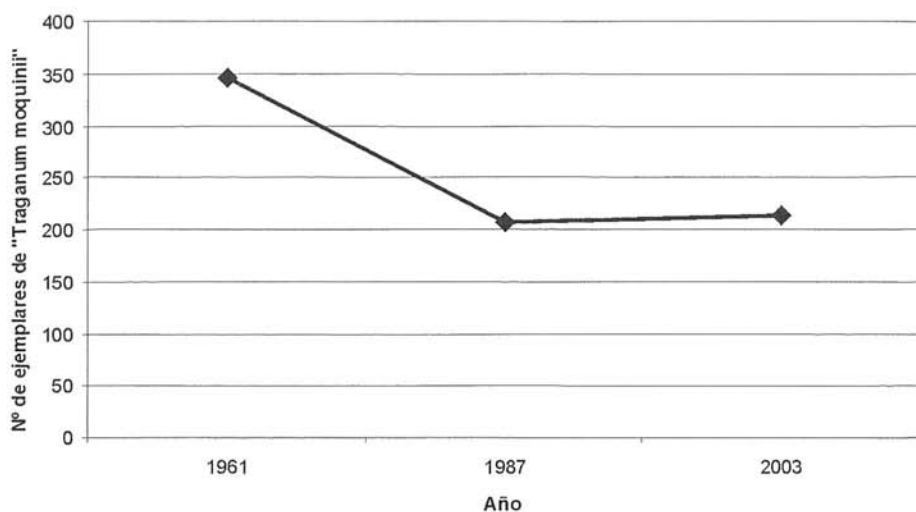


Fig. 5. Evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii* (1961-2003) (modificado de Pérez-Chacón *et al.*, 2007a).

Fig. 5. Evolution of populations of Traganum moquinii (1961-2003) (modified from Pérez-Chacón et al., 2007a).

Esta reducción generalizada de las poblaciones de *Traganum moquinii* no presenta, sin embargo, una tendencia espacial homogénea (Fig. 6; tabla 1). Contemplando la totalidad del periodo de estudio (1961-2003), se observa que en la zona norte y sur las poblaciones se reducen un 10,8% y un 81,4% respectivamente (tabla 1). Por el contrario, la zona centro presenta un modesto incremento del 4,3%.

Por su parte, el análisis por unidad entre cada intervalo temporal permite matizar los resultados de todo el periodo. Así, entre 1961 y 1987 se produce en la zona sur una acusada disminución del número de ejemplares, en torno al 87,6%. Ésta se debe tanto a la desaparición de los balcones situados en las depresiones interdunares de las dunas transgresivas altas, como de los que estaban en la duna costera. En el primer caso esta reducción se produce como consecuencia de la alteración de la dinámica eólica por la edificación de la terraza del Inglés. A partir de trabajos

anteriores (Hernández Calvento, 2006) se ha podido conocer que, antes del desarrollo turístico, la arena en tránsito en esta zona era menor, de tal forma que las depresiones interdunares ocupaban una mayor extensión que en la actualidad. Posteriormente, la urbanización de la terraza alta del Inglés produce un giro en el tránsito de sedimentos hacia el sur, lo que ocasiona una disminución sustancial de la superficie ocupada por las mencionadas depresiones interdunares y, con ello, la desaparición total de los individuos de *Traganum moquinii* que se localizaban en las mismas.

Por su parte, el número de ejemplares de la zona centro también disminuye, pero de forma menos acusada. La zona norte, en cambio, presenta una tendencia positiva. El incremento del número de ejemplares de *Traganum moquinii* en esta última unidad se debe, en parte, a que algunas de las zonas ocupadas por cordones de dunas móviles en los años sesenta, hacia 1987 lo están por superficies

