

APUNTES ECOLÓGICOS SOBRE LA ISLA DE FORMENTERA (BALEARES, ESPAÑA)

Aniceto López Fernández
Académico Numerario

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Formentera.
Estany Pudent.
Parque Natural.
Ecosistemas
Dunas.

Tras una introducción histórica se estudian los principales ecosistemas de Formentera (Baleares, España). Se describen las características del Estany Pudent y de las salinas, así como el Parque Natural de las Salinas de Ibiza y Formentera. También son objeto de estudio los ecosistemas terrestres y litorales, con especial mención a los sistemas dunares y su protección. Se señalan las especies invasoras y endémicas de los frágiles ecosistemas de Formentera.

KEYWORDS

Formentera.
Estany Pudent.
Natural Park.
Ecosystems.
Dune.

ABSTRACT

After a historical introduction, the main ecosystems of Formentera (Balears, Spain) are studied. The characteristics of Estany Prudent and the salt flats are described, as well as the Natural Park of the Las Salinas de Ibiza y Formentera. Terrestrial and coastal ecosystems are also the subject of study, with special mention to dune systems and their protection. Invasive and endemic species of the fragile ecosystems of Formentera are highlighted.

INTRODUCCIÓN

Recientemente la isla de Formentera, perteneciente al archipiélago balear español y a la Comunidad autónoma de Las Islas Baleares, junto a Mallorca, Menorca e Ibiza, se ha puesto de moda como destino turístico para nacionales y extranjeros, sobre todo, entre los meses de abril y octubre que es cuando las condiciones meteorológicas permiten de pleno disfrutar de su atractivo, fundamentalmente, natural. Pertenece a las denominadas Islas Pitiusas, junto a Ibiza y varios islotes. Es la más pequeña habitada del archipiélago.

A su término municipal pertenecen las islas de Espalmador y Espardell y varios islotes.

También es la que tiene un menor número de habitantes —algo más de 12.000—, que cuentan con unos 8.000 coches y 10.000 motos, pero no existe ningún semáforo en la isla. En verano llegan a circular unos 20.000 coches y la población aumenta hasta 35.000 personas o más. La prensa local ya señalaba en 2015 la necesidad de regulación del número de vehículos y en 2019 entró por primera vez en vigor la regulación de la entrada, circulación y estacionamiento de vehículos en la isla en temporada alta, que en 2023 se estableció entre el 1 de junio y el 30 de septiembre. Con esta medida pionera se pretende salvaguardar el medio ambiente y rebajar la presión a los casi 40 km de red viaria de que dispone. Por sus dimensiones no cuenta con aeropuerto, por lo que el acceso es únicamente por vía marítima, bien por Ferry procedente de Ibiza, de la que está separada por el estrecho de Los Freus de 6,3 km de longitud, que tarda en hacer el trayecto hasta el puerto de La Savina, una hora o si es «fast Ferry» tan sólo treinta minutos, o bien desde puertos de la península, siendo muy utilizada la travesía desde Denia que dista 100 km.

Formentera (Foto 1) tiene una extensión de 83,2 km cuadrados, apenas 20 km de longitud y 2 km en su lugar más estrecho. La altitud máxima es de 192 m en el altiplano de la Mola (Sa Talaïassa). El clima es suave con 18,6 ° C de temperatura media anual y 2.883 horas de sol de valor medio anual. Soporta una vegetación típica mediterránea que combina zonas dunares con bosques de pinos, sabinas y matorral. Tiene además unos ecosistemas acuáticos de gran interés ecológico que incluyen a las Salinas, que a su vez forman parte del Parque Natural de Las Salinas de Ibiza y Formentera. Su peculiar forma hace que tenga gran extensión de costa, en concreto 69 km con numerosas playas, preciosos acantilados y fondeaderos para las embarcaciones de recreo.

Todo en su conjunto hace las delicias de los numerosos turistas que la visitan y que la suelen denominar como el «Caribe Español» o como la quintaesencia del Mediterráneo. Administrativamente está conformada por un único municipio, Formentera, que incluye también a varios islotes, siendo los más relevantes Espalmador de 240 ha y Espardell de sólo 60 ha. La capital es San Francisco Javier que es también el núcleo de mayor población.

El gran salto económico de Formentera comenzó a partir de la segunda mitad del siglo XX, cuando se pasó progresivamente de una forma de vida



Foto 1. Vista aérea de Formentera. Fotografía del autor.

tradicional, marcada por la autosuficiencia con pequeñas explotaciones agropecuarias, la pesca y la explotación de la sal, que era el principal producto comercial a exportar hasta los años 80 del pasado siglo —en 1985 se paró por escasez de demanda—, a otra basada en el sector servicios en torno al turismo, lo que cambió de forma radical la economía y la sociedad de la isla. Contribuyó a este despegue turístico la llegada del movimiento «hippy» en la década de los 60 y también el contar con luz eléctrica a partir de 1968, que se reforzó en 1972 con un cable submarino desde Ibiza. También fue clave en el desarrollo de Formentera la solución del suministro de agua, pues tradicionalmente la población se venía surtiendo del agua de pozos, hasta que el acuífero fue insuficiente debido a la sobreexplotación que condujo a la salinización, con lo que se optó por la construcción de una desaladora que desde 1995 suministra el agua potable a la isla. La planta produce 5000 metros cúbicos al día y desde hace poco tiempo (2021) cuenta con la instalación del tercer bastidor —de emergencia— de ósmosis inversa que produce 2.500 metros cúbicos al día, que garantiza el suministro en verano (con consumos punta de 6000 metros cúbicos, mientras que en invierno es tan solo de 800 metros cúbicos). Cuenta además con un depósito de agua ya desalada de 17.500 metros cúbicos. Así se ha favorecido el auge progresivo de comercios, de magníficos restaurantes, hoteles, caseríos de turismo y de vías de comunicación.

Todo ello motivado fundamentalmente por los extraordinarios valores ecológicos de Formentera.

Hoy día aún se ven algunos destellos de la vida en el pasado, como alguna explotación relicta que cobija a sus ovejas o cabras bajo la sombra de viejas higueras, introducidas por los árabes, cuyas ramas son tradicionalmente sujetas por varas para aumentar su capacidad de cobijo (Foto 2). Los antiguos y particulares varaderos de las seculares embarcaciones de pesca, llamados «Escars» (Foto 3), con sus guías o gradas de madera donde los «Llaüts» —embarcaciones de madera típicas de Baleares construidas por «Mestres d' Aixa»— y botes son izados, con la ayuda de un juego de poleas y un torno ubicado en la parte superior del varadero, hoy muchos «Escars» están prácticamente en desuso, sería otro ejemplo reseñable. Están declarados Bien de Interés Cultural.



Foto 2. Higuera de Formentera que tradicionalmente se utilizó para el cobijo del ganado.

Una extensa relación de citas bibliográficas, hasta 1978, que incluyen obras de geología, geografía, mapas, clima, botánica, historia, población, etc., de las Pitiusas se pueden consultar en Vila y Vallés (1978); y sus singularidades toponímicas en Ordinas y Binimelis (2022), donde se muestra el avance de la geografía como ciencia innovadora en el aprovechamiento de la toponimia como herramienta del conocimiento territorial.



Foto 3 a y b. Antiguos varaderos o «Escars» de Formentera. Fotografía del autor.



Foto 4. José de Vargas Ponce por Francisco de Goya. 1805.

Algunos literatos y artistas que visitaron Ibiza y Formentera durante el siglo XIX nos han dejado relaciones de sus viajes. Tal es el caso de Grasset de Saint-Sauveur (1807) que comienza con la descripción de la situación de las Baleares, con alusión al origen de sus denominaciones, clima, extensión, costas, fondeaderos, etc., de Mallorca y Menorca; el tomo 2 lo dedicó a las Pitiusas. Un estudio general en un primer volumen y otro especial de cada uno de los municipios de Ibiza y Formentera en un segundo, fue realizado por el archiduque Habsburgo-Lorena (1884). También escribió sobre ellas Vuillier (1893). Anteriormente, en el siglo XVII, el gaditano José de Vargas Ponce (1760-1821) (Foto 4), marino militar, matemático, académico, historiador, poeta e ilustrado, escribió una deliciosa obra dedicada a las Pitiusas y Baleares (Foto 5), en la que hace una descripción de Formentera que comienza apuntando que era conocida por los antiguos como Pithiusa menor, y hoy por Formentera, de Frumentum (trigo) o de

Forment, que significa lo mismo —en su bandera figuran dos espigas de trigo—. Alude a que en aquella época no tenía poblado alguno y en case- ríos la habitaban unas mil doscientas personas. También da cuenta de un documento anónimo —Cronicon M. SS.— que data de 1620 y que conserva el Ayuntamiento de «Iviza» en el que se hace descripción del Puerto Salé, donde verosímilmente estuvo la ciudad antigua aliada de los romanos según las ruinas, vestigios de casas, y muchas norias y pozos que se encuentran.

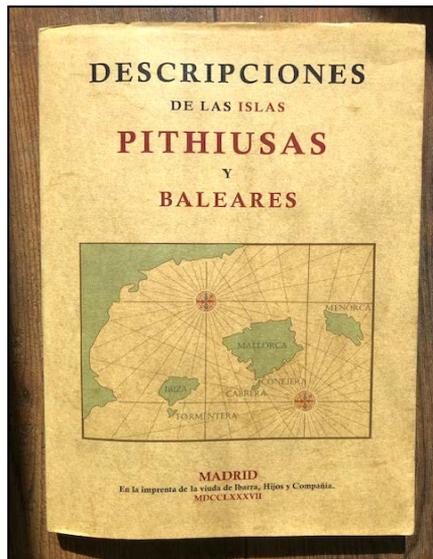


Foto 5. Portada del Libro escrito por José de Vargas Ponce, impreso en 1787. Fotografía del autor.

