

**Cita bibliográfica:** Beato Bergua, S., Poblete Piedrabuena, M.A. & Marino Alfonso, J.L. (2018). Los saladares de Fuerteventura (islas Canarias, España): caracterización biogeográfica, conservación y amenazas. *Investigaciones Geográficas*, (70), 91-110. <https://doi.org/10.14198/INGEO2018.70.05>

# Los saladares de Fuerteventura (islas Canarias, España): caracterización biogeográfica, conservación y amenazas

*Salt marshes in Fuerteventura (Canary Islands, Spain): biogeographic characterization, conservation and threats*

Salvador Beato Bergua<sup>1</sup>  
Miguel Ángel Poblete Piedrabuena<sup>2</sup>  
José Luis Marino Alfonso<sup>3</sup>

## Resumen

Se realiza una caracterización biogeográfica de los saladares de Fuerteventura (islas Canarias) a partir del reconocimiento de su distribución espacial en la isla y del estudio de los factores ecológicos, esto es, de los condicionantes geomorfológicos, climáticos y edáficos de los diferentes enclaves en los que se desarrollan y prosperan. Se examina también su relación con otras asociaciones vegetales y especialmente los efectos que el desarrollo urbano-turístico ha tenido en su evolución y estado de conservación, abordando las amenazas que se ciernen sobre tales formaciones y las medidas que se han adoptado institucionalmente para su preservación. Para ello se ha realizado un exhaustivo trabajo de campo, consistente en el recorrido completo de la franja costera mayorera entre 2013 y 2017, el cual, combinado con la fotointerpretación y la realización de entrevistas, ha permitido la creación de una base de datos georreferenciada en el entorno de un SIG. Como resultado se ha elaborado una cartografía en la que se representan, entre otras, *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi*, *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae* y *Halimion portulacoidis* – *Salicornietum perennis*, al tiempo que se detalla el estado y la dinámica actual de las diferentes comunidades.

**Palabras clave:** Matorral halófilo termoatlántico; litoral; factores ecológicos; distribución geográfica; calidad ambiental; Fuerteventura; islas Canarias.

## Abstract

The salt marshes in Fuerteventura (Canary Islands) are analyzed. A biogeographic characterization is carried out based on the recognition of their spatial distribution on the island along with the study of ecological factors such as geomorphological, climatic and edaphic conditions of the different enclaves in which the salt marshes develop and thrive. Their relationship with other plant associations and especially

1 Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, Campus de El Milán, C/ Amparo Pedregal, s/n, 33011 Oviedo (Asturias), España. [beatosalvador@uniovi.es](mailto:beatosalvador@uniovi.es)

Salvador Beato Bergua disfruta de un contrato de Investigación predoctoral con la Universidad de Oviedo gracias al programa FPU del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (FPU 14/03409).

2 Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, Campus de El Milán, C/ Amparo Pedregal, s/n, 33011 Oviedo (Asturias), España. [mpoblete@uniovi.es](mailto:mpoblete@uniovi.es)

3 Departamento de Geografía, Universidad de Oviedo, Campus de El Milán, C/ Amparo Pedregal, s/n, 33011 Oviedo (Asturias), España. [jolumarino@gmail.com](mailto:jolumarino@gmail.com)

the effects that the urban-tourist development has had on their evolution and conservational state are examined and the threats to the training and the measures adopted institutionally to preserve them are addressed. To this end, extensive fieldwork was carried out, which included the whole coastal strip of Fuerteventura, between 2013 and 2017. The information obtained was combined with photointerpretation and interviews, and it was used to set up a georeferenced database in a GIS. As a result, a map has been produced in which *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi*, *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae* and *Halimiono portulacoidis* – *Salicornietum perennis* are represented, and the current state and dynamics of the different communities are specified.

**Keywords:** Thermo-Atlantic halophilous scrub; coastal; ecological factors; geographical distribution; environmental quality; Fuerteventura; Canary Islands.

## 1. Introducción

La isla de Fuerteventura cuenta con un excelso patrimonio natural terrestre y marino (Rodríguez, 2005). Presenta, además, un buen estado de conservación tal y como lo demuestra su declaración como Reserva de la Biosfera en 2009, así como el disfrute de la declaración de 12 Zonas de Especial Conservación (ZEC) y de 9 Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) dentro de la Red Natura 2000 (Beato, Poblete y Marino, 2017). No obstante, la cubierta vegetal es exigua debido a unas difíciles condiciones geocológicas (aridez, fuertes vientos e insolación, suelos esqueléticos, graves procesos de erosión) y a la deforestación histórica (Criado, 1990). Asimismo, la isla se encuentra afectada por los impactos que el desarrollo turístico ha tenido en los elementos del medio natural (García-Romero, *et al.*, 2016). A pesar de esto, la flora mayorera reclama atención científica por su interés y relevancia en el conjunto macaronésico (Santos y Fernández, 1984; Reyes-Betancort, Padrón, Guma, Santos y Navarro, 2009). Tal es el caso de las comunidades vegetales litorales y, especialmente, las de saladar (Gallardo, 2002; Beato, *et al.*, 2014).

Precisamente, la riqueza patrimonial y el servicio ecosistémico de los saladares litorales han sido puestos de manifiesto a nivel planetario en diferentes latitudes (Pennings & Callaway, 1992; Pennings & Bertness, 1999; Bullock & Acreman, 1999; Kirwan & Temmerman, 2009; Shepard, Crain & Beck, 2011). Sin embargo, su valor para los grupos humanos, especialmente los que habitan la costa, es tan alto como su vulnerabilidad. En este sentido, cabe señalar la relevancia de los efectos producidos directa o indirectamente en los saladares por el cambio climático y el incremento en el nivel del mar y del CO<sub>2</sub> atmosférico (Silliman, Grosholz & Bertness, 2009; Duarte, 2016). Además, su localización litoral los expone a todo tipo de vertidos procedentes del mar (combustibles, aceites, desechos urbanos) y los condiciona en cuanto al interés económico sobre el espacio geográfico que ocupan, toda vez que la población y las actividades económicas se están concentrando en los litorales de forma general (Ayuda, Collantes y Pinilla, 2005; Costa, 2005). En el caso de las islas Canarias y, más concretamente, en Fuerteventura, esto es evidente, debido a la concentración de la población, la economía y las infraestructuras turísticas en la costa (Pérez-Chacón, Hernández-Calvento y Yanes, 2007; García-Romero, *et al.*, 2016; Beato, *et al.*, 2017).

En efecto, los saladares yacen en las márgenes de las zonas costeras formadas por sedimentos finos (arenas y fangos) y cubiertos por vegetación halófila, inundadas periódicamente por las aguas del mar merced al flujo de las mareas. Configuran, por tanto, ecosistemas complejos (de transición, esto es, terrestres y marinos) y dinámicos, en constante cambio y evolución, que desempeñan un papel importante en muchos ambientes costeros. Las funciones de mayor relevancia son, entre otras, de carácter geomorfológico, al proteger las tierras bajas de las inundaciones del mar, a través de la atenuación del oleaje y la disminución de los procesos costeros erosivos. También las ecológicas, mediante el control de la contaminación y calidad del agua, la provisión de nutrientes para las aguas costeras y de hábitats muy variados para la vida silvestre (desove para peces, aves, reptiles, crustáceos, insectos, etc.) (Allen, 2000; Adnitt, *et al.*, 2007; Doody, 2008; Mcowen, *et al.*, 2017). Se extienden por pisos bioclimáticos que van desde el infra al supramediterráneo y del árido a seco de las regiones mediterráneas y la Europa Atlántica (Rivas-Martínez, 2004). Este tipo de vegetación está constituido principalmente por quenopodiáceas suculentas y leñosas perennes, con un hábitat camefítico y nanofanerofítico, tales como *Suaeda mollis* (Desf.) Delile, *Suaeda vera* Forssk ex J.F. Gmel, *Sarcocornia perennis* (Mill.) A.J. Scott, *Arthrocnemum macrostachyum* (Mor.) K. Koch, etc. (Del Arco, *et al.*, 2006; Del Arco, González-González, Garzón-Machado & Pizarro-Hernández, 2010). En Fuerteventura, dichos ecosistemas se caracterizan por comunidades vegetales de la clase *Salicornietea fruticosae* Br.-Bl. et Tx. ex A. Bolòs y Vayreda et O. de Bolòs in A. Bolòs

y Vayreda 1950, que engloba formaciones de matorral halófilo tanto de ámbito costero como continental. Se desarrollan sobre suelos salinos en diferentes ámbitos geomorfológicos, tales como costas abiertas, marismas, estuarios, lagunas costeras e incluso desembocaduras de barrancos.

En la región macaronésica, las comunidades vegetales pertenecientes a *Salicornietea fruticosae* son muy exiguas, restringiéndose a pequeños enclaves en las islas orientales de los archipiélagos de Cabo Verde y Canarias. En el primero, dichas formaciones se localizan en Boavista, Maio y Sal, mientras que en el segundo se sitúan en Lanzarote, Fuerteventura y Lobos (Fernández y Santos, 1983). Por esta razón, los estudios sobre la vegetación litoral de Canarias, en general, y sobre la de los saladares de *Salicornietea fruticosae*, en particular, han sido muy escasos, destacando los llevados a cabo por Esteve (1968) y Sunding (1972). Posteriormente, Fernández y Santos (1983) abordan el estudio de las comunidades de *Arthrocnemetea fruticosi* Br.-Bl. & R. Tx. 1943 em. nom. O. Bólos 1967 en Canarias, distinguiendo dos asociaciones: *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemetum macrostachyi*, ocupando el nivel superior de los saladares, y *Sarcocornietum perennis*, con la subasociación *limonietosum canariense* en la isla de Lobos, encharcada en el nivel inferior. Del Arco, Izco y Rodríguez (2017) proponen *Halimion portulacoidis* – *Salicornietum perennis* (M. Fernández & A. Santos 1984) Del Arco, Izco & O. Rodríguez nom. nov. como denominación correcta para esta última asociación. Por otro lado, Del Arco, et al. (2010), en una investigación sobre la vegetación actual y natural de Canarias, estiman que sólo se conservan 304 ha de las 362 ha de la superficie potencial de los saladares canarios, debido a la fuerte presión antrópica sobre las zonas costeras.

Ciertamente, la vegetación de los saladares pertenecientes a la clase *Salicornietea fruticosae* configuran hábitats excepcionales en las islas Canarias, dada la falta de llanuras costeras, y han sufrido una intensa degradación ambiental como consecuencia de la presión urbanística y turística, que han puesto en peligro el alto valor ecológico de estos humedales. De hecho, *Sarcocornietea fruticosae* está catalogada como hábitat de interés comunitario de la Unión Europea bajo el código 1420 (Directiva Hábitats 92/43/CE) dentro de los criterios que configuran el cuerpo normativo de la Red Natura 2000. Por tanto, estos hábitats sirven para la declaración oficial de espacios naturales protegidos. Un claro ejemplo se encuentra en la vinculación ecológica de los saladares con las aves: en Fuerteventura todas las áreas donde está cartografiado el hábitat 1420 se encuentran dentro de alguna ZEPA, salvo los enclaves colindantes con espacios urbanos.