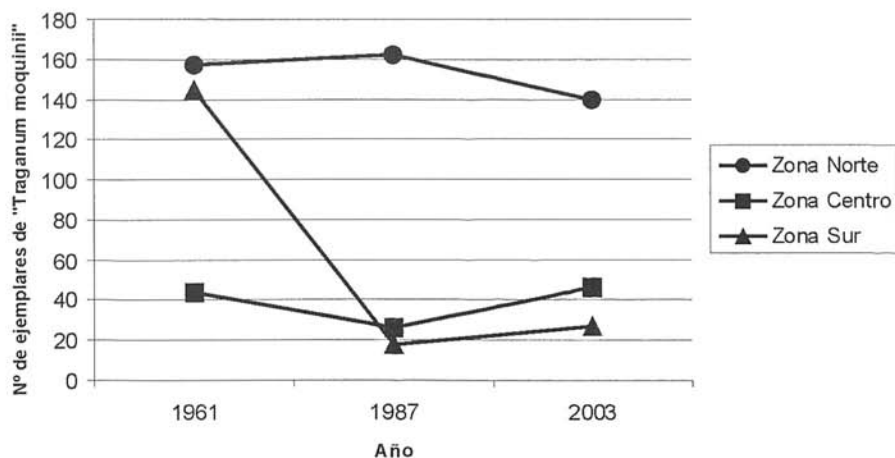


Fig. 6. Evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii* por unidades (1961-2003) (modificado de Pérez-Chacón et al., 2007).

Fig. 6. Evolution by units of populations of Traganum moquinii (1961-2003) (modified from Pérez-Chacón et al., 2007a).

de deflación, áreas donde la especie coloniza con mayor facilidad.

Durante el periodo 1987-2003 la tendencia expuesta anteriormente se invierte (Fig. 6), de modo que en las zonas sur y centro las poblaciones de *Traganum moquinii* se recuperan ligeramente. En cambio, en la zona norte se produce una disminución, sin que hasta el momento se conozcan con precisión las causas de este cambio en la dinámica de las poblaciones de *Traganum moquinii*. Por otro lado, en todas estas zonas, durante este periodo, los individuos de *Traganum moquinii* continúan la colonización de las superficies de deflación que, a su vez, se siguen ampliando.

Impactos sobre la duna costera relacionados con las actividades turísticas

La duna costera de Maspalomas sufre una presión humana muy significativa que, además, es constante a lo largo de todo

el año. Los impactos vinculados a las actividades turísticas, que se desarrollan en la playa del Inglés y en su duna costera, son principalmente la instalación de equipamientos (hamacas y quioscos de playas), así como un conjunto de acciones (pisoteo, apertura de caminos, etc.) realizadas por los usuarios de la playa.

Los equipamientos instalados en la playa, hamacas y quioscos, han alterado la dinámica sedimentaria eólica mediante la generación de pasillos de sombra eólica, tal y como ha podido constatarse en estudios anteriores (Hernández Calvento, 2006). Por su parte, entre las acciones de los usuarios, que generan impactos negativos, destacan las siguientes: apertura de caminos, construcción de estructuras cortavientos, tránsito desordenado e indiscriminado de personas, y permanencia dentro de los ejemplares de *Traganum moquinii*.

La apertura de caminos (Fig. 7) se realiza principalmente en la zona norte de la duna costera, donde los ejemplares de *Traganum moquinii* alcanzan un mayor por-



Fig. 7. Senderos abiertos en ejemplares de *Traganum moquinii* vistos en fotografía aérea (izquierda) y en el terreno (derecha).

Fig. 7. Trails opened inside copies of Traganum moquinii seen from aerial photography (left) and on the field (right).

te. El continuo acceso a la cresta de la duna, con la finalidad de pasar el día de playa en ella, ocasiona la formación de una red de senderos dentro de los ejemplares vegetales, así como de calveros en la zona culminante.

Los senderos creados durante décadas han fragmentado las plantas en varios núcleos (Fig. 8). Pues tanto el constante pisoteo, como la rotura de ramas para acceder al interior de las plantas, van bloqueando su crecimiento en algunas zonas y, con ello, produciendo la fragmentación de un mismo ejemplar en varios núcleos aislados.

Como se puede comprobar en la Fig. 8, esta disposición de los ejemplares de *Traganum moquinii* no se producía a principios de los años sesenta, es decir, antes del desarrollo turístico. Otros senderos se utilizan como urinarios improvisados, lo que deteriora las plantas por la concentración de sustancias nocivas. A su vez, el intenso tránsito de personas ocasiona el pisoteo de las nuevas plántulas, lo que también limita la recolonización espontánea de la especie.