Deduce que aquí con facilidad se puede hacer una población, por tener muy a mano los materiales de piedra y madera, y por no distar más de ocho millas de la Punta de las Puertas de «Iviza». Son muchos otros los detalles que ofrece sobre Formentera, entre los que cito respecto al clima, que desde el 9 de noviembre al 18 de diciembre de 1783, que estuvieron anclados en puerto, estuvo el termómetro de Reaumur entre 16 y 12 grados de altura, prueba de la bondad del clima; del suelo dice que es favorable para todo género de plantas, y en especial para el olivo; de los montes apunta que tienen multitud de árboles, y continuos bosques de pinos, abetos, sabinas y enebros, teniendo la fortuna de no abrigar fieras, y es que en el recinto de la isla no hay ninguna serpiente ni animal ponzoñoso. Habla también de sus cosechas, del trigo, del aceite, de sus vinos, de sus ganados que son los

mismos del continente, salvo yegudas de las que carece; de la caza reseña la existencia de unas hermosísimas aves, «como cigüeñas», que se crían en un estanque llamado de los Flamencos, —se trata del Estanque Pudent— a estas aves se las llama «Flamenchs o Payos» que tienen plumas de singular belleza; de la abundante pesca debido a lo peñascoso de su costa, y continúa resaltando el principal producto de la isla que es la sal de sus ricas salinas, de la que dice es la más estimada de todo el norte de Europa. Habla de la extraordinaria cosecha de sal y de la producción de sal rosa, que es la más apreciada por los del N de Europa y por los Genoveses y de la sal blanca, señalando que la diferencia entre ellas es un mero accidente de la tierra en que se cría; es más en el año 1783 que no hubo producción de rosa, mezclaron la sal blanca con la «competente tierra de aquel color» con lo que contentaron a los que eran devotos de la rosa. De las salinas y el color de la sal hablaremos aquí en el apartado correspondiente. Calcula en unos 100 navíos los que anualmente llegaban para cargar sal. Lamenta que con la rica producción de sal, la isla se vea sumergida en la pobreza por la incuria de sus habitantes, que tienen muchos campos abandonados y sólo siembran el trigo que necesitan; igual dejadez tienen con las viñas y los olivares, que no producen todo lo que debieran. De las aceitunas advierte que extraen la mitad del aceite, dejando mucha parte en el «borujo», por cargar muchas en la prensa que no tiene potencia para exprimir tantas. Apunta el abandono de las almadrabas como la de Espalmador. De la religión de sus pobladores dice que ha ido en función de la que practicaban los pueblos conquistadores. Por último, termina el capítulo que dedica a Formentera haciendo una revisión de su historia (Vargas Ponce, 1787).

NOTAS SOBRE LA HISTORIA BALEAR Y DE LAS PITIUSAS

El nombre de Baleares proviene de la voz púnica «Ba lé yaroh» que significa «los maestros en el lanzamiento de piedras» en referencia al antiguo ejército de honderos de las islas, que gozó de excelente reputación entre los griegos. Los fenicios, cuyas ciudades-estado florecieron entre 1500 a.C. y 332 a.C., cuando prácticamente desaparecen tras la ingeniosa y dramática toma de Tiro por Alejandro Magno. Los fenicios, que fueron famosos por ser excelentes navegantes, por la construcción de magníficos barcos, por la fabricación de vidrio, del tinte púrpura —adorno de la realeza—, por la difusión de la cultura en el mundo antiguo, por el alfabeto, y en suma por su comercio, ya conocían las Baleares. A Menorca le pusieron el nombre de Nura, que junto a Mallorca las llamaban Balearides,

mientras que dieron el nombre de Pitiusas o «isla de pinos» («Aibschm» en fenicio) a Ibiza y Formentera. Mallorca y Menorca eran conocidas en la antigüedad con el nombre griego de Islas Gimnesias.

El primer pueblo que dejó señales de su presencia como habitantes de Formentera, como consta por el monumento megalítico que construyeron (Ca na Costa) y del que más abajo se hablará, data de la Edad del Bronce, que comprendió entre el 3300 a.C. al 1200 a.C. Con ellos se produjeron las primeras introducciones de especies alóctonas en la isla, particularmente cabras y roedores. Fenicios y griegos visitaron con frecuencia estas islas en sus continuas travesías.

En el 654 a.C. Los cartagineses fundaron la ciudad de «Ebusus» (Ibiza) en dicha isla. Cuando Cartago cayó las islas se convirtieron en refugio de piratas y los romanos optaron por ocuparlas. La conquista la realizó Quinto Cecilio Metelo en el 122-123 a.C. Dieron nombre a Menorca como Baleares Minor o «Minórica», en contraposición a Mallorca («Majorica»). La capital romana de Minórica fue Mahón, que era municipio Flavio Magontano. Por tanto, para los romanos las Baleares eran Mallorca y Menorca y conservaron el nombre de Pitiusas para Ibiza y Formentera. Introdujeron varias especies, entre otras, los gatos.

En el 426 d.C. las conquistaron los vándalos de Genserico que las incorporó a su reino del N de África. Más tarde, en el año 554 fueron incorporadas al imperio bizantino, aunque de forma prácticamente testimonial. Desde que los musulmanes creasen su flota en el 649 sufrirían continuas «razias» y se pusieron bajo la protección de Carlomagno, aunque su ayuda fue ineficaz.

En el año 902 Abdalá I (844-912) séptimo Emir Omeya —abuelo de Abderramán III— las conquistó para el Islam. La expedición naval fue llevada a cabo por un rico cordobés llamado Ísam al-Jawlani, que sometió a las Baleares a soberanía cordobesa. Con los Reinos de Taifas en 1080 forman su propia taifa. Los árabes introdujeron también algunas especies como caballos, mulos, asnos, aves de corral, la jineta o gineta y plantas como cítricos, higueras y palmeras.

Al menos a partir del siglo XI Formentera contó con una población estable según confirman los aljibes, pozos y restos de viviendas que datan de esa época. A principios del siglo XII, en 1109, Formentera fue saqueada por las tropas del noruego Sigurd I en lo que dio en llamar la Cruzada Noruega.

Entre 1229 y 1231 Jaime I El Conquistador arrebató Mallorca a los Almohades. En 1231 Menorca le rindió vasallaje —sería en 1287 conquistada por Alfonso III de Aragón—. En 1235 finalizó la conquista de las Pitiusas a los musulmanes por las tropas comandadas por el arzobispo Guillermo de Montgrí —Formentera estaba aún habitada por sarracenos—, pasando las islas a formar parte de la Corona de Aragón. En 1267, al morir Jaime I, se conforman como reino independiente. En 1343 Pedro IV las vuelve a conquistar para la Corona de Aragón. Tras la expulsión de la población musulmana fracasaron los intentos de repoblación de Formentera debido a la inseguridad provocada por la piratería, las incursiones berberiscas y por la propia dureza de las condiciones de habitabilidad de la isla. Durante el resto de la Edad Media y el Renacimiento Formentera estuvo, salvo algún intento aislado de repoblación —como el que dio lugar a la construcción en 1336 de la capilla románica de Sa Tanca Vella en San Francisco Javier— u ocupación ocasional por habitantes de Ibiza, des poblada, hasta prácticamente llegar al siglo XVIII. Juan de Vallterra, jurista y noble valenciano, Barón de Torres-Torres, recibió la donación real de la isla de Formentera en el siglo XV e intentó sin éxito repoblarla, pero sus descendientes mantuvieron la propiedad, hasta que fue donada a los ibicencos Marc Ferrer y Toni Blanc que lograron la definitiva repoblación con gentes de Ibiza. De 1726 data la primera iglesia de Formentera, la de San Francisco Javier, que sirvió también como fortaleza defensiva. La mayor parte de los habitantes de la isla han vivido de siempre dispersos en caseríos. Se cifra en unas 400 personas las que poblaban la isla a mediados del XVIII. Ya se ha citado que Vargas Ponce en 1783 señaló una población de unas mil doscientas personas. A finales del siglo XIX era de casi dos mil habitantes. Hoy día ya se ha citado que cuenta con una población fija de más de doce mil personas (censo de 2017).

Volviendo al siglo XVIII, en 1708 Mallorca y Menorca fueron conquistadas por los ingleses, en principio para el Archiduque Carlos de Austria, uno de los candidatos a la Corona de España, aunque Mallorca fue reconquistada por Felipe V en 1715. Menorca, considerada por Inglaterra como un botín de guerra, fue entregada a los ingleses, junto a Gibraltar, en virtud del Tratado de Utrech de fecha 11 de abril de 1713, que puso fin a la Guerra de Sucesión. Menorca fue una isla que pasó varias veces de manos en el periodo comprendido entre 1708 y 1802 pues estuvo bajo dominio británico 71 años —en los que realizaron una labor muy reconocida—, entre 1708-1756, 1763-1782 y 1798-1802; bajo dominio francés estuvo 7 años —1756 a 1763—; y perteneciente a España entre 1782 y 1798 y desde

1802 —por el Tratado de Amiens— al presente, con lo que se completó la pertenencia a la Corona Española del conjunto del Archipiélago Balear.

YACIMIENTOS ARQUEOLÓGICOS DE FORMENTERA

El paso de los numerosos grupos humanos, ya mencionados, por Formentera, los cuales en el pasado residieron durante más o menos tiempo en la isla, en algunos casos nos han dejado constancia de su antigua presencia, a través de construcciones que, con mayor o menor grado de deterioro, han llegado hasta nuestros días. Mencionaremos tres de ellas que son las de mayor significación: el monumento megalítico de Ca na Costa, los yacimientos de Cap de Barbaria y el castillo romano de Can Blai.

CA NA COSTA. SEPULCRO MEGALÍTICO (Foto 6)

Se trata de un monumento funerario descubierto en 1974 que está ubicado en el Parque Natural de Las Salinas de Ibiza y Formentera, en un pequeño promontorio que penetra en el Estanque Pudent, entre éste y Es Pujols, núcleo poblacional que está a unos 500 m de distancia.