En definitiva, estos saladares costeros constituyen un patrimonio vegetal de extraordinario valor en las islas Canarias que es necesario preservar. La isla de Fuerteventura cuenta con la mejor representación de estos ecosistemas en el archipiélago debido a su antiguo relieve volcánico, los diversos procesos de modelado y de sedimentación, y el tardío desarrollo turístico. Pese a las bajas precipitaciones, la alta insolación, los fuertes vientos, la alta salinidad y los suelos restrictivos, los saladares presentan una gran diversidad y un rico patrimonio vegetal al estar compuestos de comunidades higrófilas, halófilas, xerófilas y psamófilas.

Considerando estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es analizar los factores ecológicos que determinan la distribución de estas comunidades vegetales en Fuerteventura, cartografiarlas, precisar la relevante función ecológica que juegan, así como conocer el estado de conservación y las amenazas que se ciernen sobre ellas, con la finalidad de que se puedan aplicar medidas de restauración y protección que sirvan de base para su adecuada gestión ambiental.

### 1.1. Área de estudio

La isla de Fuerteventura presenta una superficie de 1.659,4 km<sup>2</sup>. Conformar, junto a Lanzarote, el extremo oriental de las islas Canarias, localizándose a menos de 100 km de distancia de la costa africana (Figura 1). Se caracteriza por una orografía relativamente llana y de baja altitud (la mayor parte de la isla no sobrepasa los 500 m.s.n.m.), especialmente en las zonas septentrional y central, donde sólo los viejos macizos volcánicos de Betancuria, Tetir y Jandía destacan con relieves de morfología accidentada. Desde el punto de vista fisiográfico pueden distinguirse, de N a S, las siguientes unidades: la llanura litoral nororiental, la llanura central, los sistemas de valles e interfluvios en forma de cresta del sector oriental, el macizo de Betancuria y la península de Jandía (Criado, 2005).

Todas las islas canarias son de origen volcánico y se han formado a partir de erupciones de carácter, evolución y edad diferentes. En Fuerteventura los eventos eruptivos más antiguos tienen una edad superior a 20 Ma. No obstante, existen formas volcánicas cuaternarias y holocenas, aunque escasas, predominando los procesos morfogenéticos erosivos bajo condiciones morfoclimáticas áridas.

Figura 1. Mapa de localización de la isla de Fuerteventura



Fuente: bases topográficas del IGN. Elaboración propia

En el extremo norte de la isla se localiza un volcanismo cuaternario que corresponde a las series volcánicas III y IV del Post-Complejo Basal (Fúster, Cendrero, Gastesi, Ibarrola y López-Ruiz, 1968; Ibarrola, Fúster y Cantagrel, 1989; Coello, *et al.*, 1992; Ancochea, Brandle, Cubas, Hernán y Huertas, 1993). Cabe destacar su composición basáltica y su constitución morfológica en torno a grandes conos piroclásticos, en el caso de la Serie III, así como la configuración de una cadena de conos aislados e imbricados de la Serie IV, datada entre 51.000 B.P. y 26.000 B.P. (Pomel, Miallier, Fain & Sanzelle, 1985; Criado, 1991). El resto de la isla, en general, está formado por macizos basálticos antiguos de edad miocena, en los que el rasgo morfológico más característico es el modelado o la excavación de amplios valles en forma de U.

El clima de Fuerteventura está determinado por tres factores básicos que, según Marzol (1993), son la proximidad del continente africano, el predominio de los vientos alisios del NE y la corriente oceánica fría que recorre las costas de Canarias. Así mismo, es necesario destacar las inversiones térmicas de tendencia subsidente, originadas principalmente por el anticiclón subtropical de las Azores que producen una marcada estabilidad atmosférica que incide en la extremada sequedad insular (Dorta, 1996). En concreto, en la estación meteorológica del aeropuerto de El Matorral se registra una media anual de 97 l/m<sup>2</sup> repartidos entre 15,7 días (un 4,3% de los días del año). Además, según la misma base de datos de la Agencia Estatal de Meteorología (serie 1981-2010), dichas precipitaciones se presentan de forma muy irregular, concentrándose en invierno (57,7%), otoño (23,7%) y primavera (18,6%); en tanto que en verano no se producen precipitaciones. Por tanto, constituyen un factor restrictivo de primer orden para el desarrollo de las plantas, así como de las formaciones edáficas, toda vez que a la aridez y a la irregularidad hay que añadir el carácter torrencial de unas lluvias que desencadenan escorrentías muy erosivas. A pesar de la sequedad, la isla presenta de media una humedad relativa del 70% debido a la influencia oceánica.

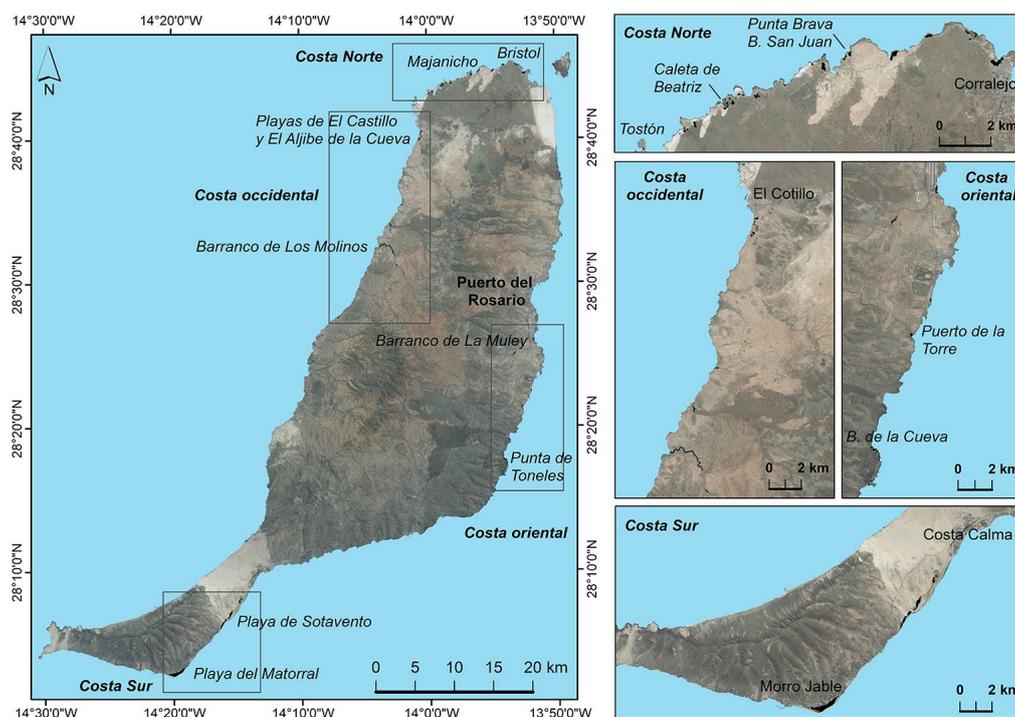
Las temperaturas son suaves, con una media anual en torno a 21,1°C. El mes más frío es enero, con 17,6°C, y agosto el más caluroso, con 24,5°C, por lo que la amplitud térmica apenas alcanza 6,9°C. Otros factores a tener en cuenta son una elevada insolación media, con 2.836 horas de sol anuales, y el viento que, por su fuerza y constancia durante casi todo el año, favorecen la evaporación e influye en la configuración del tapiz vegetal. Además, el viento con velocidades medias de 7 a 10 m s<sup>-1</sup>, según el Ministerio de Medio Ambiente (2006), actúa como un eficaz agente erosivo. En Fuerteventura predominan los vientos de componente norte (Criado, 1991), al igual que en resto de las islas Canarias. No obstante, a diferencia

de lo que sucede en las islas occidentales, más montañosas, los alisios no tienen efectos bioclimáticos significativos en Fuerteventura, debido a la escasa altitud del relieve, por lo cual apenas hay diferencias entre las vertientes de barlovento y sotavento.

En función de los parámetros de humedad mencionados, los suelos presentan un régimen árido. Se trata en general de suelos salinos de tipo solonchak (la evaporación del agua en superficie produce la ascensión de las sales solubles presentes en la capa freática), muy arenosos y sin horizontes diferenciados en jables antiguos y espacios dunares activos, denominados arenosoles, así como leptosoles en afloramientos rocosos y antrosoles en las áreas más degradadas de las últimas décadas del siglo XX. En la orla litoral, todos los tipos de suelo tienen cierto grado de salinidad por la influencia de la maresía. En algunos casos, además, se hallan nitrificados por la presencia de restos de plantas marinas en descomposición e incluso por la contaminación en zonas de influencia urbana.

Por tanto, el desarrollo de la vegetación se encuentra muy limitado por los factores ecológicos: elevada evapotranspiración, aridez, fuertes vientos, erosión y suelos entecos. A esto se suma la profunda transformación que ha sufrido el paisaje vegetal de la isla de Fuerteventura (Criado, 1990). Así, las formaciones naturales potenciales más representativas de la isla quedan reducidas a pequeños enclaves costeros y exiguas manchas en los macizos de Betancuria y Jandía. Entre tales comunidades vegetales destacan las siguientes: tabaibal dulce (*Lycio intricati* – *Euphorbietum balsamiferae*), acebuchal (*Micromerio rupestris* – *Oleetum cerasiformis*), tarajal (*Suaedo verae* – *Tamaricetum canariensis*), cardonal de Jandía (*Euphorbietum handiensis*), cardonal genuino (*Kleinio neriiifoliae* – *Euphorbietum canariensis*) y palmeral (*Periploco laevigatae* – *Phoenicetum canariensis*) (Rodríguez, García y Reyes, 2000). Por el contrario, las asociaciones de vegetación ruderal fruticosa tienen en la actualidad una amplia presencia. En concreto, *Chenoleoideo tomentosae* – *Salsoletum vermiculatae* se desarrolla sobre suelos arenosos, por lo general compactados y en ámbitos de influencia aerohalina, en la que *Salsola vermiculata* L., *Chenoleoides tormentosa* (Lowe) Botsch. y *Lycium intricatum* Boiss. participan en la estabilización de las arenas. No obstante, es mucho más común la asociación *Chenoleo tomentosae* – *Suaedetum molli* en el resto de formaciones edáficas, donde *Suaeda mollis* aparece en lugar de *Salsola vermiculata*. Esta comunidad nitrófila se propaga prácticamente por todas las franjas bajas de la isla debido a la degradación antrópica con una importante presencia de *Launaea arborescens* (Batt.) Murb.

Figura 2. Mapa de localización de comunidades propias de la clase *Sarcocornietea fruticosae* en Fuerteventura (manchas negras)



Fuente: bases topográficas digitales del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

Los saladares pertenecen al piso bioclimático inframediterráneo inferior desértico árido inferior. Sus comunidades vegetales son de carácter higrófilo, halófilo, xerófilo y psamófilo. Biogeográficamente se localizan en el Sector Majorero de la Subprovincia Canaria Oriental (Rivas-Martínez, *et al.*, 2002). Se hallan dispersos a lo largo de la costa, en concreto, *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* ocupa un área de 87 hectáreas divididas en 70 parcelas diferentes, en tanto que *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae* abarca 45 ha en 40 parcelas. Finalmente, *Halimiono portulacoidis* – *Salicornietum perennis* presenta una única población de *Sarcocornia perennis* de 1.247 m<sup>2</sup> en el Charco de Bristol (Corralejo) (Beato, *et al.*, 2017). Así pues, en conjunto ocupan una extensión de 132 ha en Fuerteventura (Del Arco, *et al.*, 2010), lo que representa el 43,4% del total de los saladares canarios (Figura 2).

