

Bibliografía

- Baldwin LK & GE Bradfield. (2007) Bryophyte responses to fragmentation in temperate coastal rainforests: a functional group approach. *Biological Conservation*, 136(3), 408-422.
- Bello Rodríguez V, Gómez LA, Fernández López Á, Del Arco Aguilar MJ, Hernández Hernández R, Emerson B, & JM González Mancebo (2019) Short and long term effects of fire in subtropical cloud forests on an oceanic island. *Land Degradation & Development*, 30(4), 448-458.
- Berdugo MB & M Dociak (2019) Bryophytes in fire waves: Forest canopy indicator species and functional diversity decline in canopy gaps. *Journal of Vegetation Science*, 30(2), 235-246.
- Boer MM, De Dios VR, Stefaniak EZ, & RA Bradstock (2021) A hydroclimatic model for the distribution of fire on Earth. *Environmental Research Communications*, 3(3), 035001.
- Cedrés-Perdomo RD, Hernández-Hernández R, Emerson BC, & JM González-Mancebo (2023) Multiple responses of bryophytes in a chronosequence of burnt areas in non-fire prone subtropical cloud forests. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 58, 125702.
- Del Arco MJ, Wildpret W, Pérez De Paz PL, Rodríguez O, Acebes JR, García-Gallo A, Martín VE, Reyes-Betancourt JA, Salas M, Bermejo JA, González R, Cabrera MV, S García (2006) *Mapa de Vegetación de Canarias*. GRAFCAN, Santa Cruz de Tenerife, p. 550.
- Downing WM, Krawchuk MA, Coop JD, Meigs GW, Haire SL, Walker RB, Whitman E, Chong G, Miller C & C Tortorelli (2020) How do plant communities differ between fire refugia and fire-generated early-seral vegetation? *Journal of Vegetation Science*, 31 (1), 26–39.
- During HJ (1992) Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: Bates JW, AM Farmer (Eds.), *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Clarendon Press, Oxford, pp. 1–31.
- Gosper CR, Pettit MJ, Andersen AN, Yates CJ & SM Prober (2015) Multi-century dynamics of ant communities following fire in Mediterranean-climate woodlands: are changes congruent with vegetation succession? *Forest Ecology and Management*, 342, 30–38.
- Hernández-Hernández R, Castro J, Del Arco Aguilar M, Fernández-López ÁB & JM González-Mancebo (2017) Post-fire salvage logging imposes a new disturbance that retards succession: the case of bryophyte communities in a Macaronesian laurel forest. *Forests*, 8(7), 252.
- Höller mann P (2000) The impact of fire in Canarian ecosystems 1983–1998. *Erdkunde* 54, 70–75.
- Nogué S, de Nascimento L, Fernández-Palacios JM, Whittaker R & KJ Willis (2013) The ancient forests of La Gomera, Canary Islands, and their sensitivity to environmental change. *Journal of Ecology*, 101 (368), 377.
- Pausas JG & JE Keeley (2009) A burning story: the role of fire in the history of life. *BioScience*, 59 (7), 593–601.
- Pielou, EC (1969) *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley Interscience - John Wiley and Sons, New York.
- Resco de Dios, V (2020) *Plant-fire interactions*. In: *Applying Ecophysiology to Wildfire Management*, 36. Springer, Cham, Switzerland.

Traganum moquinii, balancón, clave en la formación dunar en el proyecto MASDUNAS

DOI: 10.15366/cv2023.27.006

Traganum moquinii, key in the dune formation in MASDUNAS project

MARTA MARTÍNEZ PÉREZ¹, MANUEL VIERA PÉREZ², FRANCISCO LEÓN ALEMÁN³, JESÚS PADRÓN GARCÍA¹ y YARELY SEGURA HERNÁNDEZ¹

1. Cabildo de Gran Canaria, Servicio de Medioambiente. mmartinezp@grancanaria.com

2. Grupo de Investigación Geografía Física y Medio Ambiente (gGFyMA) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