Foto 6. Ca na Costa. Sepulcro megalítico de Formentera.

Esta obra funeraria data de la Edad del Bronce y fue realizada por los primeros humanos que habitaron Formentera. La cronología realizada por C14 indica que el yacimiento data entorno al 1900 a.C., y tuvo un uso continuado hasta el 1600 a.C., lo que significa que es el monumento prehistórico más relevante de Formentera y el monumento megalítico más

antiguo del Archipiélago Balear (Hernández et al., 1976). Fue declarado Bien de Interés Cultural en 1994. En él destaca la cámara central circular delimitada por grandes losas verticales que se presentan rodeadas por tres círculos concéntricos empedrados y veintidós radiales. Un corredor conduce hasta el centro de la construcción. Este sepulcro, por su forma, popularmente se le conoce con el nombre de «reloj».

En las excavaciones realizadas se encontraron restos humanos pertenecientes a ocho personas. La edad de los individuos estaba comprendida entre los 20 y 55 años. En concreto se trataba de seis hombres y dos mujeres. Su estatura estaba comprendida entre los 1,5 y 1,6 m salvo uno que se acercaba a 1,9 m. El análisis dental suministró información sobre su alimentación, que estuvo basada en proteínas blandas, fundamentalmente pescado y marisco. Además, se encontraron un total de 15 botones de hueso, fragmentos de sílex, joyas fabricadas con hueso, algunas muestras de cerámica, etc., material que se encuentra depositado en el Museo de Eivissa y Formentera situado en Ibiza.

En la cueva-127 de La Mola se hallaron restos humanos, según indican los arqueólogos Edgar Camarós y Pau Sureda (Convalia, 2020), con cronología de 4000 años BP, es decir, 100 años más antiguos que los restos que se dataron en campañas anteriores que correspondían a 1890 a.C. y pertenecían a una mujer, un hombre y un niño, los cuales permitieron conocer cómo era la vida de aquellas personas y sus rituales funerarios.

YACIMIENTOS DE CAP DE BARBARIA (I, II Y III)

Se localizan en la carretera que va desde San Francesc a Cap de Barbaria. En esta zona se encuentran diferentes yacimientos de cabañas prehistóricas, tanto naviformes como circulares elípticas, etc., edificadas para ser ocupadas por personas y por animales, ya fuesen habitaciones, áreas de trabajo o para resguardar animales. Datan de la Edad del Bronce entorno al 1600-1000 a.C. Hay una veintena de yacimientos de los cuales se han excavado tres, siendo el más extenso de ellos Cap de Barbaria II (Foto 7).

Estos asentamientos vienen a ratificar que Formentera estuvo habitada por comunidades humanas bien arraigadas a su entorno y en grupos organizados. Ello se contrapone a lo que hasta hace poco se pensaba, que suponía a Formentera prácticamente sin población arraigada hasta tiempos recientes (fundación de la ciudad de Ebusus por los cartagineses, comentado más arriba).



Foto 7. Yacimiento de Cap Barbaria II en Formentera.

EL CASTILLO ROMANO DE CAN BLAI (Foto 8)

Está situado en la zona de Es Caló, en la carretera de La Mola a la altura del km 10. Estos restos de una construcción romana fueron descubiertos en 1979. Se extiende en una planta cuadrada de 40x40 m y consta de una torre en cada esquina y una quinta más. Parece tratarse de una obra inacabada que debió pretender procurar protección a los núcleos dispersos de población ubicados en lugares cercanos. Está datado en época romana Bajoimperial (284-476 d.C.).



Foto 8. Castillo romano de Can Blai en Formentera.

En 1994 fue declarado Bien de Interés Cultural en la tipología de zona arqueológica.

NOTAS SOBRE LA GEOLOGÍA DE FORMENTERA

El archipiélago balear está formado, por orden de extensión, por Mallorca, Menorca, Ibiza, Formentera y Cabrera, y los numerosos islotes que las rodean. Salvo Menorca, cuyo origen está relacionado con las cordilleras costero-catalanas y los Pirineos, las demás son una continuación de las Cordilleras Béticas, que se formaron con la Orogenia Alpina, consecuencia del choque entre la Placa Africana y la Euroasiática, que levantó los materiales depositados durante el Mesozoico en el Mar del Tetis.

La historia geológica de Formentera es más reciente que la de su vecina Ibiza. Los materiales más antiguos datan del Mioceno Superior, fundamentalmente calizas y arcillas. En el Tortoniense (entre 11,62 y 7,246 Ma, millones de años) se formaron arrecifes de corales tropicales que dominaban los mares poco profundos del promontorio balear. Si bien los relieves levantados durante la Orogenia Alpina no afloran en Formentera, los arrecifes fósiles lo hacen extensamente. En la zona de La Mola se distinguen los apilamientos de las sucesivas colonias de corales, que han quedado en exposición subaérea debido a un sistema de fallas que provocan el levantamiento de La Mola respecto del cordón central. Aquí se encuentran fósiles de bivalvos, gasterópodos y algas calcáreas.

Por supuesto que la crisis salina del Messiniense (Edad Messiniense entre 7,24 y 5,33 Ma) y los cambios climáticos del Cuaternario o Pleistoceno (2,6 Ma a 11.700 años atrás) han dejado su huella en Formentera.

Respecto de la primera se ha extendido la idea (García Castellanos, 2009) que defiende que el choque entre la Placa Africana y la Euroasiática ocurrido durante la Edad Messiniense —entre 5,96- 5,33 Ma—, con desconexión completa hace 5,6 Ma dejó separado el Atlántico del Mediterráneo por la zona de Gibraltar. Ello dio lugar a la desecación paulatina del Mediterráneo, que produjo una acumulación masiva de sal en su fondo. Este período es conocido como la Crisis Salina del Messiniense, en el que el nivel del Mar Mediterráneo bajó entre 1.300 y 2.400 m, dejando un relieve desconocido con interconexión entre las islas y el mar casi desecado, sólo con algún lago hipersalino.

Unos 270.000 años después —hace 5,33 Ma— se produjo una gran entrada de agua desde el Atlántico por el Estrecho de Gibraltar, una espe-

cie de megarrápido por donde el agua circuló a tremenda velocidad, de muchos kilómetros por hora, hacia el centro del Mar de Alborán. La consecuencia fue la formación de un canal erosivo de unos 500 m de profundidad y unos 8 km de anchura que se extiende desde el Golfo de Cádiz al citado Mar de Alborán. Este hecho restituyó en muy poco tiempo —se apunta de varios meses a dos años— las condiciones del nivel marino del Mediterráneo.

Este periodo de reconexión marca el inicio de la Era Zancliense (5,33Ma) y es conocido como Inundación Zancliense, donde el nivel del Mediterráneo llegó a subir unos 10 m al día debido a la descarga, que tuvo picos de 100 millones de metros cúbicos por segundo con velocidades del agua de más de 40 m/s, aproximadamente mil veces el caudal en la desembocadura del actual río Amazonas.

Primero se colmató la cuenca mediterránea occidental y después se produjo la inundación de la oriental por el Estrecho de Sicilia. El Cañón Submarino de Noto debió actuar como colector del inmenso flujo de agua que entró en el Mediterráneo oriental, formándose allí una excepcional cascada de casi 1,5 km de altura.

Los cambios medioambientales ocurridos durante el Messiniense, opina Daniel García Castellanos (op. cit.), son los más importantes ocurridos desde la desaparición de los grandes saurios hace algo más de 65 Ma, como consecuencia de la caída del meteorito Chicxulub en Yucatán.

También se ha difundido que el Mediterráneo se rellenó en más tiempo, unos 10.000 años como, por ejemplo, comenta en su crónica Gill (2009).

La inundación Zancliense provocó el aislamiento y configuración final de numerosas islas mediterráneas, como las Baleares y Pitiusas que nos ocupan, causando la especiación de los organismos que allí se encontraban. La reconexión permitió el paso hacia el Mediterráneo de organismos del Atlántico e impidió el flujo de otros desde África hacia Europa.

En Formentera sobre los materiales del Mioceno Superior se depositaron una gran variedad de sedimentos durante el Cuaternario. Hay arcillas de descalcificación ligadas a la existencia de numerosas dolinas —depresión de origen cárstico— y uvalas —unión de dos o varias dolinas—, sobre la superficie de los promontorios, de color rojo oscuro. También se encuentran arenas blancas cementadas constituidas por granos de caliza y restos de conchas que constituyen la unidad eólica más antigua aflorando por toda la

isla y en el islote S'Espalmador. Los limos anaranjados o limos eólicos aparecen rellenando las depresiones interdunares, algunas depresiones cársticas o tapizando sedimentos tortonienses. Es de destacar en el Cuaternario los depósitos que dieron lugar a las dunas fósiles formadas por eolianita —areniscas—, es decir, roca formada por la litificación del sedimento depositado por procesos eólicos, cuyo nombre común es el de «marés», ya mencionado. Si bien es difícil observar en estas zonas fósiles identificables a simple vista, sí es posible encontrar en algunos lugares las rizocreaciones, consistentes en moldes de raíces de las plantas que poblaron las dunas cuando éstas estaban activas. Se caracterizan por sus características forma de tubo. Es de mencionar el hallazgo en 1996 de huevos fósiles de una tortuga terrestre en el acantilado de Es Pujol d'Es Fum, en un ambiente retrodunar terrestre del Pleistoceno Superior (Filella-Subirà et al., 1999). Más detalles sobre la geología de la isla se pueden encontrar en Farrriol Cristóbal (2023).

Del Holoceno —de hace 11.700 años hacia el presente—, fundamentalmente, datan las arenas blancas o blanco amarillentas que conforman las playas y dunas móviles, o más o menos fijadas por la vegetación, en Formentera.