Por último, los saladares de Fuerteventura, especialmente los situados en la península de Jandía, de gran riqueza florística y alta calidad ecológica sirven de soporte reproductor, cobijo y reservorio trófico para una gran variedad de fauna terrestre, desde invertebrados endémicos, aves limícolas nidificantes y marinas migratorias, hasta reptiles. En concreto, se han inventariado más de 40 taxones asociados a ambientes húmedos endémicos: 2 de flora y 39 de invertebrados, con 16 especies endémicas del saladar y 23 que viven en su entorno (Díaz, 2007). Como especies más singulares sobresale el saurio endémico *Gallotia atlantica mahoratae* Bischoff, 1985, entre las muchas aves nidificantes destacan las endémicas *Saxicola dacotiae* Meade – Waldo, 1889 y *Anthus berthelotii* Bolle, 1862 y entre las avistadas la subespecie endémica *Chlamidotis undulata fuerteventurae* Rothschild & Hartet, 1894, en peligro de extinción. Finalmente debemos resaltar que en estos parajes se lleva a cabo también el desove de la tortuga laúd (*Dermodochelys coriácea* Vandelli, 1761), siendo la única cita de reproducción en territorio europeo (Díaz, 2007).

## 2. Metodología

La metodología del presente estudio se fundamenta en el trabajo de campo. Para la preparación de las tareas se consultó información disponible en la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias, en el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente y en el Centro Nacional de Información Geográfica, así como la escasa cartografía existente en documentos especializados. Tal información sirvió para organizar las salidas de campo, realizar croquis geomorfológicos y distinguir grandes unidades de vegetación (Hernández-Cordero, Pérez-Chacón y Hernández-Calvento, 2015). Sin embargo, esa información resultó de menor utilidad en el reconocimiento e identificación de algunas comunidades vegetales, especialmente las de los saladares, toda vez que en determinados casos presentan tapices vegetales de escasa superficie, así como variaciones florísticas difícilmente distinguibles a través de fotointerpretación.

El trabajo de campo ha consistido en la realización de recorridos por el litoral de Fuerteventura, analizando todos los biotopos con presencia de vegetación de saladar, entre octubre de 2013 y diciembre de 2017. Por un lado, se realizaron muestreos aleatorios estratificados a partir de transectos de un metro de ancho y de varias longitudes. Además del diseño y análisis en rutas lineales, se establecieron varias parcelas de 2x2 m y de 10x10 m en las unidades geomorfológicas más representativas (costas abiertas, lagunas costeras, delta, bahía de entrada estrecha, costa baja de coladas lávicas aa, acantilado bajo con cárcavas y cursos bajos y desembocaduras de gargantas) para efectuar, de forma minuciosa, la herborización, caracterización e interpretación de las comunidades vegetales presentes (Beltrán, Arozena y Ríos, 1999; Arozena, 2000; Hernández-Cordero, *et al.*, 2015). Por lo tanto, se procedió al estudio florístico en el cual se inventariaron las plantas vasculares por estratos y se delimitaron unidades de vegetación a partir de criterios de abundancia/dominancia (Braun-Blanquet, 1979).

Para la cartografía, se fotointerpretó *in situ* utilizando como base el ortofotomapa del Plan Nacional de Ortofotografía Área (PNOA) del 2015 con tamaño de píxel de 25 cm y se tomaron datos GPS. Una vez finalizadas estas tareas sobre el terreno se elaboró una base de datos que fue incluida en un sistema de información geográfica (SIG) con las imágenes y bocetos cartográficos del proyecto, a partir del software ArcMap 10.1 (©ESRI). Con posterioridad, se digitalizaron los polígonos y se obtuvieron los cálculos de la superficie y distribución de las distintas comunidades vegetales.

Finalmente, se llevó a cabo la representación cartográfica definitiva y el análisis de la evolución de los enclaves más significativos a partir de imágenes áreas de los años 1981 (Vuelo Interministerial, 1:18.000),

1984 (Vuelo Nacional, 1:30.000) y 1989 (Vuelo de Costas, 1:5.000), entrevistas y recopilación de documentos e imágenes de hemeroteca. Por otro lado, se ha evaluado el estado de conservación y los peligros que amenazan a la vegetación, poniendo especial hincapié en el conocimiento de los usos presentes y pasados, así como en la identificación de los impactos recientes.

La información obtenida y organizada en el SIG sienta las bases para un futuro seguimiento de la evolución de los saladares en Fuerteventura similares a los ya realizados en Charco de Bristol (Beato, *et al.*, 2017) y otros enclaves canarios, como los campos de dunas de Maspalomas en Gran Canaria (Hernández, Pérez Chacón y Hernández, 2014) y de la isla de La Graciosa (García-Romero, Pérez-Chacón, Hernández-Cordero y Hernández-Calvento, 2014).

### 3. Resultados

Basándonos en las clasificaciones geomorfológicas de saladares elaboradas por Dijkema (1987), Pye & French (1993), Curtis & Sheehy Skeffington (1998) y Allen (2000) hemos distinguido siete tipos de saladares en Fuerteventura: costa libre, laguna litoral, delta, bahía de entrada estrecha, costa baja de coladas lávicas aa, acantilado bajo con cárcavas y cursos bajos y desembocaduras de gargantas. En todas las formas litorales mencionadas anteriormente los saladares se caracterizan por una gran biodiversidad de comunidades y, en especial, por el predominio de la formación *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi*. Por el contrario, en las formas fluviales, esto es, en las desembocaduras y los cursos bajos de los profundos barrancos (tales como Los Molinos, La Muley, La Cueva y Puerto de La Torre), alejados de la influencia del mar y por los que estacionalmente circulan aguas salobres, los saladares son uniformes y están formados exclusivamente por la formación *Frankenio capitatae* – *Suaedetum vera*. Por último, en los depósitos de arcilla situados detrás de las grandes playas de arena del sur de la isla (El Matorral y Sotavento) *Arthrocnemum macrostachyum* domina amplias extensiones, a pesar de su convivencia con taxones de otras asociaciones vegetales fuera de la zona de inundación, especialmente con *Suaeda vera*.

#### 3.1. Los saladares en la costa norte

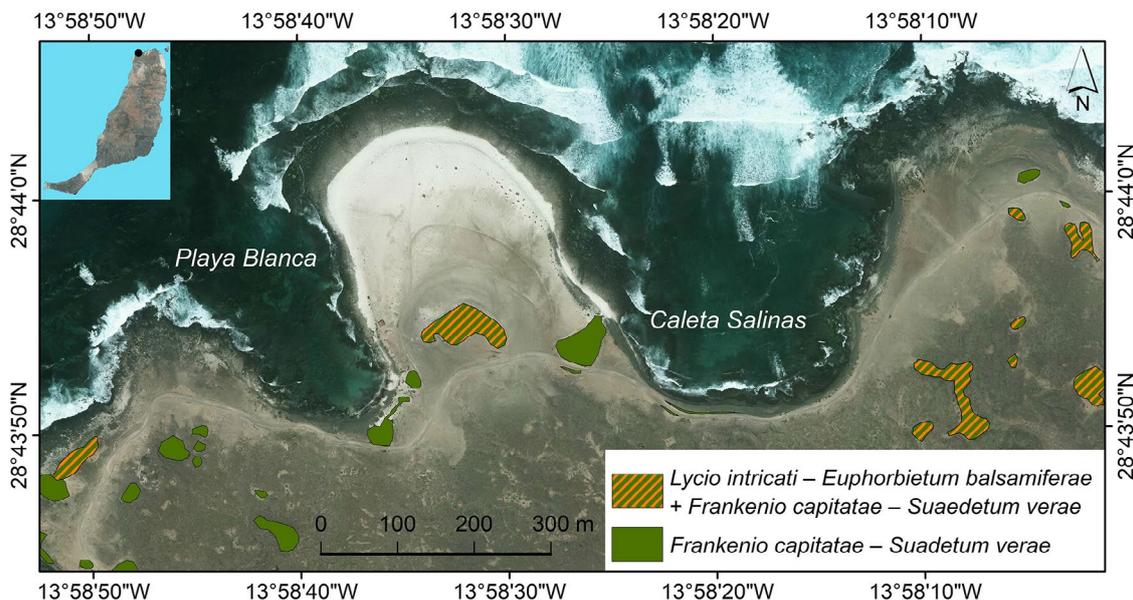
El relieve del norte de Fuerteventura está configurado por las emisiones lávicas de la alineación de Montaña Colorada-Bayuyo. Esta cadena, formada por nueve conos de cenizas y lapillis, se dispone a lo largo de 5 km, según la directriz estructural NE-SW (Criado, 1991). La emisión de coladas basálticas dio lugar a un extenso malpaís. Los procesos marinos holocenos han modelado sobre dicho malpaís un acantilado de baja altura con depresiones, en las que se acumulan materiales finos y arenas bioclásticas de origen marino.

El clima del borde costero septentrional de Fuerteventura es de tipo BW<sub>h</sub>si', desértico cálido semiisotermo (López y López, 1979), caracterizado por una acentuada escasez de precipitaciones. En concreto, las lluvias son inferiores a los 100 mm (Marzol, 1988), lo que genera un ambiente muy restrictivo para la vegetación, que tiene que soportar, además, unas tasas de evapotranspiración que llegan a superar los 800 mm anuales (Mora, Arbelo y Rodríguez, 2009).

En la costa norte de Fuerteventura hay pequeños saladares dispersos, dominados en su mayoría por la asociación *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae*, con extensiones comprendidas entre 1 y 6 ha. *Suaeda vera* tiene un papel fundamental, configurando comunidades prácticamente monoespecíficas, bien a modo de amplios y densos tapices de porte herbáceo y subarborescente o bien en forma de matas aisladas sobre arcillas, arenas y callaos situados entre el Faro del Tostón y Corralejo. Un buen ejemplo de la capacidad de adaptación de esta especie lo tenemos en Caleta de Beatriz, donde el denominado localmente mato moro se extiende por espacios dunares, depresiones arcillosas y depósitos de cantos rodados.

Por lo tanto, *Suaeda vera* participa en varias asociaciones que aparecen en el norte de Fuerteventura y en otros enclaves salinos de la isla, como en la *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* y *Frankenio ericifoliae* – *Zygophyllum fontanesii*, así como en las formaciones regresivas de matorral si se dan las condiciones óptimas de salinidad, humedad y nitrificación. Sobre arenas convive con las especies típicas de *Polycarpeo niveae* – *Lotetum lancerottensis* y, además, forma parte, entre las caletas de Beatriz y del Rincón, de varias comunidades mixtas con la asociación endémica de la isla *Lycio intricati* – *Euphorbietum balsamiferae* (Figura 3).