3. Gestión y Planeamiento Territorial y Medioambiental, S.A (GESPLAN).

Resumen/Abstract

La restauración ambiental de la duna costera es una de las actuaciones más importantes en la conservación del sistema dunar en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas. El proyecto Masdunas, desarrollado por el Cabildo de Gran Canaria, nace con la finalidad de buscar las fórmulas adecuadas para frenar el proceso de degradación ambiental que se ha ido produciendo durante los últimos 50 años en las dunas de esta RNE, como consecuencia del uso desordenado y descontrolado de sus recursos. Para renaturalizar la duna costera (foredune) se han realizado diferentes actuaciones: 1) Delimitación física de parcelas de protección de *Traganum moquinii* Webb ex Moq. in DC. y su seguimiento, 2) Instalación de captadores de arena (estructuras para atrapar arena), pantallas y plantación de balancónes que son los responsables de la formación de dunas en montículo (*nebkhas*) y 3) Eliminación de las presiones que afectan a la dinámica natural sedimentaria. Los resultados del seguimiento científico, han establecido directrices claras para mejorar la gestión del área protegida.

Environmental restoration of the coastal dune is one of the most important procedures for the conservation of the dune system in the Special Natural Reserve of Dunas de Maspalomas. Masdunas project, developed by the Council of Gran Canaria, is born with the objective of searching for adequate ways of halting the environmental degradation process befalling the dune system for the last 50 years as consequence of the disruptive and disarray use of its resources. In order to rewild the coastal dune (foredune) various operations have been set in motion: 1) Spatial delimitation and follow-up of protection plots for Traganum moquinii Webb ex Moq. in DC. "balancónes", 2) Preparation of sand collectors (structures devised to round up sand), which are responsible for the formation of mound dunes (nebkhas) and 3) Removal of pressure sources that afflict the natural sedimentary dynamic. The scientific follow-up results have established clear directives for improving the management of this protected space.

Palabras clave/ Keywords

Duna costera, renaturalización, cambio climático

Foredune, rewilding, climate change

Localización y protección

Situado en la Red de Espacios Naturales Protegidos de Canarias y en la Red Natura 2000 como Zona de Especial Conservación (en adelante, ZEC) Dunas de Maspalomas, coincidiendo ambas territorialmente. Concretamente, en el sur de la isla de Gran Canaria, municipio de San Bartolomé de Tirajana, donde el Cabildo de Gran Canaria es el órgano gestor encargado de la conservación ambiental.

Objetivos del proyecto MASDUNAS

- Recuperación y protección de *T. moquinii* y su función biogeomorfológica en la duna costera de la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas (en adelante, RNEDM).
- Realizar un seguimiento científico de este sistema dunar para mejorar el conocimiento enfocado en la gestión.
- Dar a conocer los valores ambientales de esta especie y el sistema dunar de la RNEDM a la población local y a los turistas.

Dinámica del sistema dunar

El sistema dunar de Maspalomas presenta un ciclo sedimentario donde el viento y el mar juegan un papel fundamental (Fig. 1). La arena accede al sistema por la playa del Inglés, donde los vientos alisios del NE la movilizan hacia el interior. Una vez se han formado las dunas libres (barjanas), estas avanzan en sentido E-O y NE-SO hasta salir al mar por la playa de Maspalomas. Sin embargo, cuando se producen temporales del SO, la playa de Maspalomas se erosiona y parte de la arena se deposita en la punta de la Bajeta. Una parte de estos sedimentos vuelve a incorporarse a este ciclo sedimentario, mientras que otra parte cae a una profundidad que impide que vuelva a entrar en este ciclo.



Figura 1. Vista general de la playa del Inglés (izquierda) donde los vientos alisios del NE movilizan la arena hacia el interior del campo dunar de la RNEDM. Las dunas avanzan en sentido E-O y NE-SO hasta salir al mar por la playa de Maspalomas (derecha). (Foto: J. Tafall Pérez)

Características de la duna costera

La duna costera o *foredune* de la RNEDM se desarrolla a partir de *nebkhas* o montículos de tamaño y altura variable en la zona alta de la playa del Inglés (*backshore*), donde el sedimento transportado por la dinámica eólica forma las primeras dunas por interacción con la vegetación. En el sistema playa-duna árida los ejemplares de *Traganum moquinii* estructuran los montículos de la duna costera de manera monoespecífica. Estos se reparten a lo largo de 1500 metros conformando los diferentes montículos sin posibilidad de extenderse y fusionarse para formar cordones de vegetación continuos (García-Romero *et al.*, 2021), como sucede en



Figura 2. Ejemplares de *Traganum moquinii* plantados dentro de las parcelas de protección y seguimiento científico. (Foto: M. Martínez Pérez)

otros lugares de climas más templados. Por lo que, la duna costera se caracteriza por una fragmentación propia por la que entra la arena al sistema dunar.