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DE FORMENTERA

Se encuentran en el norte de la isla los ecosistemas acuáticos de mayor interés de Formentera, a saber: el Estany des Peix y el Estany Pudent o de Los Flamencos y las Salinas. El Parque Natural de Las Salinas de Ibiza y Formentera será el objetivo por cubrir a continuación, junto a la vida que encierran sus ecosistemas marinos, para terminar con los ecosistemas terrestres y litorales, que incluyen las famosas playas y dunas de Formentera.

ESTANY DES PEIX (LAGUNA DE LOS PECES) (Foto 9)

Situado detrás del Puerto de La Savina, justo después de coger la carretera a San Francisco Javier. Se trata de una albufera constituida por una depresión primaria originada por colapso cárstico. Resulta de interés geomorfológico.

Esta gran laguna tiene una extensión aproximada de un kilómetro cuadrado y una profundidad máxima de cuatro metros.



Foto 9. Estany des Peix en Formentera. En la parte inferior el Puerto de La Savina. A la derecha, en su lado norte, se aprecia la conexión con el mar (Sa boca).

Tiene una única conexión con el mar por su cara norte a través de una boca (Sa boca) de unos 50 m de anchura, por la cual además de peces que entran y engordan en el estanque, también lo hacen embarcaciones de pequeño calado. Como se aprecia en la fotografía son muchos los botes locales (llaüts) y barcos de recreo que fondean en ella. Tradicionalmente los lugareños han venido pescando en sus aguas para consumo propio.

Las aguas de esta laguna son cálidas en verano y tiene una salinidad similar a la del mar debido a la renovación constante de sus aguas. Al oeste de la laguna se encuentra Punta Pedrera, una zona que secularmente ha servido de cantera suministradora de piedras (marés) para sillares utilizadas en construcción. Como ya se ha citado se trata de depósitos calcareníticos cuaternarios, equivalentes a las areniscas de naturaleza calcárea, son de tonos claros y su origen es eólico.

ESTANY PUDENT O ESTANY DE LOS FLAMENCOS (Foto10) Y LAS SALINAS

Antiguamente se la conocía como Laguna de los Flamencos —así la nombraba, como ya se ha comentado, Vargas Ponce (op. cit) a finales del

XVIII—, por el considerable número de flamencos (*Phoenicopus roseus*) que allí hacían escala o se reproducían. No obstante, como consecuencia del mal olor que emanaba de sus aguas se la bautizó con el nombre, que perdura hasta hoy, de Estany Pudent o Laguna maloliente. El mal olor que le da nombre provenía de la descomposición anaerobia —en ausencia de oxígeno— de la materia orgánica, que tiene lugar en aguas poco profundas y cuando la temperatura del agua se eleva, lo que disminuye la capacidad de retención del oxígeno en el agua. En tales circunstancias el ecosistema reacciona pasando a gases el exceso de materia orgánica que almacena. Así los compuestos de nitrógeno se metabolizan dando amoníaco, los de fósforo dando fosfinas, los de carbono, produciendo metano y los de azufre generando sulfuro de hidrógeno, con su característico olor a huevos podridos.



Foto 10. Vista parcial de Estany Pudent. Fotografía del autor.

Estany Pudent está situado al norte de la isla entre el Puerto de La Savina y el núcleo de población de Es Pujols. Tiene una extensión de 3,5 kilómetros cuadrados y una profundidad de unos 2 m en el área central. Está rodeada por una carretera importante de la isla. El camino de Es Brolls bordea una parte de esta laguna y contiene en la zona sur surtidores o surgencias que aportan agua dulce que posibilita el crecimiento de la vegetación adecuada, como enneas (*Typha sp*) y carrizos (*Phragmites australis*),

para dar protección a muchas aves y favorecer su reproducción. También recibe agua dulce del canal de pluviales que rodea la laguna. Esta zona palustre del sur de la laguna constituye el único espacio de agua dulce del Parque Natural de Las Salinas. En invierno el nivel de agua sube y anega el entorno de prados salinos (salicorniar). Las aportaciones de agua dulce hacen variar la salinidad del Estany Pudent. También hay que destacar entre la vegetación varias especies de Limonio endémicas de este espacio: *Limonium formenterae* y *Limonium retusum*.

Es fácil observar de cerca diferentes especies de aves limícolas, anátidas y ardeidos, que se citan anualmente, en unos casos para reponer fuerzas en su viaje migratorio, o para nidificar en los hábitats palustres. Así, según la época del año se pueden ver a flamencos (*Phoenicopterus roseus*), garzas como la garza real blanca (*Ardea alba*) o la imperial (*Ardea purpurea*), águila pescadora (*Pandion haliaetus*), buitrón (*Cisticola juncidis*), cigüeñuelas como la común *Himantopus himantopus*, el tarro blanco (*Tadorna tadorna*), el chorlito patinegro (*Charadrius alexandrinus*), que es sedentaria, y también la población más importante de Europa de zampullines cuellinegros (*Podiceps nigricollis*) que llegan a finales del verano y permanecen durante el otoño. Otras especies que aparecen son la cerceta común (*Anas crecca*), la avoceta (*Recurvirostra avosetta*), el chorlito chico (*Charadrius dubius*), correlimos chico (*Calidris minuta*), lavandera boyera (*Motacilla flava*), curruca balear (*Sylvia balearica*), curruca cabecinegra (*Sylvia melanocephala*), curruca rabilarga (*Sylvia undata*), etc. En la zona de agua dulce citar al único anfibio que vive allí, la rana común (*Rana perezi*), una especie introducida por el hombre.

Entre las aves marinas que vuelan por esta zona del Parque Natural citar a la pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) y la gaviota de Audouin (*Larus audouinii*). Estany Pudent está declarado como Reserva Natural, dentro del Parque Natural de Las Salinas de Ibiza y Formentera.

Una especie de cangrejo americano, el cangrejo azul (*Callinectes sapidus*) (Foto 11), que fue citado por primera vez en 2017 en Mallorca y Menorca, se ha detectado al año siguiente en el Parque Natural, en San Josep de sa Talaia en Ibiza y en el Estany Pudent.

Esta especie está catalogada como invasora y está colonizando todo el archipiélago Balear. El doctor Samuel Pinya, profesor de Ecología de la UIB, dirige el Proyecto CALIBAL con el que se estudia el impacto que genera este cangrejo sobre los ecosistemas acuáticos de las Baleares.

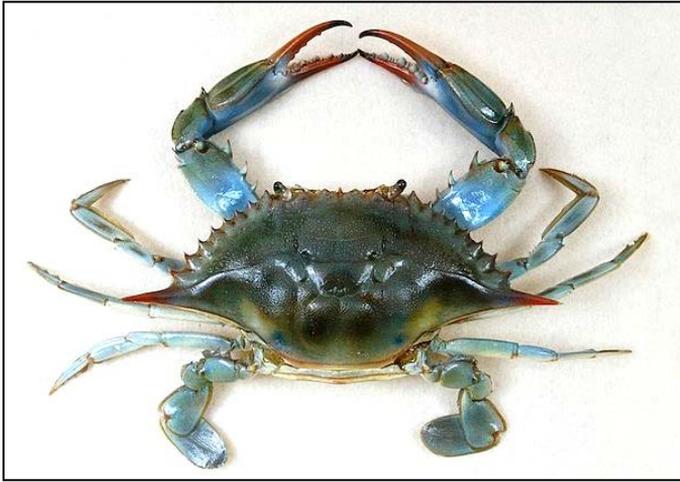


Foto 11. El invasor cangrejo azul (*Callinectes sapidus*).

Esta laguna primitivamente era de agua dulce y de carácter endorréico —cuenca cerrada—, sin salida para sus aguas a través de algún río o arroyo al mar. Estas aguas que estaban estancadas facilitaban la proliferación de mosquitos, potencialmente transmisores de la malaria, al igual que ocurría en otras islas mediterráneas y muchas lagunas continentales. Por ello, cuando la isla volvió a tener una significativa población residente en el siglo XVIII, se quiso dar solución al problema de esas aguas insalubres, con la construcción de un canal artificial (Sa Sèquia) para comunicarlas con el mar y a la vez introducir agua salada en la laguna, lo cual favoreció el establecimiento de salinas con la subsiguiente explotación de sal. Se utilizaba como concentrador en el proceso de obtención de sal. De hecho, se transportaba la sal, a través de unas vías, hasta el embarcadero próximo de La Savina. Se conserva el nombre de La Guía para designar a la franja de tierra que separa las salinas del mar y que tiene un puente de piedra por donde la vía férrea pasaba por encima de la acequia o canal citado. Por las compuertas de esta acequia se regulaba la entrada de agua del mar hacia los estanques de evaporación o de cristalización (Foto 12).

Muy cerca de la laguna Pudent están Las Salinas, única industria de la isla en época preturística. Ya se explotaban en la antigüedad, desde los fenicios, aunque las primeras referencias escritas datan del siglo XIII. En 1873 fueron adquiridas por el mallorquín Antoni Marroig y después por Salinera Española S.A. que las explotó hasta 1984. Las Salinas conforman



Foto 12. Estanques de evaporación y antiguas canalizaciones en el norte de Formentera.

un complejo sistema que aprovecha el Estany Pudent para disponer a su alrededor de una canalización de agua de mar para lograr una concentración salina mayor. Este agua se bombeaba, por diferentes mecanismos, al sistema de estanques donde el agua se evaporaba y se extraía la sal. Hay dos grupos de estanques. Uno cerca de La Savina, que se conoce como la pequeña salina de Ferrer, situado hacia el noroeste, que, aunque cerró a mediados de los años 80, desde hace poco tiempo se reinició su explotación industrial por la empresa Salines de Formentera S.A., que produce, de manera sostenible, sal líquida, flor de sal y productos cosméticos. El otro, hacia el noreste, es mucho más extenso y corresponde a las salinas d'Marroig, que se alargan hasta la zona de Es Trucadors (Foto 10). En todos estos humedales crece la salicornia, una planta muy apreciada como más adelante se comenta.