En las zonas centro y sur de la duna costera, donde los ejemplares de *Traganum moquinii* tienen un tamaño más reducido, el

principal impacto sobre las plantas se deriva de la construcción de estructuras cortaviento, también denominadas goros (Fig. 9).

Los turistas los construyen en esta zona porque el viento es más intenso, y la protección de las plantas menor, pues son de porte más reducidos. Estas estructuras se construyen con cantos traquifonolíticos procedentes de paleobarras lo que, a su vez, produce una alteración del patrimonio geológico.

Otro efecto evidente es la formación de pasillos de sombra eólica a sotavento de estos goros. Muchos de ellos están asociados a individuos de *Traganum moquinii* (Fig. 9), que presentan amplios sectores aplastados por las rocas de los goros. Además, los usuarios de estas estructuras rompen de forma consciente aquellas ramas que “molestan”, produciendo una alteración de la fisionomía de los arbustos.

Es probable que todo ello esté afectando a la reproducción de esta especie, que ya de por sí sobrevive en unas condiciones ambientales muy restrictivas (escasas precipitaciones y enterramiento por arena).

En definitiva, existen indicios razo-



Fig. 8. Imágenes comparativas de algunos individuos de *Traganum moquinii* (1961-2003).

Fig. 8. Comparative images of some individuals of *Traganum moquinii* (1961-2003).

nables para pensar que la combinación de estos impactos hayan sido los responsables de la reducción general del número de ejemplares de *Traganum moquinii* en la duna costera, especialmente en la zona sur. En este último caso, se ha podido constatar una relación positiva entre el incremento del número de cortavientos y la reducción de número de plantas (Hernández-Cordero et al., 2006b).

Transformaciones de la duna costera

A principios de los años sesenta del siglo pasado, y en la zona de entrada de sedimentos, detrás de la duna costera se generaban de forma inmediata los primeros cordones de dunas transgresivas, alternando con depresiones interdunares intercaladas. En contrapartida, estos cordones se encuentran actualmente bastante alejados de la duna costera al tiempo que se ha formado una amplia zona de transición constituida por dunas barjanas, láminas de arena (dunas transgresivas bajas) y superficies de deflación (Fig. 10).

Parece evidente que la reducción del número de ejemplares de *Traganum moquinii*, junto a la reducción de la entrada de sedimentos, ha desencadenado una parte de estas transformaciones. La desaparición, en algunas áreas de la zona sur de la playa del Inglés, de la primera línea de plantas ha producido la fragmentación de la duna costera en esta área, quedando dividida en tres unidades (Fig. 10), fenómeno que se identifica en los fotogramas de 1987. En los espacios que han quedado entre estos fragmentos se han generado superficies de deflación, además de formarse dunas libres (barjanas) y láminas de arena. Éstas se desplazan de forma temporal a gran velocidad, debido a la inexistencia de obstáculos significativos. Este hecho también está relacionado con las variaciones espaciales que presenta el régimen de viento de norte a sur de la franja del Inglés, pues su velocidad se incrementa de norte a sur, debido al efecto de la terraza alta, incrementado por la urbanización. El aumento de la velocidad del viento al sur de este sistema se ha producido coincidiendo con un período deficitario de sedimentos. Como resultado, en algunas áreas detrás de



Fig. 9. Transformaciones de la duna costera y otras geoformas en el sistema de dunas de Maspalomas.

Fig. 9. Geomorphological transformations of foredune and other landforms in the dune system of Maspalomas.

la duna costera, y en las zonas donde ésta ha desaparecido por la eliminación de la vegetación, se han generado amplias superficies de deflación.

Por el contrario, en las áreas de primera línea ocupadas por *Traganum moquinii* y, por lo tanto, donde se mantiene la duna costera no se han producido procesos erosivos significativos, con la excepción de pequeñas depresiones temporales, consideradas como una parte del funcionamiento de la dinámica eólica (también se observan en las fotografías aéreas de los años sesenta).

Sin embargo, estas geoformas erosivas no se formaron inmediatamente después de la ruptura de la duna costera, pues en las fotografías del año 1987 se puede apreciar la existencia de importantes volúmenes de arena en los espacios libres entre las plantas. Esto podría deberse a que, en aquel momento, el sistema disponía de una mayor cantidad de arena que en la actualidad. Posteriormente, la disminución de los aportes sedimentarios, junto a la desaparición de los ejemplares de *Traganum moquinii*, dieron lugar a la formación de las superficies de deflación.