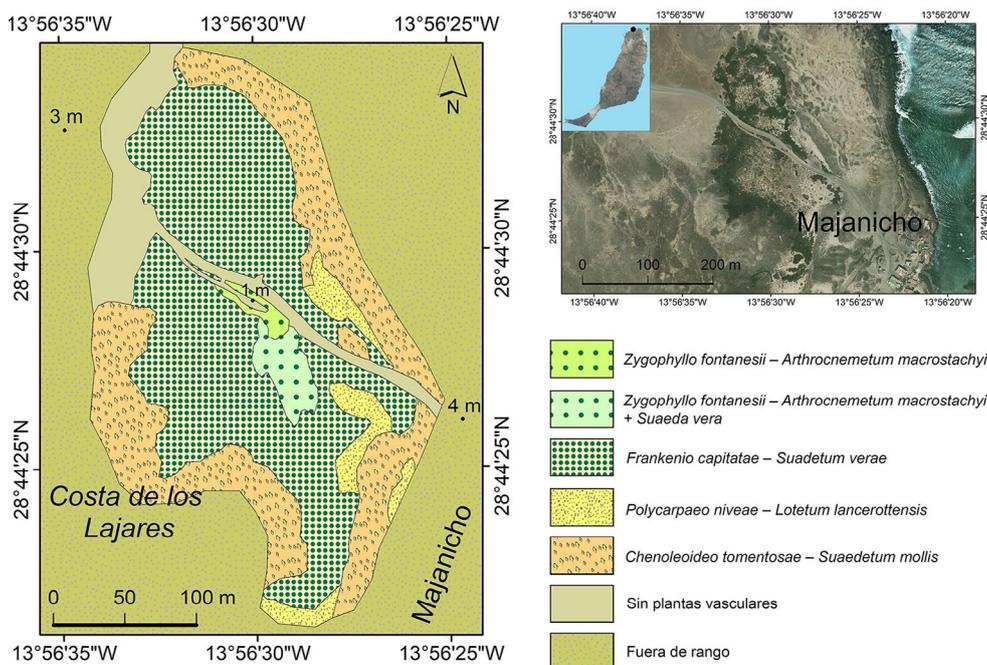
Figura 3. Comunidades de *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae* típicas y mixtas con *Lycio intricati* – *Euphorbietum balsamiferae* en la costa norte



Fuente: bases digitales topográficas del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

*Suaeda vera* puede soportar inundaciones esporádicas, pero se mantiene en la zona externa de los saladares, por encima del infraestero, tal y como ocurre en el saladar de Majanicho, una depresión costera de 3,5 ha donde el malpaís está cubierto de arcillas y donde *Arthrocnemum macrostachyum* solo cuestiona el dominio de *Suaeda vera* en la zona central, más deprimida y, por lo tanto, ocasionalmente inundada. Aunque aparecen algunos ejemplares de *Suaeda vera* de forma aislada, se presenta en general en matas densas que alcanzan un recubrimiento importante y apenas dejan espacio para otras especies (*Frankenia laevis* var. *capitata*), salvo cuando acompaña a *Arthrocnemum macrostachyum* en el centro del saladar o a *Launaea arborescens* y *Salsola vermiculata* en sus márgenes (Figura 4).

Figura 4. Mapa de comunidades vegetales del saladar de Majanicho



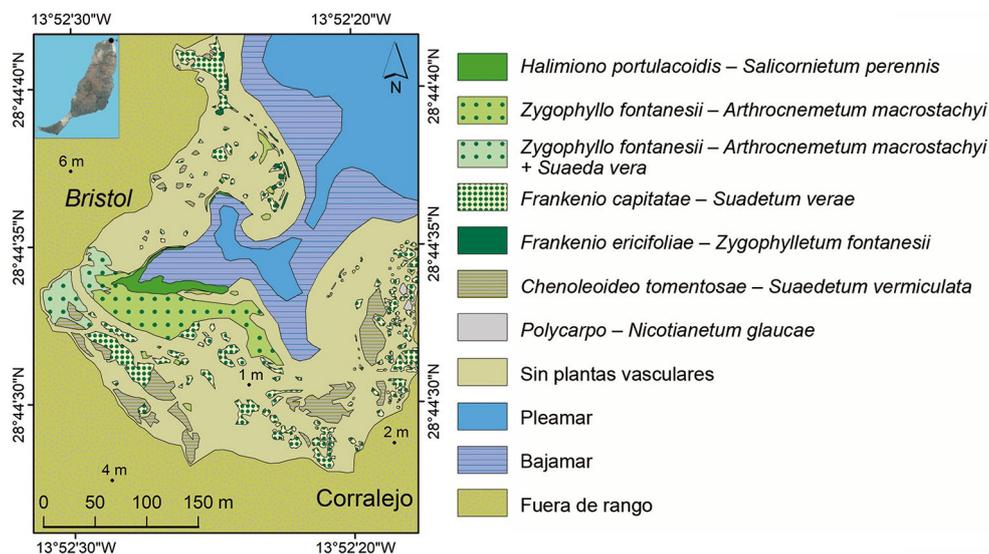
Fuente: bases digitales topográficas del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

*Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* únicamente domina dos pequeños enclaves de la costa norte, entre Bajo San Juan y Punta Brava, si bien, siempre en convivencia con *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae*. Por otro lado, cabe destacar la relevancia del saladar del Charco de Bristol, por albergar la única población isleña de *Sarcocornia perennis* y ser un ejemplo tanto de las funciones ecológicas de este tipo de hábitats, como de la mala gestión y las amenazas que se ciernen sobre ellos. Se trata de una pequeña depresión litoral, junto a la localidad de Corralejo, en el malpaís generado por las emisiones del volcán Bayuyo. En concreto, es una bahía con una entrada estrecha de agua marina, de escasos metros, que atraviesa los basaltos pleistocenos. Durante las pleamares buena parte del saladar se encuentra inundado, mientras que la marea baja permite únicamente la permanencia de una charca desconectada del mar.

El emplazamiento del saladar del Charco de Bristol, al abrigo de las corrientes y del viento procedente del NO, propicia también la acumulación de arenas, limos y arcillas en la parte más resguardada, donde las condiciones geoambientales son favorables. Así, la menor influencia del oleaje y de los vientos hacia poniente del enclave facilita la deposición de lodos en el espacio intramareal y el desarrollo de *Sarcocornia perennis*. Detrás, sobre el recubrimiento arenoso-arcilloso, aparecen las comunidades propias del saladar: las asociaciones *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* y *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae*, con la zonificación típica de estos humedales en relación directa con el nivel de tolerancia de las plantas a la inundación (Figura 5).

La presencia de numerosos biotopos determina asimismo la riqueza y diversidad vegetal del Charco de Bristol y su entorno. De este modo, a poniente, en la parte superior de los callaos de toda la orla litoral, así como en el borde posterior, se desarrolla el denominado matorral halófilo costero de roca *Frankenio ericifoliae* – *Zygophylletum fontanesii*. La intromisión de algunas matas de *Suaeda vera*, que alcanzan mayor superficie, llevó a Rodríguez, *et al.* (2000) a señalar la constitución de una nueva subasociación endémica de la isla de Fuerteventura, *Frankenio capitatae* – *Zygophylletum fontanesii suaedetosum verae*. Además, *Limonium papillatum* (Webb & Berthel.) O. Kuntze enriquece esta comunidad, creciendo en la zona occidental bajo la influencia de los vientos dominantes y el espray marino, tanto sobre callao como en sustratos arenoso y rocoso.

Figura 5. Mapa de comunidades vegetales del Charco de Bristol



Fuente: Beato, *et al.*, 2017. Elaboración propia

Las acumulaciones de lavas basálticas están prácticamente desprovistas de vegetación por la falta de suelo y humedad edáfica y se hallan recubiertas de líquenes, algunos ejemplares de *Suaeda vera* y especies propias del matorral nitrófilo árido de sustitución. La alteración antrópica es muy intensa en esta zona, lo que explica que *Chenoleoideo tomentosae* – *Suaedetum mollis* contribuya a la fijación de las pequeñas dunas del sector oriental en convivencia con algunas plantas halófilas y otras especies ruderales fruticasas.

La inclusión del saladar en el área urbana de Corralejo se plasma además en la deposición de un manto de lapilli con fines decorativos, en el que están presentes las comunidades mencionadas y especies de

las asociaciones *Salsolo kali – Cakiletum maritimae* y *Polycarpo – Nicotianetum glaucae*. También hemos identificado otros taxones propios de los matorrales halófilos, como *Atriplex glauca* L. del matorral nitró-psamófilo (*Polycarpea nivea* (Aiton) Webb) y otros de amplia distribución, como *Patellifolia patellaris* (Moq.) A.J. Scott, Ford-Lloyd & J.T. Williams. En el exterior del saladar hay también plantas propias de ambientes urbanos y suelos nitrificados, como *Chenopodium murale* L. En total han sido catalogadas 31 especies pertenecientes a 25 géneros y 12 familias. Cabe mencionar, entre otros, los siguientes taxones: *Aizoon canariense* L., *Atriplex glauca* var. *ifniensis* (Caball.) Maire, *Atriplex lindleyi* Moq., *Atriplex semilunaris* Aellen, *Cuscuta approximata* Bab., *Filago desertorum* Pomel, *Lotus glinoides* Delile, *Mesembryanthemum crystallinum* L., *Mesembryanthemum nodiflorum* L., *Plantago coronopus* L., *Senecio leucanthemifolius* Poir. y *Sonchus oleraceus* L. (Beato, et al., 2017).

### 3.2. Los saladares del sur

El extremo meridional de Fuerteventura, la península de Jandía, está unido al resto de la isla por el istmo de La Pared, que adopta una forma alargada y estrecha de apenas 6 km de anchura y morfología alomada, debido a la acumulación de arenas eólicas de edad pliocena (Criado, 2005). Desde el punto de vista morfoestructural, la península de Jandía constituye un macizo basáltico de edad miocena, sin registro de actividad volcánica posterior, que adopta en planta una disposición semicircular abierta hacia el NNW, conocido como arco de Cofete, y cuyo origen está asociado a grandes deslizamientos que experimentó el antiguo edificio de Jandía (20,7-14,2 Ma). Dicho edificio alcanzaba unas dimensiones comprendidas entre 12 y 15 km de anchura y hasta 2.000 m.s.n.m. (Cubas, Hernán y Ancochea, 1992). Por el sur, se han excavado profundos barrancos que han modelado un conjunto de interfluvios con crestas marcadas, conocidos localmente como “cuchillos”.

En esta zona se encuentran los saladares más grandes de la región macaronésica situados en las playas de Sotavento y del Matorral, en el municipio de Pájara. Se trata de hábitats de gran importancia faunística debido, especialmente, a la presencia de aves migratorias y endemismos. De este modo, se han avistado *Actitis hypoleucos* L., 1758, *Arenaria interpres* L., 1758, *Calandrella rufescens*, *Calidris alba* Pallas, 1764, *Calidris alpina* L., 1758, *Charadrius hiaticula* L., 1758, *Larus marinus* L., 1758, *Numenius (arquata)* L., 1758 y *phaeopus* L., 1758), *Pluvialis squatarola* L., 1758, *Saxicola dacotiae dacotiae*, *Stercorarius parasiticus* L., 1758 y *Tringa (erythropus)* Pallas, 1764, *nebularia* Gunnerus, 1767, *totanus* L., 1758), entre otras.

Incluso las áreas marinas de estos enclaves están protegidas mediante la ZEC Playa de Sotavento de Jandía, por la presencia y el anidamiento de las tortugas *Caretta caretta* L., 1758 y *Chelonia mydas* L., 1758, así como por estar frecuentados por delfines *Tursiops truncatus* Montagu, 1821. Sin embargo, hasta fechas recientes han sido espacios muy vulnerables y damnificados por acciones vinculadas con el desarrollo turístico de las últimas décadas.