En 2004 Ses Salines fueron declaradas Bien de Interés Cultural como Lugar Histórico.

SALINAS ROSAS

De siempre se ha apreciado la sal de Formentera, en sus dos variedades blanca y rosa, a las que ya hizo alusión Vargas Ponce a finales del XVIII,

como se citó más arriba. La foto 13 recoge el aspecto de una salina de aguas rosas en Formentera, ya entrado el verano. Es verdad que cuando aparece la coloración rosácea, asalmonada o púrpura en algunas salinas llama poderosamente la atención y se quiere buscar explicación a este fenómeno. Circunstancia que, por otra parte, no es exclusiva de las salinas que nos ocupan, sino que se presenta también ocasionalmente en otros lugares como, por ejemplo, en una de las siete lagunas que componen el sistema lagunar de la localidad conquense de Cañada del Hoyo, donde a veces sus aguas se tiñen de color fucsia. Lo mismo sucedió en 2015 en dos lagunas de La Carrasquilla (Villar de Olalla, Cuenca) en la Reserva Natural del complejo lagunar de Ballesteros, o también en la laguna del Cisó junto a Bañolas, etc., relacionadas con crecimiento de bacterias del azufre.



Foto 13. Agua rosa en uno de los estanques de las salinas de Ferrer en Formentera.

También se han citado aguas coloreadas que afectan a estratos situados a cierta profundidad en zonas próximas a las Pitiusas, como en lagunas de Valencia, cuando coinciden una serie de condiciones físico-químicas muy favorables para que se produzca el crecimiento en masa de ciertas bacterias fotosintéticas del azufre que transmiten al agua tonalidades rosas, verdes, rojas y púrpuras (Mondragón et al., 1984), y en ciertos lagos de la región mediterránea española (Guerrero et al., 1987). Las bacterias implicadas en el ciclo del azufre resultan de particular interés en estudios ecológicos, en

concreto nosotros hemos tenido la oportunidad de estudiarlas en el curso medio del río Guadalquivir (López Fernández and Anchía Vilda, 1988, Anchía Vilda, 1986).

En las salinas a medida que progresa la evaporación durante la estación cálida van cambiando las características del agua restante en ellas. A medida que la profundidad del agua va disminuyendo, aumentan ciertos parámetros como la temperatura, la conductividad, por supuesto la concentración salina, que llega a sobrepasar en diez veces o más la del mar, etc. El oxígeno disuelto puede aumentar durante el día por la producción fotosintética algal, pero disminuye paulatinamente su concentración con el metabolismo de la materia orgánica muerta y, sobre todo, por la noche cuando todos los organismos respiran. Estos serían los factores más significativos que van cambiando a medida que avanza el verano.

Estas aguas salobres que van pasando a hipersalinas constituyen un medio muy adecuado para el crecimiento de las artemias, como *Artemia salina*, un crustáceo braquiópodo dotado de un particular sistema osmorregulador que le hace resistir salinidades de hasta un 250 por mil, y con la capacidad de aumentar la síntesis de hemoglobina para aguantar bajos niveles de oxígeno disuelto. Los individuos adultos alcanzan de 1 hasta 1,5 cm de largo y su vida puede llegar a un año. Cuando se reproducen los huevos pueden permanecer metabólicamente inactivos durante largos periodos de tiempo—incluso hasta diez años en ausencia de agua y oxígeno y temperaturas por debajo de 0°C—. Esta propiedad recibe el nombre de criptobiosis o diapausa. Una vez que se alcanzan condiciones favorables nacen las larvas nauplio, que se alimentan de fitoplancton, como *Dunaliella*, *Chlamydomonas*, *Tetraedron*, rotíferos, etc. El consumo de artemias y *Dunaliella* por parte de los flamencos proporciona la tonalidad rosácea a sus alas, por los carotenos que contienen. A final del verano pueden estos organismos transmitir una tonalidad más o menos rosácea o rojiza al agua.

Dunaliella salina es una microalga que se desarrolla con niveles altos de salinidad y luminosidad y se caracteriza por ser una gran productora de carotenoides, esencialmente beta-caroteno, que hace que las salinas se vean de color rojizo.

Cuando las condiciones son más drásticas y se agota el oxígeno disuelto se puede llegar a producir el crecimiento exponencial y en poco tiempo de bacterias púrpuras del azufre. Son bacterias fotosintéticas del azufre que como resultado de su fotosíntesis no producen oxígeno (bacterias anoxi-

génicas). Su fotosíntesis depende de la cantidad y calidad de la luz que reciben, de la disponibilidad de donadores de electrones —sulfuro de hidrógeno, azufre molecular, polisulfuros, compuestos orgánicos de bajo peso molecular— y de la concentración de oxígeno, ya que si hay presencia de oxígeno disuelto se inhibe la síntesis de sus pigmentos como, por ejemplo, señala Imhoff (1995).

Las Chromatiaceae constituyen la familia principal de las sulfobacterias o bacterias púrpuras del azufre. Sus pigmentos han sido estudiados, entre otros, por Núñez Cardona (2003). Las bacterias del Género *Chromatium* y particularmente *Chromatium thiocapsa*, bacteria Gram-negativa, que posee pigmentos purpúreos y asalmonados, con capacidad para realizar fotosíntesis anoxigénica, es común en los crecimientos en masa o explosiones demográficas que proporcionan el color púrpura a algunas salinas de Formentera.

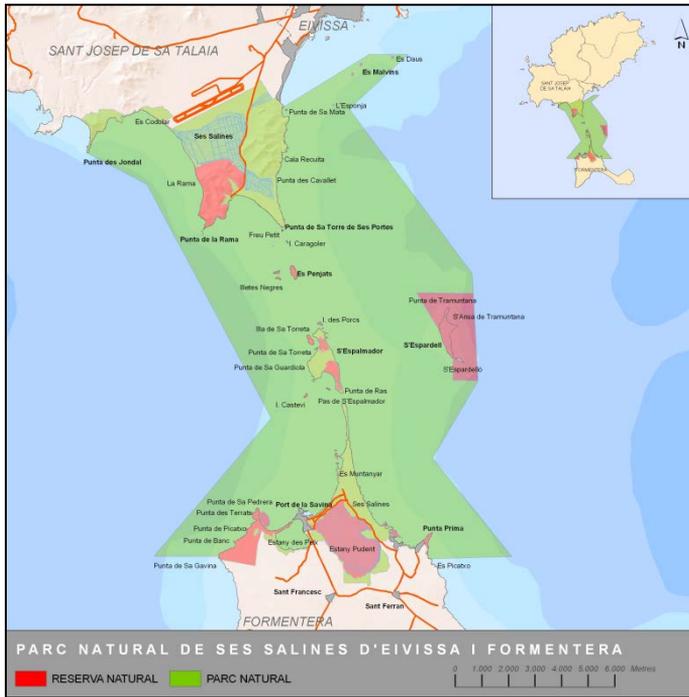
En resumen, cuando van cambiando las características físico-químicas del agua, y los niveles de luminosidad, se va a ver favorecido el crecimiento, en mayor o menor medida, de los organismos mejor adaptados a esas condiciones, cuyas poblaciones y comunidades se van sustituyendo unas a otras en función de los factores ambientales. Así, dependiendo de la abundancia, en un momento concreto, de unos u otros organismos que gocen de la capacidad, por los pigmentos que poseen, de transmitir color al agua y por su elevada presencia, la salina presentará desde aguas incoloras, si no ha habido crecimiento de los organismos comentados, a aguas de diversas tonalidades, desde el verdes más o menos claros a las diferentes gradaciones rosáceas y púrpuras, que procuran el color de la sal.

La principal diferencia entre las salinas de Ibiza y Formentera es que las primeras están en zonas con montañas alrededor, mientras que las de Formentera están en llano, por lo que en el primer caso pueden recibir más aportes de agua en épocas de lluvia.

PARQUE NATURAL DE LAS SALINAS DE IBIZA Y FORMENTERA

Desde la década de los años 70 del siglo pasado se ha ido incrementando la presión social para conseguir la protección de los espacios naturales más importantes de las Pitiusas. En 1991 se le dio la figura de protección de ANEI (Área Natural de Especial Interés) a buena parte de la zona. Con posterioridad la Ley Estatal 26/1995 de 31 de julio convirtió Ses Salines en Reserva Natural. Finalmente, la Ley 17/2001 de 19 de diciembre de

protección ambiental de Ses Salines d'Eivissa i Formentera rectificó la zona como Parque Natural, pasando a ser competencia del Gobierno de las Islas Baleares su gestión y Administración. Comprende el área sur de Ibiza —entre el aeropuerto y el mar donde están situadas las salinas— y el área norte de Formentera, —donde también se ubican las salinas, el Estany des Peix y el Estany Pudent (Reserva Natural)—, así como la franja de mar que las separa en la que existen varios islotes, siendo las dos islas más grandes Espalmador y Espardell, también Reservas Naturales. El área marina protegida del Norte de Formentera llega desde el Picatxo —al sur de Punta Prima— por el este, hasta Punta de Sa Gavina por el oeste (Mapa 1).



Mapa 1. Parque Natural de Las Salinas de Ibiza y Formentera. En rojo las áreas de Reserva Natural.

La extensión del Parque es de 15.396,90 ha (13.610,58 ha marinas y 1.786,32 ha terrestres). Estas aguas son pertenecientes a Es Freus (del latín *Fretu*, «Estrecho»), el estrecho entre las dos islas Pitiusas que cuenta con varios pasos separados por islotes, de mayor o menor extensión, la mayor parte de ellos Reservas Naturales. Citar, en el extremo más próximo a Formentera, a Espalmador —una isla privada, cuyos terrenos y edificios

(una villa y la casa del guarda) pertenecen desde 2018 a una familia de Luxemburgo, quienes compraron el islote protegido a la familia Cinnamond, que era su dueña desde 1932—, a la que siguen la Isla de Sa Toretta, la des Porcs (Puercos), Illetes Negres (Islotes Negros) —nombre debido al color oscuro de sus rocas—, Isla des Penjats (Ahorcados), —unos dicen porque allí se ajusticiaban a los reos para que los viesan los barcos piratas y otros dicen que es porque sus formaciones rocosas parecen figuras humanas colgando—, Isla Caragoler (Caracol), hasta llegar a Punta de Sa Torre de Ses Portes, en Ibiza.