Traganum moquinii (balancón)

De acuerdo con la información incluida en el Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias, esta especie se distribuye en la Región Macaronésica: Canarias (oeste de La Gomera; sur de Tenerife; sur y este de Gran Canaria; sur, este y norte de Fuerteventura; islote de Lobos; sureste, norte y noreste de Lanzarote y en La Graciosa), Cabo Verde y costa noroeste de África (Marruecos, Sáhara occidental y Mauritania).

Se encuentra recogida en el Anexo II del Catálogo Canario de Especies Protegidas, en la categoría de "vulnerable". El Plan de gestión de la ZEC (BOC núm. 68, de 11 de abril de 2016) lo incluye dentro del hábitat 2130* (Dunas fijas con vegetación herbácea o dunas grises) que está representado por la asociación vegetal matorral de balancón o balanconal (*Traganetum moquinii*).

El papel de *Traganum moquinii* en la formación de la duna costera

El balancón es una planta adaptada a condiciones áridas con un elevado dinamismo eólico sedimentario, pudiendo germinar, crecer y sobrevivir cerca de la costa. Es una especie pionera en la formación de dunas en sistemas playa-duna de climas áridos de las islas Canarias (Hernández *et al.*, 2012; García-Romero *et al.*, 2021; Viera, 2015; Domínguez-Brito *et al.*, 2020; Cabrera *et al.*, 2013) y concretamente de Playa del Inglés. Esta especie, adaptada a los enterramientos por arena, presenta una reacción positiva frente a los mismos (Hernández *et al.*, 2012), soportando, incluso, enterramientos absolutos, siempre que este se realice de forma progresiva, sin superar en ningún caso un periodo de aproximadamente 45 días (Viera, 2015). Cuando se realizan plantaciones, es importante su mantenimiento, con riego y control durante las primeras fases para que los ejemplares no se vean totalmente enterrados durante periodos largos de tiempo (Fig. 2).

En la playa del Inglés actúan como especie estructurante e ingeniera de la geomorfología (Corenblit *et al.*, 2011). En la parte posterior de los montículos la acumulación de sedimento da lugar a geformas parabólicas no vegetadas ancladas en sus extremos a las *nebkhas*, llamadas dunas de lengua o dunas parabólicas (Cabrera *et al.*, 2013; Domínguez-Brito *et al.*, 2020; Viera, 2015).

En los campos de dunas transgresivos, estas dunas de lengua terminan liberándose de la vegetación de la *foredune*, para dar lugar a geofomas eólicas libres, en este caso barjanas y cordones barjanoides que avanzan hacia el interior del sistema (Cabrera *et al.*, 2013; Hernández *et al.*, 2012).

Perturbaciones presentes en el sistema dunar

Las dunas de Maspalomas experimentan una problemática ambiental relacionada con las siguientes perturbaciones:

- **Erosión sedimentaria:** se ha producido una disminución de las áreas ocupadas por las dunas, así como el incremento de las zonas erosionadas (superficies de deflación).
- **Pérdida de balancones:** estudios comparativos con ortofotos en diferentes años muestran la gran pérdida de individuos en Playa del Inglés. En el año 1961 eran 486 ejemplares y en el año 1987 206 (descenso del 57.6%). Esto ha favorecido la desaparición de dunas y el aumento de las zonas de deflación.
- **Pérdida de biodiversidad:** las especies exóticas invasoras (EEI, en adelante) de animales y plantas, así como el uso público intenso y desordenado, están desplazando a las especies nativas.
- **Alteración y merma del paisaje debido al uso público:** estudios realizados por el grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria indican que en el sistema se observan cambios ambientales globales y, concretamente, geomorfológicos debido a la antropización por ocupación física.