Recomendaciones propuestas

La investigación realizada ha permitido constatar el descenso de la población de *Traganum moquinii* en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas, así como la transformación de su duna costera, y conocer las causas de estos procesos. La problemática ambiental diagnosticada impulsó a la adopción de medidas por parte de los gestores de la Reserva.

En una primera etapa se encargaron una serie de estudios, y de sus resultados se derivaron posteriormente un conjunto de acciones para regenerar la duna costera actual en el sector sur de la playa del Inglés, así como para garantizar el mantenimiento de las condiciones de crecimiento natural de esta especie en toda la playa.

Por lo que respecta a la investigación realizada por nuestro equipo, y en el marco del proyecto “Estudio de la relación existente entre la dinámica dunar y la vegetación en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)”, financiado por el Cabildo de Gran Canaria, de los resultados obtenidos se derivaron las propuestas adjuntas, orientadas a la recuperación de las poblaciones de *Traganum moquinii* y a la ordenación de los usos que alteran la duna costera (Fig. 11).

La propuesta comprende medidas de carácter general y otras específicas según el sector de la duna costera de que se trate. Entre las primeras se propuso la realización de una campaña de sensibilización sobre la importancia de *Traganum moquinii* en la conservación del ecosistema. También con carácter general, y dada la fragilidad del sistema playa-duna, se propuso limitar los movimientos de arena que realizan las personas encargadas del mantenimiento de las playas pues, en ocasiones, y coincidiendo con la llegada de temporales

que pueden erosionar la playa, se trasladan sedimentos desde las dunas móviles a las playas, para su “recuperación” artificial. El resto de las medidas señaladas en el mencionado proyecto fueron diferenciadas por sector, tal como se muestra a continuación:

Zona norte y centro

En el diagnóstico se detectó que el tránsito desordenado de personas ha generado la formación de senderos entre los ejemplares de *Traganum moquinii*, la rotura de ramas, y la utilización de algunos de ellos como urinarios. Para reducir el proce-