Las islas son sensiblemente planas con materiales geológicamente jóvenes: algunos afloramientos calcáreos y arcillas miocénicas, complementadas por las areniscas (marés) cuaternarias, que constituyen gran parte de estas unidades en forma de dunas fósiles y formaciones dunares holocénicas, actuales, algunas de gran entidad (Mayol, 2020).

Este Parque Natural es un ejemplo emblemático de la rica biodiversidad mediterránea. Constituye un área de descanso de aves en sus migraciones y también de nidificación. Engloba a un conjunto de hábitats terrestres y marinos con valores ecológicos, paisajísticos, históricos, culturales y turísticos de primer orden a nivel internacional.

LA VIDA EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS DE FORMENTERA

La base de las cadenas y redes alimentarias viene constituida por los productores primarios, organismos autótrofos, que fijan la energía solar y su producción primaria neta dejan a disposición de los consumidores primarios, los herbívoros y a continuación la energía disponible pasa a los siguientes niveles de consumidores. Los autótrofos en el mar que rodea Formentera son principalmente los organismos que constituyen el fitoplancton, ciertas algas verdes, rojas y pardas y, sobre todo, la fanerógama marina *Posidonia oceanica* (L., Delile 1813), que es la planta acuática submarina «estrella» de la zona litoral de Formentera y del Parque Natural de Las Salinas, la cual ya fuese conocida y clasificada por Linneo como *Zostera oceanica* en 1735, aunque Delile en 1813 la nombra como *Posidonia*, género que hoy día es aceptado por la mayor parte de los botánicos, incluido en la familia *Posidoniaceae*. El nombre *Posidonia* proviene del griego Poseidón, el dios del mar, y su epíteto oceánica refiere que esta especie tenía en el pasado una distribución más amplia que la actual, puesto que ahora sólo se encuentra en el Mediterráneo. Es endémica del Mediterráneo. En él

forma praderas que se extienden hasta los 30 o 40 m de profundidad, dependiendo de la transparencia del agua y que ocupan un área de unos 38.000 kilómetros cuadrados.

Las praderas de *Posidonia oceanica* fueron declaradas Patrimonio Mundial por la UNESCO en 1999.

Alrededor de Las Pitiusas hay casi 9.000 ha de praderas de *Posidonia oceanica* (Foto 14), 2.900 de ellas pertenecientes al Parque Natural. Estas praderas realizan un filtrado natural del agua que da lugar a la típica limpieza y transparencia del agua de Formentera. La *Posidonia* es una «ingeniera ambiental» por actuar como generadora de hábitats que dan cobijo a multitud de especies. Además, protegen las playas de la erosión, contribuyen a atenuar el hidrodinamismo marino, juegan un papel de gran importancia en la dinámica sedimentaria por fijar las arenas y otros fondos marinos, etc.



Foto 14. Pradera de *Posidonia oceánica*.

Esta fanerógama, que florece en primavera y pierde hojas en otoño, morfológicamente está provista de un grueso rizoma que crece tanto en sentido horizontal (plagiótropos), que en la zona inferior presentan raíces lignificadas —que anclan la planta al sustrato—, como vertical (ortótropos) que consiguen elevar la planta para combatir el que quede cubierta paulatinamente por la arena procedente de los fenómenos de sedimentación. Este crecimiento del rizoma da lugar a la formación de una terraza que

consta de un conglomerado o entramado de rizomas, raíces y sedimentos arenosos atrapados. Sólo en la parte superior hay plantas vivas. Esta estructura recibe el nombre de «mata», que contiene 6 o 7 hojas, de hecho, en un metro cuadrado pueden contarse incluso más de 600 hojas, las cuales tienen forma de cinta, de color verde brillante y de alrededor de un metro de largo. Nacen de los rizomas que crecen verticalmente —ortótropos—. Cuando llega el otoño las hojas adultas que ya no realizan función fotosintética se tornan de color marrón (Foto 15) y sufren la acción de las corrientes y del oleaje, que las separa y se pierden amontonándose en la orilla (Foto 16) con formación a veces de grandes bolas de hojas por efecto del viento, o encima de las rocas de los acantilados. Las hojas secas se han utilizado en el pasado como cama para el ganado, como aislante en el techo de las casas payesas o como material protector de objetos frágiles en los embalajes, particularmente de vidrio. En la actualidad serían apropiadas para la producción de biogás.



Foto 15. Hoja muerta de color marrón de *Posidonia oceanica*. Fotografía del autor.

La reproducción de *Posidonia* es asexual por estolones y también sexual a través de unas inflorescencias en forma de espiga. La polinización es hidrófila y los frutos maduran a los seis meses, se separan de la planta y flotan en la superficie. Son conocidos como «olivas de mar», similares a una drupa, que cuando se descompone libera una semilla que cae al fondo y en condiciones favorables germina.



Foto 16. Acumulación de hojas muertas de *Posidonia oceanica* en la orilla de la playa de Es Pujols (Formentera). Fotografía del autor.

Es conocido, puesto que quedó incluso reflejado en prensa regional (*La Verdad*, 2006) que el profesor de investigación del CSIC, Carlos Duarte, informó del descubrimiento con marcadores genéticos del organismo vivo más grande del mundo. Se trata de una planta de *Posidonia oceánica* de cerca de 8 km de largo a la que se atribuyó una edad de 100.000 años, que se encuentra en la zona, ya citada, del Parque Natural, de Es Freus. El descubrimiento de esta planta fue fortuito ya que la pradera de *Posidonia* está constituida por casi 100 millones de individuos de la misma especie.

No obstante, con posterioridad se ha dado a conocer (Readfearn, 2022) que en la Bahía de Shark en Australia hay una planta de *Posidonia australis*, de una antigüedad de 4500 años, que cubre una extensión de alrededor de 200 kilómetros cuadrados, lo que significa que es el organismo vivo más grande del planeta.

El valor ecológico de la *Posidonia* o de las praderas de *Posidonia oceanica* radica en que conforman la comunidad climática del Mar Mediterráneo en la zona litoral, marcada por unos límites de profundidad. En efecto, representan la máxima expresión de la sucesión ecológica en aquellos biotopos marcados por el tipo fundamentalmente arenoso del sustrato y que se sitúan a poca profundidad, esencialmente hasta los 30 metros, aunque se

pueden extender hasta los 40 metros en aguas muy transparentes. A más profundidad la llegada de luz es demasiado débil para que este organismo pueda realizar la función fotosintética por lo que están ausentes estas praderas en aguas más profundas. Su rango de temperatura se sitúa en el intervalo comprendido entre los 10 y 28° C.

Prefiere lugares donde la salinidad tenga escasas fluctuaciones por lo que no se desarrollará en zonas como la desembocadura de ríos, lagunas, etc.

En condiciones normales de supervivencia las praderas de *Posidonia* tienen una producción primaria muy elevada —capaz de producir en un día 14 litros de oxígeno por metro cuadrado, cifra que aún está importante en días muy luminosos y aguas muy transparentes—, lo que redundará en la generación de mucha biomasa, capaz de albergar y sustentar a muchas comunidades. Entre ellas citamos a las que se establecen en las hojas y los rizomas, como bacterias, briozoos y algas. Es normal encontrar bacterias y diatomeas en la zona baja de la hoja, así como en las hojas jóvenes. Más arriba hacia el centro de la hoja se suelen encontrar algas rojas y pardas incrustadas, mientras que en la zona superior se instalan algas filamentosas. Estas comunidades epifitas son la base para la alimentación de los consumidores primarios como gasterópodos, crustáceos, anfípodos, poliquetos, etc., que van conformando las cadenas y redes alimentarias, partiendo de la base que las hojas de *Posidonia*, por sus elevados niveles de carbono y nitrógeno, así como por los compuestos fenólicos que posee, la hacen poco o nada apetecible a muchos organismos herbívoros. Como ejemplo del estudio de estas comunidades citar a Gambi et al., (1992) que analizaron la presencia de poliquetos, moluscos, tanaidos, isópodos, anfípodos y decápodos en una pradera de *Posidonia oceanica* del Golfo de Nápoles. Los grupos más abundantes correspondían a los herbívoros que se localizaban principalmente en las estaciones de muestreo someras, mientras que los carnívoros se ubicaban preferentemente en las estaciones de muestreo profundas.

Hay comunidades animales tanto sésiles como vágiles y, por tanto, también organismos detritívoros o descomponedores que viven en el interior de las matas. Ciertos poliquetos e isópodos son capaces de excavar túneles en la base de las hojas y el rizoma de *Posidonia*.

Entre los moluscos bivalvos que habitan en las praderas de *Posidonia* de Formentera es obligado citar por encima de los demás, que incluyen almejas, mejillones, ostras, etc., a la nacra (*Pinna nobilis*) (Foto 17), especie en-

démica del Mediterráneo que además es el mayor molusco bivalvo que se encuentra en él, parecida por su forma a un gran mejillón que se inserta en el fondo marino de forma vertical donde tiene enterrado alrededor de un tercio de su cuerpo, que puede alcanzar 1,2 m de longitud y vivir unos 20 años. Antes era muy codiciada por los pescadores por el biso, penacho piloso que posee, con el que se confeccionaban tejidos muy caros, parecido a la seda, de hecho, se le dice «seda de mar». Hoy día goza de especial protección por estar considerada por la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como en peligro crítico de extinción.