Existe un centro comercial denominado Anexo II que fue construido en pleno campo dunar, como se puede apreciar en las ortofotos del año 1961 del visor de Grafcan. Ha habido una disminución en la superficie desde ese año a la actualidad de 114.5 ha, es decir, se ha perdido el 24.1%.

Asimismo, la alteración debido a la construcción de estructuras de leña o rocas donde se refugian las personas (localmente conocidos como "goros"), la apertura de nuevos senderos (con el consiguiente pisoteo de la vegetación, la alteración de la dinámica sedimentaria y eólica, la dispersión de EEI como *Neurada procumbens*, el abandono de basura, etc.) generan impactos negativos sobre la biota local, la conservación del espacio y sobre las capacidades de uso del resto de visitantes.

Cambio climático: los eventos registrados en las últimas décadas y las previsiones de incremento en la frecuencia de los temporales de lluvia y oleaje, así como el aumento del nivel del mar ponen en riesgo este frágil ecosistema. Cuanto mejor sea su estado de conservación más resiliente será a estos eventos.

Actuaciones del Proyecto Masdunas-Restauración ambiental de la duna costera

1- Reforzamiento de la población de balancones:

A- Obtención de las plantas

La población de origen de las plantas ha sido la de playa del Inglés y para la obtención de las mismas se han utilizado las siguientes metodologías:

A1. Reproducción vegetativa

Para la reproducción vegetativa, se ha seguido parte del protocolo incluido en Viera Pérez (2015) con algunas variaciones.

Los esquejes se pueden coger en cualquier época del año tanto de zonas apicales como de zonas intermedias. Según los últimos ensayos, con el uso de sustratos orgánicos

y lixiviados se recomienda el uso preferente de esquejes leñosos y de zonas intermedias, que no superen un tamaño superior a 15 cm y sin flores.

El material vegetal recolectado se deberá mantener húmedo hasta la plantación en vivero el mismo día.

A2. Brinzales o plántulas

En la RNEDM se ha detectado una zona con gran reclutamiento poblacional, en la que se propone el trasplante de brinzales y plántulas a contenedores para favorecer su crecimiento en vivero, antes de su posterior plantación (Fig. 3). Las macetas se han diseñado con unos tubos de 40 centímetros para que la planta genere un buen desarrollo radical. Esto es interesante para que, en el momento de la plantación, las raíces lleguen rápidamente a la zona con un nivel freático adecuado y así aumentar la supervivencia.

A3. Reproducción sexual



Figura 3: Personal del equipo del proyecto Masdunas instalando un captador de arena para favorecer el enterramiento de *Traganum moquinii*. (Foto: M. Martínez Pérez)

En el futuro se intentará conseguir planta a través de reproducción sexual tal y como establece (Viera, 2015). La recolección se hará entre noviembre y febrero. Se debe confirmar la existencia de semillas dentro del aquenio antes de la siembra, por dos motivos, i) al ser *Traganum moquinii* una especie con flores protándricas, las posibilidades de fecundación son menores al depender de otras variables que pueden intervenir en la fecundación, y ii) proceder a la eliminación de aquenios con semillas dañadas por el coleóptero *Sphaericus gibbicollis*.

B- Plantación

La planificación es clave en la plantación. La ubicación de los ejemplares juega un papel fundamental en la formación de dunas parabólicas. Para favorecer esto, las plantaciones se han realizado con una distancia promedio de 7 m (distancia inversamente proporcional a la velocidad de los vientos en esa zona (Viera, 2015)).

El período de crecimiento activo de la planta es de mayo a septiembre, con su máximo en julio y agosto. Por eso, una buena época para la plantación puede ser entre marzo y julio. Así se evitan posibles enterramientos por avance de las dunas, ya que al incrementar el volumen de la planta se aumenta la sombra eólica que el balancón produce y en consecuencia el atrapamiento de arena.

Desde el inicio del proyecto se han plantado un total de 824 ejemplares principalmente de manera manual y en

algunas ocasiones con ahoyadora (zonas de deflación). Todos los individuos se han identificado sobre planos para realizar seguimientos precisos, de manera que se pueda conocer la viabilidad de cada uno de los ejemplares, así como verificar la efectividad de las medidas adoptadas.