La playa de Sotavento, también conocida como “Saladar de Jandía”, se encuentra situada en la vertiente oriental del istmo de La Pared. Se trata de un conjunto de playas o arenales, separados por pequeños acantilados, de unos 15 km de longitud y una anchura superior a los 500 m. Está afectada por algunas urbanizaciones turísticas y carreteras en sus márgenes y ha sufrido extracciones de áridos marinos, por lo que se ha alterado la dinámica natural de este enclave. Sin embargo, su inclusión en la ZEC Jandía y la prohibición de la circulación de vehículos por su interior explica su buen estado actual, sólo puesto en peligro por la gran afluencia de visitantes.

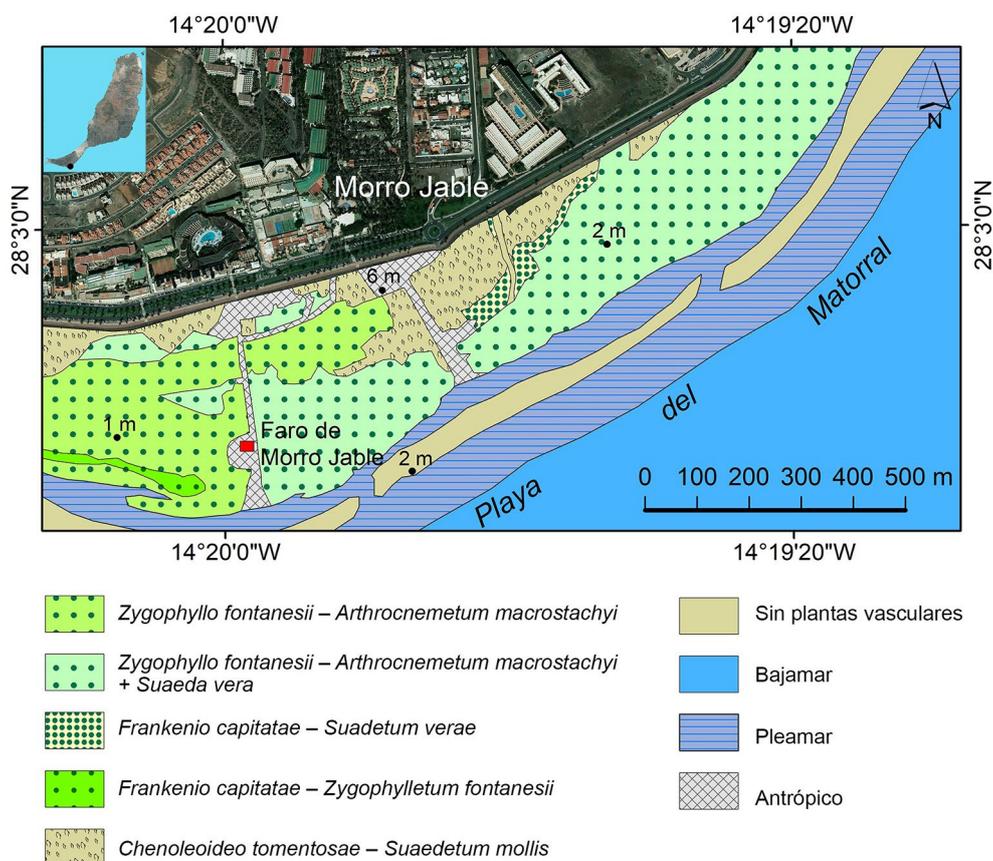
Desde el punto de vista geomorfológico, el rasgo más destacado de esta playa es que tiene una barra de arena, que se extiende paralela a la línea de costa, a lo largo de casi 4 km de longitud. Esta barra de arena cuenta con diversas bocanas o inlets que permiten la circulación del agua marina, según la marea. Por tanto, entre el acantilado y la barra de arena se genera una laguna costera, formada por arenas fangosas, que se inunda durante la pleamar y queda expuesta durante las bajamares vivas (Alonso, Alcántara-Carrió y Cabrera, 2002). El hábitat halófilo se desarrolla en su proximidad e incluso en su interior, toda vez que aparecen matas de *Arthrocnemum macrostachyum* parcialmente mojadas y rodeadas absolutamente por el agua marina en las pleamares, así como pequeñas elevaciones sobre el terreno que permiten la estabilización de otros rodales de vegetación aislados por el agua.

La vegetación de este saladar está dominada por *Zygophyllo fontanesii – Arthrocnemetum macrostachyi*, que se distribuye por el entorno de Casas del Risco del Paso en tres grandes masas al sur (con 2, 5 y 6 ha, respectivamente) y dos al norte del mismo lugar (2 y 7 ha), así como en las cercanías de la urbanización

Los Verodes (21 ha). Hacia el interior, el saladar se enriquece, sobre arenas, con *Tragnum moquinii* Webb ex Moq. in DC. y especies del matorral halo-psamófilo y nitro-psamófilo de *Polycarpeo niveae* – *Lotetum lancerottensis* y *Salsola divaricata* Masson ex Linkx. Las zonas más antropizadas quedan de manifiesto por la presencia de taxones de la *Chenoleoideo tomentosae* – *Suaedetum mollis*.

Por su parte, la playa del Matorral, situada en el extremo sur de Fuerteventura (en Morro Jable), está formada por arenas organogénicas de origen marino y sedimentos finos volcánicos aportados principalmente por el barranco de Vinamar. Desde el punto de vista geomorfológico se trata de un pequeño delta formado tras una larga evolución: por un lado, de la confluencia de barras de arenas que originaron una laguna costera; por otro, de la posterior colmatación de la citada laguna a partir de los sedimentos procedentes de la descarga de los tres barrancos que desembocan en el mismo (Figura 6).

Figura 6. Mapa de comunidades vegetales de la playa del Matorral



Fuente: bases digitales topográficas del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

En la actualidad, tiene una extensión de alrededor de 100 ha y su relieve plano presenta ligeras irregularidades, permitiendo la formación de canales y charcas tras la entrada del agua de mar en las pleamares. Por lo tanto, la vegetación que coloniza este humedal en forma de delta está constituida por comunidades halófilas y especies resistentes a la inundación recurrente. Presenta cubiertas bastante densas, si bien se encuentran fragmentadas por numerosas sendas y pistas, antiguas zonas de depósito de escombros, así como por las áreas más afectadas por las inundaciones marinas, desprovistas de vegetación. La comunidad dominante es *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* que ocupa el supraestero y el límite superior del infraestero. No obstante, es necesario mencionar la escasez de *Tetraena fontanesii* en todos los inventarios y transectos y, por el contrario, la abundancia de *Suaeda vera*, que genera, junto a *Arthrocnemum macrostachyum*, densos tapices en franca expansión.

Al noroeste del faro de Morro Jable, situado en la parte central de la playa del Matorral, *Arthrocnemum macrostachyum* constituye una formación prácticamente monoespecífica, tanto en manchas aisladas como en cubiertas continuas, formando una alfombra de similar altura, sólo rota por la presencia de

algunos ejemplares de *Tamarix canariensis* Willd. Al oeste, *Frankenia capitata* se dispersa por espacios más abiertos y escasos de vegetación, con algunos ejemplares de *Tetraena fontanesii*, matas de *Arthrocnemum macrostachyum* y otras especies tolerantes a la inundación esporádica y la alta salinidad.

Al este del faro, *Suaeda vera* ocupa grandes extensiones por encima del supraestero y, por lo tanto, al reguardo de las mareas diarias. Se extiende fácilmente colonizando nuevos espacios y cuestionando el dominio de *Arthrocnemum macrostachyum* en algunas zonas donde prevalece la comunidad *Frankenia capitatae* – *Suaedetum verae*. No obstante, es una cubierta vegetal más o menos continua, en la que se alternan ambas especies sin apenas espacio para otros taxones, tanto sobre arenas como en los fondos arcillosos y limosos.

La gran extensión del saladar y la existencia de varios biotopos de características edáficas diferentes explican la riqueza del patrimonio vegetal (Figura 7). Así, se pueden encontrar numerosas especies, tales como *Aizoon canariense*, *Atriplex halimus* L., *Desmanthus virgatus* (L.) Willd., *Phoenix canariensis* Hort. ex Chabaud, *Rumex vesicarius* L. var. *rodophysa* Ball, *Salsola divaricata*, *Sclerocephalus arabicus* Boiss., *Suaeda maritima* (L.) Dumort., *Tamarix canariensis*; así como *Policarpea nivea* (Aiton) Webb y *Traganum moquinii* en zonas arenosas alejadas de la influencia directa del agua del mar.

Figura 7. Saladar de la playa del Matorral



1) Comunidades mixtas de *Arthrocnemum macrostachyum* y *Suaeda vera*. 2) Población de *Arthrocnemum macrostachyum* con algunos ejemplares de *Tamarix canariensis*

Fotografías de los autores

Además, se distinguen diferentes formas de matorral de regresión debido al gran deterioro ambiental que ha padecido, como la asociación *Chenoleo tomentosae* – *Suaedetum molli* (con fuerte presencia de *Launaea arborescens* y una amplia extensión) y *Nicotiana glauca* Graham. Ocupan grandes espacios en los límites urbanos del saladar, vinculadas a elementos antrópicos, como rodeando pasarelas, pistas, construcciones, restos de escombreras del sector central y la desembocadura del barranco de Vinamar. Cabe destacar, asimismo, la gran cantidad de especies alóctonas procedentes de la jardinería, e incluso invasoras: *Acacia saligna* (Labill) L.H. Wendl., *Argyranthemum frutescens* (L.) Sch. Bip., *Carpobrotus edulis* (L.) L. Bolus, *Casuarina equisetifolia* L., *Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov.) H. Scholz, *Limoniastrum monopetalum* (L.) Boiss., *Pennisetum clandestinum* Hoscht. ex Chiov., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. y *Sesuvium portulacastrum* L.

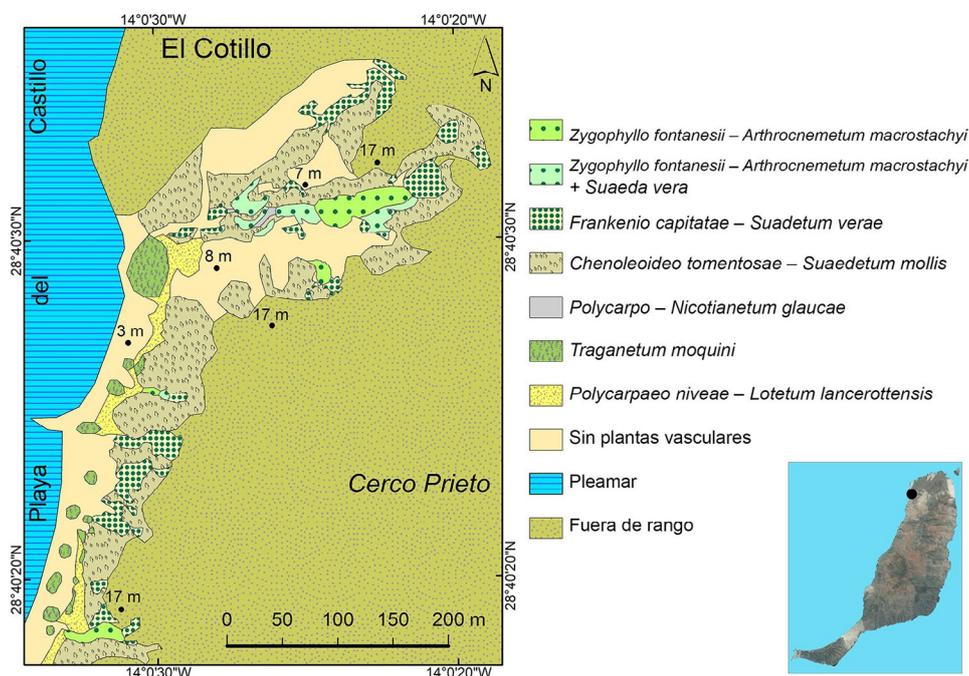
### 3.3. Los saladares del occidente majorero

En las playas situadas al sur de El Cotillo, el saladar se cobija en algunas hendiduras y pequeñas cárcavas que seccionan el acantilado. Se trata de una zona sin edificaciones, pero muy frecuentada por

turistas y un tránsito importante de vehículos. En la playa de El Castillo, el saladar ocupa una cárcava muy antropizada (por diferentes vertidos) de unos 300 m de longitud y 4 ha de superficie, con vertientes escarpadas y de fondo casi plano, donde la vegetación se desarrolla sobre terrenos alterados.