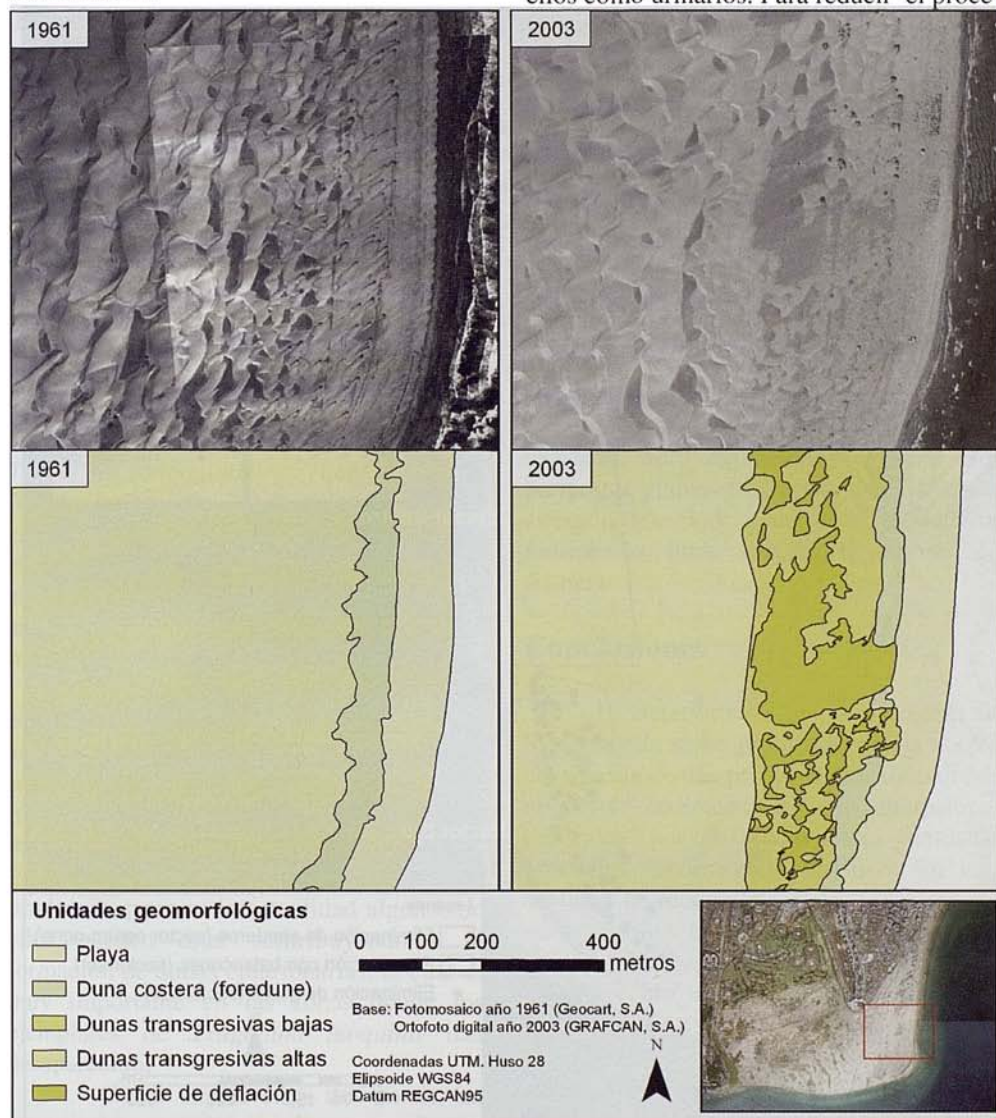


Fig. 10. Transformaciones de la duna costera y otras geofomas en el sistema de dunas de Maspalomas (1961-2003).

Fig. 10. Geomorphological transformations of foredune and other landforms in the dune system of Maspalomas (1961-2003).