Un protozoo (*Haplosporidium pinnae*) está diezmando sus poblaciones —ha afectado al 98 % de las poblaciones en España (Miteco, 2019)—, que están también amenazadas por la pesca, la contaminación y los daños que causan las anclas de los barcos —por ello los patrones de embarcaciones de recreo, como quien suscribe, conocen bien que no se puede anclar en las citadas praderas—. Sus juveniles son predados fundamentalmente por pulpos (*Octopus vulgaris*) y por espáridos como la dorada (*Sparus auratus*).



Foto 17. Nacra (*Pinna nobilis*) en una pradera de *Posidonia oceánica*.

Entre los equinodermos que viven en las aguas de Formentera citar a las estrellas de mar, entre las que viven en fondos rocosos mencionamos a la estrella de capitán (*Asterina gibbosa*), estrella espinosa (*Coscinasterias tenuispina*), estrella de mar común (*Marthasterias glacialis*), bruja negra (*Ophio-*

comina nigra), estrella anaranjada (*Hacelia attenuata*), estrella roja (*Echinaster sepositus*), estrella púrpura (*Ophidiaster ophidianus*), Fregall (*Astrospartus mediterraneus*), en fondos de arena habita la estrella de arena (*Astropecten aranciatus*) y en las praderas de Posidonia se encuentran la estrella de patas marrones (*Ophioderma longicauda*) y la clavelina (*Antedon mediterranea*).

Otros equinodermos presentes en Formentera son los denominados «Cohombros de Mar» o «Pepinos de Mar», lógicamente por su parecido con ellos, (en Cádiz les llaman «Carajos de Mar»). Son holoturias, entre las que cabe destacar la más deseada desde el punto de vista gastronómico, ya que se sirve sólo en algunos de los mejores restaurantes de Formentera, que es la espardeña o cohombro de mar real (*Parastichopus regalis*), que el autor ha tenido la ocasión de probar. Miden entre 20–25 cm, aunque pueden llegar a los 30 cm, tienen el cuerpo vermiforme, blando y rugoso de color marrón rojizo. Se alimenta de detritus y algas. Se trata de una especie poco conocida y estudiada, como habitualmente sucede con las demás holoturias. Sin embargo, de la biología de las espardeñas se conoce que cuando son atacadas expulsa al exterior sus propias vísceras para que las coma su predador, las cuales regenerará posteriormente. Es curiosa la relación de la espardeña con el pez rubioica (*Carapus acus*, Brünnich 1768), de hábitat demersal —que vive cerca del fondo marino— que además de otros mares, también está presente en el Mediterráneo. Sucede que los adultos de este pez viven, como comensales, en el interior del intestino de holoturias como la espardeña, y pueden salir de forma total o parcial de su hospedador para alimentarse de pequeños peces o invertebrados del bentos —del fondo—, durante la noche.

En las praderas de Posidonia de Formentera y del Parque Natural también se encuentran el cohombro de mar negro (*Holothuria forskali*) y la morena mansa (*Holothuria sanctori*). Además, sobre todo en zonas arenosas es muy frecuente el cohombro de mar pardo (*Holothuria tubulosa*).

Otros Equinodermos frecuentes en las aguas de Formentera son el erizo negro (*Arbacia lixula*), muy abundante en áreas rocosas, mientras que en fondos arenosos se encuentra el ericillo de arena (*Echinocyamus pusillus*). En las praderas de Posidonia son más frecuentes el erizo *Schizaster canaliferus*, el erizo violeta (*Sphaerechinus granularis*) y el erizo de mar común (*Paracentrotus lividus*), que es capaz de consumir hojas de *Posidonia oceanica*.

Entre los Cnidarios citemos a las anémonas que suelen habitar en sustratos rocosos o adheridas al fondo marino y están dotadas de tentáculos

para capturar presas como peces pequeños u organismos del plancton. Algunas especies presentan casos de simbiosis con ciertos peces. La mayoría de las anémonas marinas tienen células urticantes en los tentáculos —cnidocitos— que contienen pequeñas estructuras en forma de arpón que liberan toxinas cuando entran en contacto con la piel. En Formentera se encuentra la común ortiga de mar (*Anemonia viridis*) —que nos pica si se le toca—, la anémona incrustante (*Parazoanthus axinellae*), anémona «trumped» (*Aiptasia mutabilis*), anémona de tubo (*Cerianthus membranaceus*), anémona joya (*Alicia mirabilis*), de gran belleza natural, la anémona dorada (*Condylactis aurantiaca*), el tomate de mar (*Actinia equina*) que es una anémona redondeada y de color anaranjado, que tiene, de ahí su nombre, aspecto de un tomate.

Otros Cnidarios como madréporas y corales que viven en lechos rocosos, en Formentera son muy raros de encontrar por la transparencia de sus aguas y por el poco alimento que contienen para ellos, aunque sí se pueden ver en otros lugares cercanos. Citar la madrépora clavel (*Caryophyllia inornata*), madrépora mediterránea (*Cladocora caespitosa*), la madrépora solitaria (*Balanophyllia europaea*), «Golden star coral» (*Balanophyllia regia*), corallito de Müller (*Polycyathus muelleriae*), coral rojo (*Coralium rubrum*) —que se extrae por buceadores entre 60 y 80 m de profundidad al N de Mallorca y Menorca, siendo muy pocas las licencias que se conceden—, el coral solitario amarillo (*Leptopsammia pruvoti*) y la gorgonia roja (*Paramuricea clavata*) que abunda, por ejemplo, en el suroeste de Ibiza en el islote de Es Vedrá; las artes de pesca han dañado estos parajes submarinos de gorgonias entre los 30 y 70 m de profundidad y se han detectado ejemplares descoloridos.

Se suele citar como invasora, aunque no todos los investigadores están de acuerdo, a *Oculina patagonica* que se identificó en el Mediterráneo en 1908, una especie oportunista que crece sobre otros organismos calcáreos y cambia la estructura original del ecosistema.

También son Cnidarios las medusas, en Formentera en aguas abiertas podemos encontrar las siguientes: la medusa común, tanto la *Chrysaora hysoscella* como la *Aurelia aurita*, el acolefo luminiscente (*Pelagia noctiluca*), el velero (*Verella velella*), la aguacuacada (*Cotylorhiza tuberculata*) y el aguamar (*Rhizostoma pulmo*).

Entre los crustáceos decápodos que habitan en aguas sobre todo de zonas rocosas de Formentera citar a los que tienen gran valor culinario, como el centollo (*Maja squinado* Herbst, 1788), el bogavante (*Homarus gam-*

marus L, 1758) y la langosta (*Palinurus elephas* Fabricius, 1787), todos sometidos a regulaciones pesqueras que buscan prácticas sostenibles para la protección de los ecosistemas marinos. Tales regulaciones incluyen tallas mínimas de captura, períodos de veda, limitaciones en cuanto a los métodos y cantidades de captura, limitación de cuotas y licencias, etc.

El bogavante caracterizado por sus dos grandes pinzas, aunque desiguales, la más grande es la izquierda que utiliza para triturar y la derecha para cortar y su color negro azulado con manchas claras, por lo que se distingue del bogavante americano (*Homarus americanus*) que es de color rojizo. Viven hasta unos 50 m de profundidad preferentemente en refugios rocosos. Es nocturno y su alimentación consiste en bivalvos, gusanos, peces y animales muertos. Su vida se puede prolongar hasta los 50 años. A lo largo de su vida una hembra llega a poner 100.000 huevos. En la Edad Media y el Renacimiento el polvo obtenido al quemar el bogavante, mezclado con vino, se utilizó en Medicina para tratar enfermedades urinarias. El gastrolito, masa calcárea, lógicamente rica en calcio, que se encuentra en el estómago de los bogavantes que van a efectuar la muda o ecdisis, se ha utilizado para tratar enfermedades oculares y dolores de estómago.

La langosta carece de pinzas y cuenta con dos largas antenas características, es de caparazón espinoso y punzante. Vive también en zonas rocosas como el bogavante y se alimenta de animales muertos, cangrejos, gusanos, etc. La langosta y el bogavante al estilo Formentera son muy apreciados en la gastronomía de la isla.

En cuanto a los peces, por no alargar más el apartado dedicado a la vida en las aguas de Formentera, son comunes los Espáridos como las doradas (*Sparus aurata*) que se alimentan con preferencia de mejillones adheridos a las rocas, la oblada (*Oblada melanura*) que es herbívoro, el sargo (*Diplodus sargus*), la salema (*Sarpa salma*) también herbívoro, la mojarra (*Diplodus vulgaris*), el pargo (*Pagrus pagrus*) y la urta (*Pargus auriga*) —poco frecuente— que se alimentan de quisquillas, gambas y cangrejos, el dentón (*Dentex dentex*) de poderosos dientes capaces de romper las valvas de las almejas, y a mayores profundidades citar el Perciforme mero o cherna (*Epinephelus marginatus*) o a la barracuda (*G. Sphyræna*), etc. También citemos a especies de Lábridos, como la doncella o budión (*Coris julis*) que son proterogínicos, es decir, que tienen la capacidad de cambiar de sexo a lo largo de su vida; todos los ejemplares nacen hembras, pero cuando crecen, bajo ciertas circunstancias, las hembras dominantes se transforman gradualmente en machos, así ajustan su dinámica reproductiva a las necesida-

des de la población y del biotopo que ocupan. Llama la atención su atractiva coloración siendo además su carne apreciada en gastronomía.

Mención aparte merece la presencia temporal de los atunes en las aguas del archipiélago Balear. Desde 2001 científicos del Instituto Español de Oceanografía (IEO) realizan una campaña anual denominada «Tunibal», para estudiar las poblaciones de túnidos en el mar Balear, incluyendo especies de gran importancia ecológica y comercial como son el atún rojo (*Thunnus thynnus*) y el atún blanco (*Thunnus alalunga*), así como de otros túnidos de menor tamaño. Desde tiempos inmemoriales se conoce que el atún, como el atún rojo atlántico, viene por diversas rutas, atravesando el Estrecho de Gibraltar, a reproducirse a Las Baleares, lo que se ha aprovechado tradicionalmente para capturarlo en las almadrabas, como las de Espalmador y Espardell en Formentera.