Los taxones de la asociación *Chenoleoideo tomentosae* – *Suaedetum mollis* no solo abundan en los escarpes, sino también en el centro del saladar con otras especies de *Polycarpo* – *Nicotianetum glaucae*, sobre tierras removidas y depósitos de escombros. *Arthrocnemum macrostachyum* domina en las zonas más húmedas y salobres, mientras que en la orla posterior lo hace *Suaeda vera* (Figura 8). En la salida de estos incipientes barrancos, la arena de la playa favorece el desarrollo de especies psamófilas de las asociaciones *Polycarpaeo niveae* – *Lotetum lancerottensis*, *Traganetum moquini* y *Euphorbio paraliae* – *Cyperetum capitati*, con la presencia dispersa de *Tetraena fontanesii* (Webb & Berthel) Beier & Thulin. Esta distribución se repite en las cárcavas de menor entidad situadas al sur, si bien el matorral de sustitución tiene menor relevancia y se limita a los bordes de estas. En general, tienen siempre un núcleo monoespecífico de *Arthrocnemum macrostachyum*, custodiado por manchas igualmente densas, pero de menor porte, de *Suaeda vera*.

Figura 8. Mapa de comunidades vegetales de la playa de El Castillo

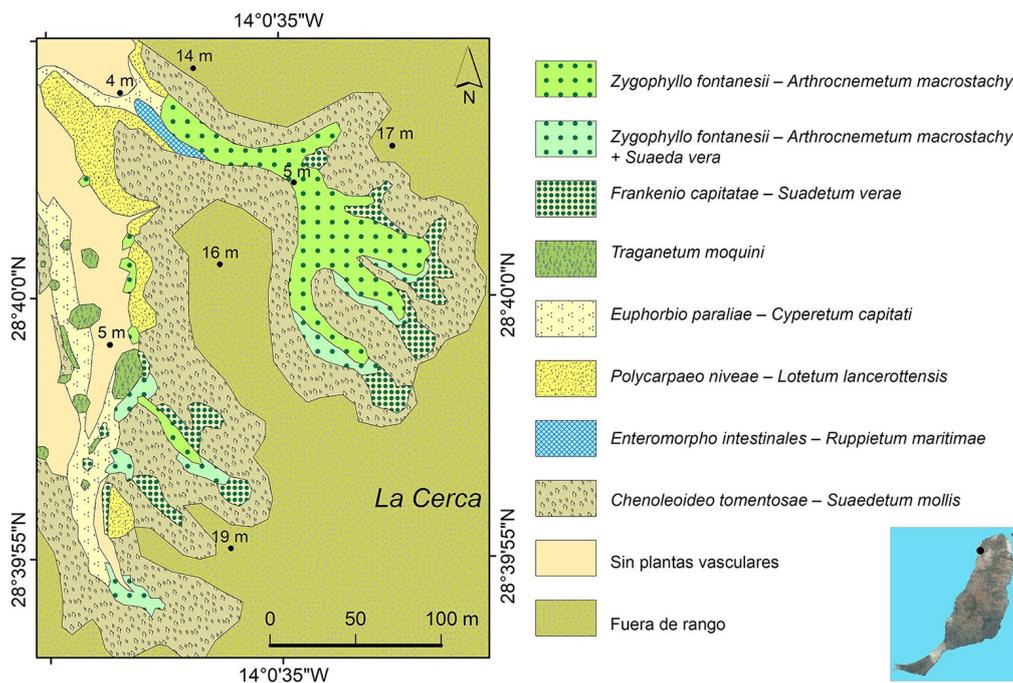


Fuente: bases digitales topográficas del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

Por su parte, en la playa de El Aljibe de la Cueva se halla una gran cárcava, de unas 2 ha y fondo subhorizontal excavada en el acantilado, colonizada por el saladar. Se caracteriza por el dominio monoespecífico de *Arthrocnemum macrostachyum* que cubre como un tapiz de hasta 1,5 metros de altura toda la depresión. Los bordes están cubiertos por amplias matas de *Suaeda vera* y pequeños arbustos de las series regresivas. Además, hay comunidades higrófilas de *Enteromorpha intestinales* – *Ruppia maritima* en pequeños charcos a la salida del barranco, así como las especies psamófilas mencionadas en las áreas cubiertas de arenas y ejemplares de *Astidamia latifolia* (L. f.) Baill. Es el mismo caso que otra gran cárcava al sur de la anterior, con un entrante arenoso donde *Arthrocnemum macrostachyum*, *Traganum moquinii* y *Suaeda vera* estabilizan pequeñas dunas. Hacia el interior, manchas monoespecíficas de *Arthrocnemum macrostachyum*, rodeadas de *Suaeda vera*, se extienden por varios ramales (Figura 9).

Por otro lado, ya se ha puesto de manifiesto el papel protagonista de *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae* en algunos saladares del norte, y su amplia distribución por todo el litoral de Fuerteventura. Además, es necesario señalar su localización en gargantas por donde transcurre agua salobre, separándose de la influencia marina en gran medida. El ejemplo más destacado se halla en la costa occidental mayorera, concretamente en el barranco de Los Molinos, al sur de El Cotillo, en el que *Suaeda vera* se extiende a lo largo de unos 4 km y se aleja más de 3 km del litoral hacia el interior.

Figura 9. Mapa de comunidades vegetales de la playa de El Aljibe de la Cueva



Fuente: bases digitales topográficas del IGN y ortofotomapa del 2015 del PNOA. Elaboración propia

### 3.4. La vegetación de saladar en el oriente mayorero

En la punta de Toneles, al este de Fuerteventura, *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* se distribuye en grupos dispersos sobre una colada basáltica (Malpaís de Jacomar) que desciende por un acantilado inactivo penetrando en el mar. La horizontalidad y baja altitud de este reciente malpaís litoral ha favorecido el depósito de arcillas y arenas en pequeñas depresiones y en la salida del barranco de La Cueva. Es en estos lugares donde *Arthrocnemum macrostachyum* encuentra unas condiciones adecuadas para su desarrollo, beneficiada por el difícil acceso y la casi nula antropización.

Finalmente, *Frankenio capitatae* – *Suaedum verae* se halla en algunos barrancos de menor entidad de la costa oriental, fundamentalmente en las desembocaduras cerca de la influencia marina. También se puede encontrar en el interior, como en el barranco de La Muley, en el que *Suaeda vera* se prolonga en manchas densas aisladas por el fondo del cauce más de 3 kilómetros tierra adentro.

## 4. Discusión

Las franjas litorales son las zonas de mayor fragilidad, acentuándose aún más si cabe cuando se trata de humedales costeros de pequeñas dimensiones situados en el área de influencia de los centros turísticos. Por esta razón, la situación actual de los saladares, al margen del amparo que en mayor o menor medida puedan recibir de las figuras de protección vigentes, depende estrechamente de la relación espacial con las áreas urbanizadas del entorno, tal y como sucede en Morro Jable y Corralejo. Así, en el sur de la isla el saladar de la playa del Matorral ha sufrido una gran degradación debido al crecimiento del tejido urbano en torno a Morro Jable, mientras que los saladares de la playa de Sotavento presentan un buen estado de conservación merced a un volumen de edificación muy reducido. Por el contrario, el saladar del Charco de Bristol merece una atención especial, toda vez que se encuentra desprotegido, alberga un patrimonio único en la isla y ha sufrido un grave deterioro por el desarrollo urbanístico de Corralejo.

En efecto, según Fernández-Cabrera, Pérez-Chacón, Cruz, Hernández-Cordero y Hernández-Calvento (2011) el modelo económico-turístico y la desmesurada urbanización de las zonas costeras canarias han ocasionado una degradación general del litoral. Ciertamente, buena parte de las modificaciones territoriales recientes en la isla de Fuerteventura tienen su origen en el auge turístico y sus repercusiones

sobre la dinámica demográfica y económica, así como en la evolución de los elementos del medio natural (García-Romero, *et al.*, 2016; Beato, *et al.*, 2017).

Un buen ejemplo son los saladares mayoreros: algunos han desaparecido completamente bajo el tejido urbano, mientras que otros fueron convertidos en escombreras durante años de abandono coetáneo del impulso demográfico, constructivo y turístico. Según los datos proporcionados por el Instituto Canario de Estadística en 2017, el turismo en la isla ha experimentado una enorme progresión en las últimas décadas, alcanzando en 2016 más de tres millones de visitantes (lo que supera con creces el récord histórico de un millón de turistas de 2011). Los destinos principales son Corralejo y las playas del sur y Sotavento. Respecto a la población, Fuerteventura ha pasado de 37.000 personas en 1991 a más de 107.000 en 2016, lo que equivale a un incremento del 289% en 25 años que conlleva asimismo una dilatación de la superficie edificada. De este modo, las actividades relacionadas con la construcción han alterado directa o indirectamente las funciones y los procesos ecológicos y han producido finalmente una pérdida de patrimonio natural y cultural, tal y como demuestran Pérez-Chacón, *et al.* (2007).

El saladar de la playa del Matorral fue declarado Paraje Natural de Interés Nacional por la Ley 12/1987, de 19 de junio, de Declaración de los Espacios Naturales de Canarias. Posteriormente fue reclasificado como Sitio de Interés Científico, por la Ley 12/1994, de 19 de diciembre, de Espacios Naturales de Canarias. También forma parte de los espacios protegidos de la Red Natura 2000, dentro de la región biogeográfica macaronésica, al ser designado el 17 de octubre de 2006 como ZEPA y el 29 de diciembre de 2010 como ZEC. Es, además el único saladar canario que forma parte, desde 2002, de la Lista Ramsar. No obstante, el saladar de la playa del Matorral es un espacio muy antropizado, pues entre 1935 y 1950 fue utilizado para la explotación de salinas, conservándose aún restos de esta actividad, como una pequeña torre de elevación. Posteriormente, en la década de los años setenta se inicia el asentamiento de las primeras instalaciones turísticas, destacando el complejo hotelero Stella Canarys al que seguirían múltiples actuaciones que degradaron por completo el entorno.