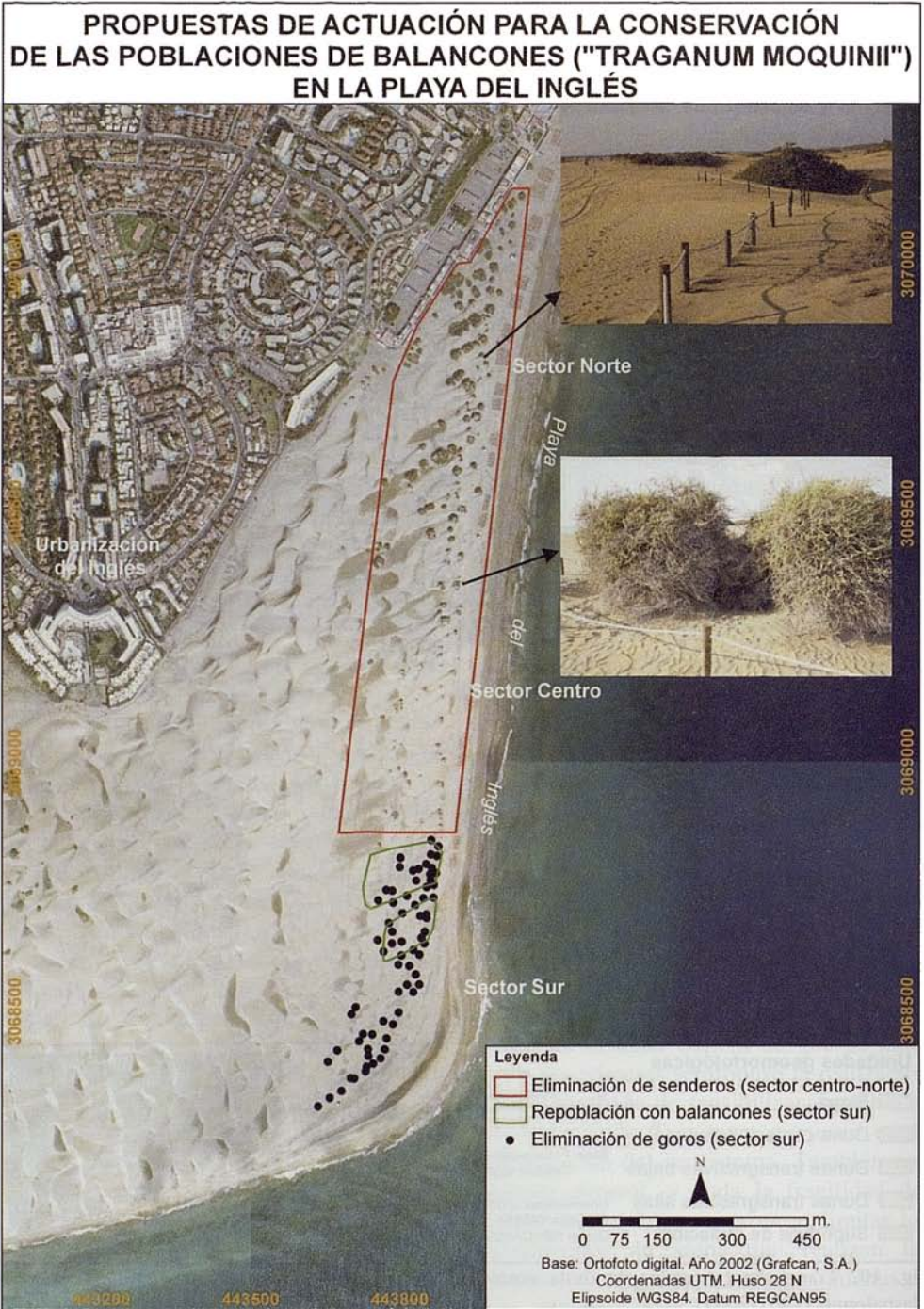


Fig. 11. Propuestas de actuación (Pérez-Chacón *et al.*, 2007b).

Fig. 11. Actions proposals (Pérez-Chacón *et al.*, 2007b).

so de degradación de la vegetación, se propusieron las siguientes acciones correctoras: el cierre de los caminos realizados por los usuarios de la playa entre los ejemplares de *Traganum moquinii*; ordenar el tránsito de personas mediante la canalización del acceso a la playa a través de la señalización de senderos; limitar el acceso a la zona ocupada por los individuos de *Traganum moquinii* mediante señalización, y vallado de algunas zonas, para permitir la recuperación de los mismos y, finalmente, señalar la prohibición de utilizar las plantas como urinarios.

Zona sur

En la zona sur de la duna costera los impactos ocasionados por los usuarios de la playa presentan ciertas diferencias con respecto a las otras dos zonas. En este caso, se ha producido una disminución muy significativa del número de ejemplares de *Traganum moquinii* y, con ello, la fragmentación de la duna costera. Las causas de este descenso poblacional parece estar relacionado con la construcción de estructuras cortavientos y las actividades asociadas (rotura de ramas, micción, pisoteo de plántulas, etc.).

Por ello las acciones propuestas en este caso comprenden los siguientes aspectos: elaborar un plan de eliminación selectiva y progresiva de los goros, e implantar una señalización donde se informe de la prohibición de construirlos. Este plan ha de ser diseñado con mucha prudencia, pues en la actualidad algunos de ellos pueden estar contribuyendo a la formación de dunas embrionarias, lo cual es muy importante en las zonas donde los ejemplares de *Traganum moquinii* han desaparecido.

Como en las otras dos zonas, un grupo de medidas están encaminadas también a limitar el acceso a la zona ocupada por los ejemplares de *Traganum moquinii* mediante señalización, y vallado

de algunas zonas, para favorecer su recuperación natural. Finalmente, un aspecto indispensable para recuperar la duna costera es la repoblación con individuos de *Traganum moquinii*. Ésta debe orientarse a la recuperación de la morfología original de la duna costera, que es de tipo hummock.

Para ello, la repoblación debe realizarse entre las dos hileras de arbustos existentes (donde las dunas tienen un menor volumen de arena y menor velocidad de desplazamiento), en un área donde en la actualidad no existen individuos de *Traganum moquinii*. Esta zona presenta el inconveniente de la existencia de barras de cantos, pero se podría adecuar el número y la ubicación de las plántulas a los huecos existentes entre las mencionadas barras, de tal forma que no se destruyan estas estructuras. Asimismo el número debe ser reducido, para evitar que se forme una barrera de plantas más densa de lo deseado, cuestión que podría alterar el tránsito de sedimentos libres hacia el interior del sistema.