C- Riego y mantenimiento

Se realiza un riego de asiento y otro de mantenimiento de 10 litros por planta cada 15-30 días dependiendo de las condiciones ambientales, hasta los seis meses posteriores a la plantación.

2- Función biogeomorfológica

Captadores de arena

Los captadores de arena, de material orgánico, retienen la arena que entra en el sistema. Se han estudiado diferentes disposiciones de los mismos (circulares y semicirculares) así como su relación con *T. moquinii* y su interacción para que se produzcan procesos biogeomorfológicos (Fig. 4).

Los circulares retienen rápidamente sedimento en su interior y se forma un montículo y una cola a sotavento. Estos producen la estabilización del sedimento en el interior cuando el viento cambia de dirección. Los semicirculares forman dos colas, cada una asociada a cada captador, que podían unirse formando una única. Cuando el viento va en paralelo a estos, el sedimento cercano a los mismos se pierde, por lo tanto, la producción del sedimento es más inestable que en el circular.

El crecimiento de los balcones vinculados a los captadores se ve favorecido por los enterramientos de arena que se producen, por lo que es determinante que el sedimento atrapado se mantenga estable.



Figura 4. Ejemplar de *Traganum moquinii* obtenido por regeneración natural y transplantado en un contenedor tubular de 40 centímetros para favorecer su crecimiento en vivero antes de su posterior plantación en zonas estratégicas. (Foto: M. Martínez Pérez)

Pantallas opacas de protección

El balcón se ve favorecido por los enterramientos hasta una determinada profundidad. A veces, los avances de los aportes de arena son tan grandes que se superan los umbrales de tiempo y enterramiento que es capaz de soportar *Traganum moquinii*. Por ese motivo se instalan las pantallas opacas de protección que se mantienen hasta que el ejemplar alcanza una altura determinada por encima del frente de arena. Más adelante se retira para que se produzca un enterramiento paulatino y favorecer el desarrollo de la planta.

Respuesta de balcones antiguos a los enterramientos

Delante del centro comercial (Anexo II) se encuentran varios pasillos que dan acceso a la playa, bordeados por balcones adultos. Durante años se han realizado movimientos de arena con maquinaria pesada para retirar la arena y mejorar los accesos. Esto había ocasionado un envejecimiento de los individuos y, recientemente, a raíz de una adecuada gestión se han reducido dichas acciones, lo que ha facilitado que se produzcan enterramientos progresivos de los balcones. Como consecuencia, varios meses después se observa que han mejorado su estado vital con la aparición de brotes nuevos y un reverdecimiento.

3- Seguimiento científico

El seguimiento topográfico y con vuelo LIDAR nos aporta datos de vital importancia para conocer el éxito de las actuaciones realizadas y cómo afectan a la dinámica eólica sedimentaria.

La dinámica de las aportaciones de arena durante el proyecto ha sido la siguiente: el primer aporte realizado en septiembre de 2018 atravesó la duna costera y entró en el sistema. El segundo aporte de noviembre de 2018 no empieza a entrar en el sistema hasta febrero de 2019, con más lentitud en la duna costera. Gran parte del último aporte de junio de 2019 permaneció en la playa alta hasta principios del 2022.

Se ha aumentado la superficie de las parcelas de protección y el seguimiento científico de 10428 m² en 2018 a 54822 m² en 2023. Los datos de las parcelas de seguimiento dan valores en julio de 2022 de 0.13 m³/m² y para el total de la zona de 0.04 m³/m². Por lo tanto, en la zona de la duna costera los valores casi cuadruplican los valores del volumen de arena en relación a la superficie que hay en el resto del campo de dunas. Esto indica que el 72 % del sedimento aportado ha sido retenido en la duna costera.

4- Protección

Balazamiento de las parcelas de protección

Con la finalidad de delimitar las poblaciones existentes y futuras de balcón, se han instalado unos postes de madera conectados mediante cuerda, que se integran con el entorno, que tienen como fin impedir el paso de las personas y evitar el pisoteo de los balcones.