En los últimos años se ha desarrollado un proyecto LIFE de recuperación ecológica, gracias al cual fueron eliminados 90.000 m<sup>3</sup> de escombros depositados tras la construcción de infraestructuras turísticas y viviendas, así como muros y otras construcciones de piedra y hormigón procedentes de la extracción de salinas, mencionada anteriormente. Así mismo, se eliminaron basuras, residuos, especies invasoras y se extrajeron 200 palmeras. Además, desde el año 2016 se ha puesto en práctica un plan de gestión que distingue 4 zonas en el saladar: conservación prioritaria, conservación, restauración y de transición. La zona de conservación prioritaria tiene una superficie de 50,6 ha y está destinada a la protección y conservación del hábitat 1420, incluyendo también la zona inundable entre el saladar y la playa al SO de la ZEC. La zona de conservación contiene también áreas de alto valor por la presencia de especies o hábitats de interés comunitario, pero presentan un mal estado de conservación, por lo que requiere ciertas medidas de restauración. Se corresponde con el sector NO del saladar con baja cobertura de *Sarcocornetea fruticosae* y alcanza una superficie de 1,4 ha. La zona de restauración tiene una superficie de 8,2 ha y engloba áreas que comprenden facies degradadas o de sustitución que potencialmente podrían recuperarse. Esta zona está cubierta por las asociaciones *Chenoleoideo tomentosae* – *Suaedum mollis*, *Suaedo verae* – *Tamaricetum canariensis* y áreas ajardinadas del sector occidental. Por último, la zona de transición, de 35,3 ha, está formada por las pistas y pasarelas de acceso a la playa, la carretera y el paseo perimetral, así como las instalaciones turísticas que delimitan los extremos norte y oeste del saladar.

Entre las medidas de conservación adoptadas destacan la prohibición de vertidos de escombros y material de relleno, de introducción de especies de flora y fauna no autóctonas, de vertidos superficiales y movimientos y extracción de tierras, así como de cualquier actividad que incremente los procesos erosivos en la zona de influencia de las mareas y las desembocaduras de los barrancos. Sólo están permitidas actividades científicas, divulgativas y educativas siempre que se lleven a cabo a través de los senderos que atraviesan el espacio y que no impliquen uso de vehículos a motor. Entre las actuaciones llevadas recientemente a cabo sobresalen la actualización de la cartografía de los hábitats de interés comunitario y del resto de unidades de vegetación, evaluación del estado de conservación, vallado de exclusión en torno a los hábitats del saladar, señalización e información de sus valores naturales mediante paneles, limpieza y retirada de basuras, erradicación de especies invasoras y eliminación de vertidos (Carrillo, 2016).

No obstante, el saladar de la playa del Matorral sigue sometido a múltiples amenazas, como invasión de especies foráneas, tanto vegetales como faunísticas: entre las primeras cabe destacar la caña gigante (*Arundo donax* L.), la uña de gato (*Carpobrotus edulis*) y la *Kikuyuochloa clandestina* en las proximidades

de las áreas ajardinadas (Martín, Scholz & Wildpret, 2009); de las faunísticas se han observado ardillas morunas (*Atlantoxerus getulus* L., 1758) y cotorras (*Myiopsitia monachus* Boddaert, 1783) atraídas por los restos de comidas que dejan los usuarios del espacio. Otras amenazas proceden del tránsito y pisoteo de turistas que utilizan el saladar para tomar el sol, pese al vallado y los carteles de prohibición.

El otro saladar de gran interés científico de la isla, el Charco de Bristol, se ha visto afectado por el crecimiento demográfico y turístico de Corralejo, que ha pasado de 6,72 ha construidas en 1969 a casi 321 ha ocupadas por edificaciones en 2009 (Fernández-Cabrera, *et al.*, 2011). En las fotografías aéreas de 1981 (Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario) se observan los primeros bloques de apartamentos en las cercanías del saladar y se aprecia la utilización de toda el área meridional como escombrera. Este tipo de uso se alargó durante varios años por otras zonas del Charco de Bristol, aunque finalmente los restos fueron extendidos, recubriendo los depósitos originales, permitiendo una recolonización vegetal parcial mediante matorrales de sustitución. Además, el área se encuentra salpicada de remanentes de la edificación de casetas *in situ*, hitos y otros elementos abandonados de hormigón, así como pequeños vertederos clandestinos de la construcción. No obstante, el elemento más perturbador es la pista sin asfaltar que atraviesa este enclave, presente ya en 1945 como camino vecinal. Soporta un tráfico habitual, dado que vertebrada el norte de la isla de Fuerteventura, desde el faro del Tostón hasta Corralejo y cruza una de las comunidades vegetales más significativas del Charco de Bristol y de los saladares costeros norteros, esto es, *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi*, facilitando además el acceso rodado y a pie incluso a los lugares más vulnerables.

En este sentido, Beato, *et al.* (2017) han formulado un proyecto de gestión del saladar de Charco de Bristol que se basa, en primer lugar, en su declaración como Sitio de Interés Científico y en la aplicación de medidas de restauración. Aunque el ayuntamiento de La Oliva respaldó en principio la intención de una empresa privada de construir unas piscinas en dicho paraje, recientemente ha elevado al Cabildo insular el plan científico mencionado consciente del valor patrimonial de este enclave.

Por otro lado, es necesario señalar la afección por residuos movilizadas por el viento y el mar que sufre todo el litoral mayorero. En este sentido, las comunidades vegetales litorales, también las de los saladares, presentaban gran cantidad de desechos urbanos en la totalidad de los transectos efectuados en el periodo de estudio. Las plataformas de abrasión septentrionales, además, muestran restos de combustibles solidificados y adheridos a los basaltos, encontrados incluso en las herborizaciones. Dan buena cuenta de los graves peligros que acechan a este valioso legado natural.

## 5. Conclusiones

Uno de los valores patrimoniales de los saladares canarios es que son hábitats muy escasos en el archipiélago y, en general, en el ámbito macaronésico. No obstante, la isla de Fuerteventura alberga los humedales más significativos e interesantes desde el punto de vista científico y, además, representan casi la mitad de la superficie de todos los saladares canarios. Este tipo de hábitat y sus formaciones vegetales están absolutamente fragmentados y dispersos a lo largo de la costa, aumentando más si cabe su vulnerabilidad. Desde el punto de vista geomorfológico tienen una gran variedad, lo que constituye un elemento positivo de valoración. En concreto, hemos distinguido 7 tipos de saladares: costa libre, laguna costera, delta, bahía de entrada estrecha, costa baja de coladas lávicas aa, acantilado bajo con cárcavas y cursos bajos y desembocaduras de gargantas. Además, se pueden diferenciar en cada uno de ellos peculiaridades edáficas y distintos biotopos que incrementan su capital patrimonial.

Estos saladares se caracterizan por una alta calidad ecológica y gran riqueza florística con plantas xerófilas, psamófilas, higrófilas y halófilas, entre las que destacan las pertenecientes a *Salicornietea fruticosae*. Así lo demuestra la catalogación de este tipo de ecosistema halófilo termoatlántico como hábitat de interés comunitario de la Unión Europea con el código 1420. En Fuerteventura, *Salicornietea fruticosae* presenta 110 teselas del mosaico de vegetación, ocupando 132 ha, corroborando estos datos su alto nivel de fragmentación. Las principales formaciones vegetales en estos ambientes salobres mayoreros son *Zygophyllo fontanesii* – *Arthrocnemum macrostachyi* y *Frankenio capitatae* – *Suaedetum verae*, que ocupan el límite superior del infraestero y el supraestero, respectivamente, así como *Chenoleo tomentosae* – *Suaedetum molli* y *Chenoleoideo tomentosae* – *Salsoletum vermiculatae* debido a la intensa degradación antrópica del tapiz vegetal. Además, en el Charco de Bristol la mayor peculiaridad es la permanencia de un testigo

de la vegetación potencial de los niveles inferiores del saladar, esto es, poblaciones de *Sarcocornia perennis*, gracias a la singularidad geomorfológica de este enclave.

Por otro lado, cabe destacar la relevancia de los tapices vegetales monoespecíficos. En unos casos se trata de manchas de *Arthrocnemum macrostachyum* y en otros de *Suaeda vera*, así como de poblaciones mixtas de ambos taxones que generan densas cubiertas arbustivas y subarbustivas sin lugar para otras especies.

Los saladares de Fuerteventura se hallan bajo la permanente presión y amenaza que se derivan de su localización costera y del crecimiento urbanístico y turístico imparable que desde hace más de cincuenta años ha experimentado la isla, especialmente en las últimas décadas. En concreto, los complejos urbano-turísticos de Corralejo y Morro Jable ponen en peligro el valor ecológico y la riqueza florística de dos de los saladares de mayor interés científico, el del Charco de Bristol y de la playa del Matorral respectivamente. El saladar de la playa del Matorral, amparado desde 1994 como Sitio de Interés Científico, se halla en claro proceso de recuperación y su supervivencia está asegurada. Por el contrario, el saladar del Charco de Bristol carece de la más mínima protección y se halla en un precario estado de conservación debido a las múltiples agresiones que sufre diariamente, por lo que es recomendable su urgente declaración como Sitio de Interés Científico y la aplicación de medidas de restauración para impedir su definitiva desaparición.

## Referencias

- Adnitt, C., Brew, D., Cottle, R., Hardwick, M., John, S., Legget, D., ... & Staniland, R. (2007). *Saltmarsh management manual*. Bristol: Environment Agency. <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.1>
- Alonso, I., Alcántara-Carrió, J. & Cabrera, L. (2002). Tourist Resorts and their Impact on Beach Erosion at Sotavento Beaches, Fuerteventura, Spain. *Journal of Coastal Research*, 36, 1-7.
- Allen, J. R. L. (2000). Morphodynamics of Holocene salt marshes: a review sketch from the Atlantic and Southern North Sea coasts of Europe. *Quaternary Science Reviews*, 19(12), 1155-1231. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00034-7](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00034-7)
- Ancochea, E., Brandle, J. L., Cubas, C. R., Hernán, F. y Huertas, M. J. (1993). *La Serie I de la isla de Fuerteventura*. Madrid: Memoria de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- Arozena, M. E. (2000). Estructura de la vegetación. En G. Meaza (Ed.), *Metodología y práctica de la Biogeografía* (pp. 77-146). Madrid: Ediciones del Serbal.
- Ayuda, M. A., Collantes, F. y Pinilla, V. (2005). *Explicando la concentración a largo plazo de la población española, 1860-2000*. Recuperado de [http://www.ceddar.org/content/files/articulof\\_280\\_01\\_DT-2005-3.pdf](http://www.ceddar.org/content/files/articulof_280_01_DT-2005-3.pdf)
- Beato, S., Poblete, M. A., Ruiz-Fernández, J., Marino, J. L., García, C. y Gallinar, D. (2014). Las comunidades vegetales terrestres del Saladar de Bristol (Corralejo, Fuerteventura, Islas Canarias). En R. Cámara, B. Rodríguez y J. L. Muriel (Eds.), *Biogeografía de Sistemas Litorales. Dinámica y Conservación* (pp. 185-188). Sevilla: Universidad de Sevilla, AGE.
- Beato, S., Poblete, M. A. y Marino, J. L. (2017). El saladar de Bristol: patrimonio vegetal, estado de conservación y propuestas de restauración (Corralejo, Fuerteventura, Islas Canarias). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 73, 223-246. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2416>
- Beltrán, E., Arozena, M. E. y Ríos, J. (1999). El papel de la morfología superficial de las coladas lávicas en las características de la vegetación del malpaís de Güímar (Tenerife, I. Canarias). En VV. AA, *Professor Joan Vilà Valentí: el seu mestratge en la geografia universitària* (pp. 783-799). Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Braun-Blanquet, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: Blume.
- Bullock, A. & Acreman, M. (1999). The role of wetlands in the hydrological cycle. *Hydrology and Earth System Sciences*, 7, 358-389. <https://doi.org/10.5194/hess-7-358-2003>
- Carrillo, J. (2016). *Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación ES7010042 La Playa del Matorral (Fuerteventura)*. Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad. Gobierno de Canarias.