Conclusiones

El deterioro de la duna costera de Maspalomas se ha producido por la acción combinada de dos procesos: la existencia de un déficit sedimentario y las alteraciones inducidas por las actividades humanas asociadas al desarrollo turístico. En este sentido, la reducción en la zona sur del número de ejemplares de *Traganum moquinii* ha fragmentado la duna costera y ha favorecido la generación de superficies de deflación, pues las arenas, al no existir ya obstáculos que frenen su avance, se adentran hacia el interior del sistema de dunas con formas escasamente volumétricas. En este punto cabe destacar que ese transporte eólico se ve intensificado por el efecto que ejerce la urbanización

construida sobre la terraza del Inglés sobre los vientos, pues éstos intensifican su velocidad en el sector meridional de la playa. Como consecuencia, las arenas circulan al triple de su velocidad natural, y terminan conformando una duna alta, que se adentra hacia el interior del campo de dunas a una velocidad también superior a la de hace unas décadas. En cambio, en aquellas áreas donde la vegetación ha permanecido prácticamente inalterada, las superficies de deflación se han formado únicamente detrás de la duna costera.

En consecuencia, la existencia de esta especie vegetal garantiza la formación de dunas permanentes y, por lo tanto, la existencia de la población de *Traganum moquinii* y de la duna costera asociada es de vital importancia para mitigar los efectos de la erosión marina y eólica. Hay que tener en cuenta que el campo de dunas ha experimentado la inundación de sus áreas interiores al menos en dos ocasiones en el último decenio (2004 y 2006), lo cual se ha relacionado con el menor volumen de arena existente y la reducción de la altura de las dunas. Por lo tanto, se puede afirmar que las transformaciones geomorfológicas experimentadas por la duna costera han incrementado la vulnerabilidad del sistema al reducir su protección frente a la erosión marina, lo cual es especialmente crítico en un contexto donde las predicciones sobre el cambio climático indican una subida del nivel del mar en las Islas Canarias que podría alcanzar valores de 35 cm (Ministerio de Medio Ambiente, 2004). Estas mismas predicciones señalan que el retroceso de la costa sea más acusado en playas de arena fina y de mayor extensión en la zona sur de Canarias (el Ministerio de Medio Ambiente -2004- calcula hasta 70 m de pérdida para el año 2050 en este contexto), características que coinciden con el ámbito de Maspalomas.

El diagnóstico realizado -la investigación- ha permitido profundizar en el valor de las poblaciones de *Traganum moquinii*, conocer aspectos fundamentales de su dinámica reciente y de su problemática. A su vez, todo ello ha hecho posible determinar con precisión qué medidas eran necesarias para su recuperación y dónde se debían localizar. Es indudable que “investigación y gestión” forman un binomio necesario, donde la transferencia de resultados es fundamental que se realice en los dos sentidos, pues también de la gestión se podrán inferir en el futuro nuevas enseñanzas sobre la peculiar duna costera de la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible gracias a los siguientes proyectos de investigación: “Estudio de la relación existente entre la dinámica dunar y la vegetación en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias)” CN-57/06-240/097/0024, financiado por el Cabildo de Gran Canaria y “Consecuencias ambientales inducidas por el desarrollo turístico en espacios insulares: alteraciones de los procesos naturales en sistemas de dunas litorales de Canarias y Cabo Verde” SEJ2007-64959, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y fondos FEDER, cuyas aportaciones agradecemos.

Bibliografía

- Alonso, I., Sánchez-Pérez, I., Rodríguez, S., Pejenaute, I., Hernández, A., Menéndez, I., Hernández, L. y Pérez-Chacón, E. 2007. Aeolian dynamics changes due to the obstacle generated by *Traganum moquinii*. Conferencia Internacional sobre Restauración y Gestión de las Dunas Costeras. Santander, España.