Eliminación de goros y sebas

Durante 2023 se ha reubicado un total de 73.83 m³ de rocas a la paleobarra de origen y retirado las acumulaciones de sebas en los montículos. Tanto los cúmulos de sebas como los goros de rocas ubicados en los ejemplares de balcón alteran la dinámica natural.

Otras acciones

Se han señalado de forma adecuada los senderos transitables de forma que los usuarios conozcan por dónde se puede caminar y los usos permitidos en el espacio. La presencia de vigilancia medioambiental continua, así como la incorporación de drones que fomentan el cumplimiento de la normativa, un eje fundamental en la conservación.

Se han realizado y participado en jornadas, ponencias, congresos internacionales, elaborado trípticos y carteles en varios idiomas y se ha creado la web www.masdunas.es

Resultados obtenidos

Una vez analizados los datos, se puede concluir que las actuaciones dentro del proyecto Masdunas, están dando unos resultados muy positivos. En concreto se ha demostrado que:

1. Los captadores de arena son efectivos en la recuperación de los balcones envejecidos, debido al enterramiento parcial progresivo.
2. La pantalla opaca funciona perfectamente para evitar enterramientos absolutos, con independencia de la intensidad de los vientos.
3. Los balcones presentan un crecimiento adecuado y existe una renaturalización cada vez más evidente.
4. Existe un aumento en el índice de supervivencia de los balcones plantados al inicio del proyecto del 25% al 92%, que estaría relacionado con el mantenimiento.
5. Hay un incremento de la arena incorporada al sistema dunar. La superficie de las zonas de deflación, en el interior

del campo de dunas, ha aumentado al quedar retenida gran parte de la arena en la duna costera.

Futuras líneas de actuación

- Valorar nuevos aportes de arena al sistema con los datos obtenidos de la experiencia piloto inicial.
- Continuar con las labores de restauración ambiental y seguimiento científico.
- Mejorar la coordinación entre las diferentes administraciones públicas implicadas.
- Eliminar las presiones y amenazas que afectan directamente al área protegida

Conclusión

El proyecto MASDUNAS representa un ejemplo de soluciones basadas en el binomio gestión-investigación de los procesos socioambientales como respuesta al cambio climático, entre otros problemas detectados en la Reserva Natural Especial de las Dunas de Maspalomas.

Bibliografía

- Banco de Datos de Biodiversidad de Canarias (<http://www.biodiversidadcanarias.es/biota>)
- Cabrera Vega LL, Hernández Cordero AI, Viera M, Cruz N & LF Hernández Calvento, (2013) Caracterización de una duna costera de zona árida: Maspalomas (Gran Canaria). *Geotemas*, Madrid.
- Corenblit D, Baas AC, Bornette G, Darrozes J, Delmotte S, Francis RA, & J Steiger, (2011) Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: a review of foundation concepts and current understandings. *Earth-Science Reviews* 106 (3-4): 307-331.
- Domínguez-Brito AC, Cabrera-Gómez J, Viera-Pérez M, Rodríguez-Barrera E, & L Hernández-Calvento (2020) A DIY Low-Cost Wireless Wind Data Acquisition System Used to Study an Arid Coastal Fore-dune. *Sensors* 20 (4):1064.
- García-Romero L, Hernández-Cordero AI, Hesp PA, Hernández-Calvento L & A S Del Pino, (2021) Decadal monitoring of *Traganum moquinii*'s role on fore-dune morphology of an human impacted arid dunefield. *Science of the Total Environment* 758: 143802.
- Visor de IDECanarias (<http://www.visor.grafcan.es>)
- Hernández Cordero A, Pérez-Chacón Espino E & L Hernández-Calvento (2012) La investigación como soporte de la gestión: el ejemplo de la duna costera (fore-dune) de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias). En: A. Rodríguez Perea, X. Roig, G.X. Pons, J. Martín (Eds.). *La gestión integrada de playas y dunas: experiencias en Latinoamérica y Europa* (pp.289-306), Societat d'Història Natural de les Illes Balears.
- Viera Pérez, M (2015) *Estudio detallado de la duna costera de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias): interacción "Traganum moquinii"-dinámica sedimentaria eólica en un entorno intervenido*. Recomendaciones de cara a su gestión. Tesis doctoral, Facultad de Geografía, ULPGC.