- Coello, J., Cantagrel, J. M., Hernán, F., Fúster, J. M., Ibarrola, E., Ancochea, E., ... y Cendrero, A. (1992). Evolution of the Eastern Volcanic Ridge of the Canary Islands Based on New K-Ar Data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 53, 251-274. [https://doi.org/10.1016/0377-0273\(92\)90085-R](https://doi.org/10.1016/0377-0273(92)90085-R)
- Costa, P. (2005). La "litoralización" demográfica y económica. El caso de las provincias mediterráneas y suratlánticas. *Sociedad y utopía: Revista de ciencias sociales*, 26, 71-90.
- Criado, C. (1990). La evolución del paisaje vegetal de Fuerteventura a través de fuentes escritas (s. XV – XIX). *Tebeto. Anuario del Archivo Histórico Insular de Fuerteventura*, 3, 249-259.
- Criado, C. (1991). *La evolución del relieve de Fuerteventura*. Puerto del Rosario: Servicio de Publicaciones del Cabildo Insular de Fuerteventura.
- Criado, C. (2005). Formas de modelado y procesos morfogénicos. En O. Rodríguez (Coord.), *Patrimonio Natural de la isla de Fuerteventura* (pp. 45-58). Tenerife: Cabildo de Fuerteventura.
- Cubas, C. R., Hernán, F. y Ancochea, E. (1992). El edificio sur (Jandía) de la serie I de Fuerteventura: rasgos generales. *Geogaceta*, 11, 79-81.
- Curtis, T. G. F. & Sheehy Skeffington, M. J. (1998). The salt marshes of Ireland: an inventory and account of their geographical variation. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 98B, 87-104.
- Del Arco, M. J., Wildpret, W., Pérez de Paz, P. L., Rodríguez, O., Acebes, J. R., García, A., ... y García, S. (2006). *Mapa de Vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN. Cartográfica de Canarias.
- Del Arco, M. J., González-González, R., Garzón-Machado, V. & Pizarro-Hernández, B. (2010). Actual and potential natural vegetation on the Canary Islands and its conservation status. *Biodiversity and Conservation*, 19, 3089-3140. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9881-2>
- Del Arco, M. J., Izco, J. y Rodríguez, O. (2017). The name *Salicornietum perennis* (*sensu lato*) and global nomenclatural issues. *Lazaroa*, 38(2), 203-206. <http://dx.doi.org/10.5209/LAZA.56609>
- Díaz, G. (2007). *Ficha Informativa Ramsar: Saladar Jandía*. Las Palmas de Gran Canaria: Gobierno de Canarias.
- Dijkema, K. S. (1987). Geography of salt marshes in Europe. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 31, 489-499.
- Doody, J. P. (2008). *Saltmarsh Conservation, Management and Restoration*. Series Coastal Systems and Continental Margins 12. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5748-9>
- Dorta, P. J. (1996). Las inversiones térmicas en Canarias. *Investigaciones Geográficas* 15, 109-126. <https://doi.org/10.14198/INGEO1996.15.01>
- Duarte, B. (2016). *Climate change impacts on salt marsh vegetation ecophysiology and dynamics* (Unpublished doctoral). Universida de Lisboa, Lisboa. <http://hdl.handle.net/10451/25068>
- Esteve, F. (1968). Datos para el estudio de las Clases Ammophiletea, Juncetea y Salicornietea en las Canarias Orientales. *Collectanea Botanica*, 7, 303-323.
- Fernández, M. y Santos, A. (1983). La vegetación del litoral de Canarias, I. Arthrocnemetea. *Lazaroa*, 5, 143-155.
- Fernández-Cabrera, E., Pérez-Chacón, E., Cruz, N., Hernández-Cordero, A. y Hernández-Calvento, L. (2011). Consecuencias ambientales del crecimiento urbano-turístico en el sistema de dunas de Corralejo (Fuerteventura-Islas Canarias). En V. González y J.A. Marco (Eds.), *Urbanismo expansivo: de la utopía a la realidad* (pp. 241-252). Alicante: Universidad de Alicante.
- Fúster, J. M., Cendrero, A., Gastesi, P., Ibarrola, E. y López-Ruiz, J. (1968). *Geología y vulcanología de las Islas Canarias. Fuerteventura*. Madrid: Instituto Lucas Mallada.
- Gallardo, A. (2002). El Saladar de Jandía adquiere importancia mundial. *Majorensis: Revista Electrónica de Ciencia y Tecnología*, 1, 43-44.
- García-Romero, L., Pérez-Chacón, E., Hernández-Cordero, A.I. y Hernández-Calvento, L. (2014). Cartografía de la distribución espacial de la cobertura vegetal en sistemas arenosos áridos: análisis comparado de métodos aplicados en La Graciosa (Islas Canarias, España). En R. Cámara, B. Rodríguez y J.L. Muriel (Eds.), *Biogeografía de sistemas litorales. Dinámica y conservación* (pp. 21-26). Sevilla: Universidad de Sevilla.

- García-Romero, L., Hernández-Cordero, A.I., Fernández-Cabrera, E., Peña-Alonso, C., Hernández-Calvento, L. y Pérez-Chacón, E. (2016). Urban-touristic impacts on the aeolian sedimentary systems of the Canary Islands: conflict between development and conservation. *Island Studies Journal*, 11(1), 91-112.
- Hernández, A. I, Pérez-Chacón, E. y Hernández, L. (2014). Dinámica de la comunidad de *Tamarix Canariensis* en el campo de dunas de Maspalomas (Gran Canaria, Islas Canarias). En R. Cámara, B. Rodríguez y J.L. Muriel (Eds.), *Biogeografía de sistemas litorales. Dinámica y conservación* (pp. 15-19). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Hernández-Cordero, A. I., Pérez-Chacón, E. y Hernández-Calvento, L. (2015). Vegetation, distance to the coast, and aeolian geomorphic processes and landforms in a transgressive arid coastal dune system. *Physical Geography*, 36(1), 60-83. <https://doi.org/10.1080/02723646.2014.979097>
- Ibarrola, E., Fúster, J. M. y Cantagrel, J. M. (1989). Edades K-Ar de las rocas volcánicas submarinas en el sector norte del Complejo Basal de Fuerteventura. *Proceedings of the ESF Meeting on Canarian Volcanism* (pp. 124-128). Lanzarote: European Science Foundation – Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Kirman, M. & Temerman, S. (2009). Coastal marsh response to historical and future sea-level acceleration. *Quaternary Science Reviews*, 28, 1801-1808. <https://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.02.022>
- López, J. y López, A. (1979). El clima de Canarias según la clasificación de Köppen. *Estudios Geográficos*, 16(58), 5-21.
- Martín, V. E., Scholz, S. & Wildpret, W. (2009). Monitoring the invasive alien species on Fuerteventura (Canary Islands). En P. Pyšek & J. Pergl (Eds.), *Biological Invasions: Towards a Synthesis. Neobiota 8* (pp 135-152). Prague: Institute of Botanic, Academie of Sciences of the Czech Republic.
- Marzol, M. V. (1988). *La lluvia, un recurso natural para Canarias*. Sta. Cruz de Tenerife: Servicio de Publicaciones de la Caja General de Ahorros de Canarias.
- Marzol, M. V. (1993). Los factores atmosféricos y geográficos que definen el clima de archipiélago canario. En VV.AA., *Aportaciones en homenaje al profesor Luis Miguel Albentosa* (pp. 151-76). Tarragona: Diputación de Tarragona.
- Mcowen, C. J., Weatherdon, L. V., Van Bochove, J-W., Sullivan, E., Blyth, S., Zockler, C., ... & Fletcher, S. (2017). A global map of saltmarshes. *Biodiversity Data Journal*, 5, e11764. <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e11764>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2006). *Estudio ecocartográfico del litoral de las islas de Fuerteventura y Lobos*. Madrid: Ediciones Tuomaï.
- Mora, J. L., Arbelo, C. D. y Rodríguez, A. (2009). Características de los suelos de las Islas Canarias en relación a la vegetación natural. En E. Beltrán, J. Afonso-Carrillo, A. García y O. Rodríguez (Eds.), *Homenaje al Prof. Dr. Wolfredo Wildpret de la Torre* (pp. 665-684). La Laguna: Instituto de Estudios Canarios.
- Pennings, S. C. & Bertness, M. D. (1999). Using latitudinal variation to examine effects of climate on coastal salt marsh pattern and process. *Current Topics in Wetland Biogeochemistry*, 3, 100-111.
- Pennings, S. C. & Callaway, R. M. (1992). Salt marsh plant zonation: The relative importance of competition and physical factors. *Ecology*, 73, 681-690. <https://doi.org/10.2307/1940774>
- Pérez-Chacón, E., Hernández-Calvento, L. y Yanes, A. (2007). Transformaciones humanas y sus consecuencias sobre los litorales de las islas Canarias. En R. Paris y S. Etienne (Eds.), *Les littoraux volcaniques: une approche environnementale* (pp. 173-191). Clermont-Ferrand: Presses-universitaires Blaise Pascal.
- Pomel, R. S., Miallier, P., Fain, J. & Sanzelle, S. (1985). Datation d'un sol brun-rouge calcifere par une coulee d'âge Würm ancien (51.000 B.P) à Fuerteventura (Iles Canarias). *Mediterranée*, 4, 59-67. <https://doi.org/10.3406/medit.1985.2336>
- Pye, K. & French, P. W. (1993). *Erosion and accretion processes on Brithish saltmarshes*. Vol. I. *Introduction: saltmarsh processes and morphology*. Cambridge: Environmental Research Consultants.
- Reyes-Betancort, J. A., Padrón, M. A., Guma, I. R., Santos, A. y Navarro, J. (2009). Sobre la presencia de la Clase Thero-Salicornietea en las Islas Canarias. *Lazarooa*, 30, 65-71.

- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. y Penas, A. (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, 15(1,2), 5-992.
- Rivas-Martínez, S. (2004). Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. *Itinera Geobotanica*, 17, 5-436.
- Rodríguez, O., García, A. y Reyes, J. A. (2000). Estudio fitosociológico de la vegetación actual de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea: Folia scientiarum biologiarum canariensium* 28, 61-98.
- Rodríguez, O. (Ed.) (2005). *Patrimonio natural de la isla de Fuerteventura*. Tenerife: Cabildo de Fuerteventura - Centro de la Cultura Popular Canaria - Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial.
- Santos, A. y Fernández, M. (1984). Notas florísticas de las islas de Lanzarote y Fuerteventura (I. Canarias). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 41(1), 167-174.
- Shepard, C. C., Crain, C. M. & Beck, M. W. (2011). The protective role of coastal marshes: a systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 6(11), e27374. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027374>
- Silliman, B. R., Grosholz, E. D. & Bertness, M. D. (2009). *Human Impacts on Salt Marshes: A Global Perspective*. Berkeley (California): University of California Press.
- Sunding, P. (1972). *The vegetation of Gran Canaria*. Oslo: Skr. Norske Vidensk-Akad. Oslo.