- Charco, J. 2001. Guía de los árboles y arbustos del Norte de África. Agencia Española de Cooperación Internacional. Madrid. 671 pp.
- Dirección General de Costas (Ministerio de Medio Ambiente) 2007. Estudio integral de la playa y dunas de Maspalomas. 698 pp.
- Hernández Calvento, L. 2002. Análisis de la evolución del sistema de dunas de Maspalomas, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2000). Tesis Doctoral (Inédita). Departamento de Geografía de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 408 pp.
- Hernández Calvento, L. 2006. Diagnóstico sobre la evolución del sistema de dunas de Maspalomas (1960-2000). Cabildo de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. 361 pp.
- Hernández Calvento, L., Alonso, I., Sánchez-Pérez, I., Alcántara-Carrió, J. y Montesdeoca, I. 2007. Shortage of sediments in the Maspalomas dune field (Gran Canaria, Canary Islands) deduced from analysis of aerial photographs, foraminiferal content, and sediment transport trends. *Journal of Coastal Research*, 23(4): 993-999.
- Hernández Cordero, A.I., Pérez-Chacón, E. y Hernández Calvento, L. 2006a. Vegetation colonisation processes related to a reduction in sediment supply to the coastal dune field of Maspalomas (Gran Canaria, Canary Islands, Spain). *Journal of Coastal Research*, SI 48: 69-76.
- Hernández Cordero, A.I., Pérez-Chacón, E. y Hernández Calvento, L. 2006b. Evolución de las poblaciones de *Traganum moquinii* en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias, España): una aproximación mediante Sistemas de Información Geográfica. IV Congreso Español de Biogeografía.
- Hesp, P.A. 1984. Fore-dune formation in southeast Australia. En: Thom, B.G. (ed.): *Coastal geomorphology in Australia*: 69-97. Academia Press. London.
- Hesp, P.A. 1988. Morphology, dynamics and internal stratification of some established fore-dunes in southeast Australia. *Sedimentary Geology*, 55: 17-41.
- Hesp, P.A. 2002. Fore-dunes and blowout: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- Hesp, P.A. 2004. Coastal dunes in the tropics and temperate regions: location, formation, morphology and vegetation processes. En: Martínez, M.L. y Psuty, N.P. (eds.): *Coastal dunes. Ecology and Conservation*: 29-49. *Ecological Studies* 171. Springer.
- Hesp, P.A. y Thom, B.G. 1990. Geomorphology and evolution of active transgressive dunefields. En: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P. y Carter, R.W.G. *Coastal dunes. Form and Process*: 253-288. Ed. Wiley & Sons. Chichester.
- ISTAC (Instituto Canario de Estadística) (2008). Anuario estadístico de Canarias 2007. Gobierno de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria. 359 pp.
- Martínez, J. 1986. Dunas de Maspalomas (Gran Canaria): naturaleza petrológica de sus arenas. *Anuario de Estudios Atlánticos*, 32: 785-794.
- Mclachlan, A. 1990. The exchange of materials between dune and beach systems. En: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P. y Carter, R.W.G. *Coastal dunes. Form and Process*: 201-215. Ed. Wiley & Sons. Chichester.
- Ministerio de Medio Ambiente (2004). Impactos en la costa española por efectos del cambio climático. Fase II: evaluación de efectos en la costa española. 423 pp.
- Pérez-Chacón, E., Hernández Calvento, L., Hernández Cordero, A., Máyer Suárez, P., Romero Martín, L., Alonso Bilbao, I., Mangas Viñuela, J., Menéndez González, I., Sánchez Pérez, I., Ojeda Zújar, J., Ruiz Flaño, P. y Alcántara Carrió, J. 2007a. Maspalomas: claves científicas para el análisis de su problemática ambiental. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 38 pp.
- Pérez-Chacón, E., Hernández Calvento, L., Hernández Cordero, A., Máyer Suárez, P., Pejenaute Alemán, I., Romero Martín, L., Sánchez Pérez, I., Alonso Bilbao, I., Mangas Viñuela, J., Menéndez González, I. y Rodríguez Valido, S. 2007b. Estudio de la relación existente entre la dinámica dunar y la vegetación en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas. Informe Técnico (inédito) para el Cabildo

de Gran Canaria. 111 pp. más anexo cartográfico.

Pye, K. 1990. Physical and human influences on coastal dune development between the Ribble and Mersey estuaries, northwest England. En: Nordstrom, K.F., Psuty, N.P. y Carter, R.W.G. Coastal dunes. Form and Process: 339-359. Ed. Wiley & Sons. Chichester.