Las investigaciones que se vienen realizando aportan datos de por qué los atunes eligen estas aguas para su reproducción. Se sabe que para que los atunes desoven necesitan un agua con temperatura superior a 20°C y, por datos recogidos por satélite, que la temperatura del agua balear reúne esa característica desde finales de mayo a mediados de julio. Además, allí las larvas encuentran la alimentación adecuada, hay suficiente comida para que crezcan y naden rápido para escapar mejor de los pocos predadores que tienen, entre los que se encuentran otras larvas más grandes (canibalismo) o las éfiras, crías de la medusa, en particular de *Pelagia noctiluca*, citada más arriba. Investigadores del Centro Oceanográfico de Baleares, como Valls Mir (2024) han realizado estudios sobre la alimentación del atún rojo en su etapa larvaria, durante los primeros 25 días de vida (15 mm) y forman parte de su dieta pequeños crustáceos, copépodos, cladóceros y larvas más pequeñas del propio atún. Sobre juveniles y adultos comenta la referida investigadora que se sabe menos, aunque se ha estudiado la alimentación del atún blanco en aguas Baleares durante su reproducción y consiste en peces mesopelágicos como barracudas pequeñas, mictófidios y crustáceos. La dieta del atún rojo podría ser igual que la del blanco en las aguas de las islas. En otras zonas del Mediterráneo se alimentaría además de cefalópodos como calamares y peces como sardinas, anchoas, caballas, etc.

Hay una tercera razón para reproducirse en Baleares, que consiste en que los atunes adultos en estas aguas no tienen depredadores naturales, salvo el hombre desde hace poco tiempo —un período muy corto en comparación con la longeva historia migratoria de los atunes—, aunque ahora la actividad pesquera está muy regulada para favorecer su protección.

La biodiversidad, como se comprueba, de estos ecosistemas marinos es enorme, con especies, poblaciones y comunidades de especial interés ecológico. Así, por ejemplo, las mencionadas praderas de *Posidonia oceanica* constituyen uno de los ecosistemas de mayor significación del Mediterráneo y han sido clasificados como «Hábitat Prioritario» en el Anexo I de la Directiva Hábitat (92/43/CEE), que establece la creación de una red ecológica de áreas especiales de conservación para proteger los hábitats y las especies de interés comunitario y que reúne a los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) que necesitan de protección. También han sido declaradas Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, como ya se ha referido.

ECOSISTEMAS TERRESTRES DE FORMENTERA

El Parque Natural presenta una magnífica colección de las especies vegetales existentes en la Pitiusas. Hay 178 especies catalogadas. Están bien representados en la isla, los pinares, los sabinares, los salicorniars y la vegetación halófila que rodea los estanques y los ecosistemas dunares, así como la vegetación litoral de los acantilados. En el interior dominan extensas llanuras con áreas de matorrales mediterráneos y pinares. La formación *RosmarinusEricion* está constituida por matorrales de romero (*Rosmarinus officinalis*), el brezo de invierno o bruguera (*Erica multiflora*), zamarrilla (*Teucrium polium*), la Asteracea *Phagnalon rupestre*, la cistácea *Fumana ericoides*, la planta parásita del romero *Orobancha latisquama*, etc. Estas plantas se pueden encontrar también cubiertas por un estrato de pino carrasco y sabinar (Alcover, 1983).

Desde luego la planta protagonista por excelencia de los ecosistemas con aguas salobres es la salicornia (*Salicornia ramosissima* o *Salicornia europaea*), omnipresente como manto vegetal de los humedales. Fue una de las plantas que los marineros solían llevar en los barcos para combatir el escorbuto. En castellano algunos de sus nombres son hierba salada, alacraneira, hierba cristal y hierba de jabón. Los dos últimos nombres se deben a que las cenizas de esta planta se han empleado en el proceso de fabricación de vidrio y jabón por su alto contenido en sal. De hecho, se alude a que al añadir salicornia a la sílice para fabricar vidrio se consiguió hacer el cristal más transparente —como sucedió en la isla veneciana de Murano—.

Hay también algunas especies introducidas y otras invasoras, aspectos todos ellos, que se tratarán en un apartado posterior, que es el que hace

referencia a los sistemas dunares y a las medidas de protección adoptadas en ellos.

Respecto de la fauna, mencionar que han sido censadas en el Parque Natural unas 210 especies de aves. Destacan las poblaciones de aves acuáticas, algunas ya mencionadas anteriormente en el apartado dedicado al Estanque Pudent.

Merecen ser destacadas las poblaciones de aves acuáticas marinas de los islotes de Es Freus, el brazo de mar que se encuentra entre Formentera e Ibiza, donde anidan numerosas aves.

El lado de levante de la isla de S'Espardell en primavera tiene una colonia de cría de gaviota de Audouin (*Larus audouinii*), epíteto en honor del naturalista parisino Jean Victor Audouin (1797-1841) y varias decenas de parejas de cormoranes moñudos (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*) y pardelas baleares (*Puffinus mauretanicus*) al igual que sucede en los islotes Es Penjats (Ahorcados) y las Illes Negres (Islas Negras).

En Espalmador, las dunas de la playa de s'Alga son de las mejores conservadas de las Baleares, detrás de las cuales crece un valioso sabinar costero y en el interior de la isla hay una pequeña laguna de aguas salobres, que recibe el nombre de sa Bassa de s'Espalmador, donde se reproducen algunas parejas de tarro blanco (*Tadorna tadorna*), de cigüeñuela (*Himantopus himantopus*) y de chorlitejo patinegro (*Charadrius alexandrinus*). En la zona acantilada de Espalmador hay una pequeña colonia de pardela balear (*Puffinus mauretanicus*) que cría en las roquedas.

Otras especies de interés en El Freus son la pardela cenicienta (*Calonectris diomedea*), Paíño (*Hydrobates pelagicus*), gaviota patiamarilla (*Larus michahellis*), charrán patinegro (*Sterna sandvicensis*), alcatraz (*Sula bassana*) o el págalo grande (*Stercorarius skua*). Desde el ferrys que nos lleva a Formentera podemos ver si hace buen tiempo muchas de las especies reseñadas.

La «estrella» de los reptiles de Formentera, que es el icono de los «imanes de frigorífico» que llevamos a nuestras casas como recuerdo cuando viajamos allí, es la lagartija endémica de las Pitiusas: *Podarcis pityusensis* (Boscá, 1883) (Foto 18), que además es muy fácil de ver. Esta especie también tiene poblaciones en numerosos islotes próximos a Ibiza y Formentera, su distribución e introducción en otros lugares ha sido estudiada por Salvador (1986). Es de dieta omnívora. Aprovechan los recursos tróficos disponibles en cada lugar. La fracción animal de su alimento está compuesta por formícidos, arácnidos, coleópteros y gasterópodos; la fracción

vegetal incluye polen, néctar, flores, hojas, frutos y semillas. Más detalles se pueden consultar en Salvador (1986, 2015), Pérez Mellado y Corti (1993), Kroniger y Zawadzki (2002). Recientemente está amenazada por la expansión de serpientes alóctonas, que han llegado a la isla de forma accidental con el comercio de olivos para jardinería procedentes de la península y que incluyen a esta lagartija en su alimentación, según se indica en *humedalesdebaleares.es*.



Foto 18. Lagartija de Formentera *Podarcis pityusensis* (Boscá, 1883) en una duna de la playa de Levante en Formentera en agosto de 2023. Fotografía del autor.

Recientemente está amenazada por la expansión de serpientes alóctonas, que han llegado a la isla de forma accidental con el comercio de olivos para jardinería procedentes de la península y que incluyen a esta lagartija en su alimentación, según se indica en *humedalesdebaleares.es*.

Entre las especies de caracoles y escarabajos endémicos de la isla hay que destacar, entre otros, los estudios sobre coleópteros de Viñolas, por ejemplo, Viñolas & Muñoz-Batet (2018), y de Español (1954, 1956). Recientemente se ha descubierto la presencia del escarabajo *Akis bremeri*

ARD., 1979, (Foto 19), coleóptero tenebriónido endémico de Formentera, que habita bajo las piedras y anda por terrenos dunares y arenosos. Es singular por tratarse de una de las especies más escasas del mundo, que además vive en una zona de apenas 1,5 kilómetros cuadrados —la franja de tierra comprendida entre Es Pujols, el Estany Pudent, Las Salinas y Ses Illetes—. Es justo el área donde se concentra la mayor actividad turística de Formentera, en la que, como sucede en otros lugares, se ha tomado la mala costumbre, por parte del turista, como diversión o para dejar testigo de su presencia, de hacer montones de piedras lo que, sin ser conscientes, destruye el hábitat de este coleóptero tan raro.



Foto 19. El escarabajo endémico de Formentera *Akis bremeri*.

De hecho, *Akis bremeri* fue recolectado por vez primera en 1977 por el alemán H. J. Bremer —de ahí su epíteto científico— en Es Caló y dado a conocer a la ciencia por Ardouin (1979). Es una especie que sorprende por su originalidad, sin afinidades con sus congéneres del Mediterráneo occidental y relacionado, en cambio, con *Akis costitubera* Mars. del NE africano (Español, 1980). Es de color negro y no vuela, mide unos 2 cm y vive siempre emparejado con el mismo ejemplar. Se alimenta de detritus vegetales y animales, evita el calor y la luz solar. Está incluido en el Atlas y el Libro Rojo de los invertebrados amenazados en España. El citado D. Amador Viñolas (Barcelona 1945), experto en este tipo de organismos, estudia la biología de este escarabajo e insiste en que no hay que remover las piedras de estos lugares porque constituyen el hábitat donde se encuentran.

Los entomólogos y esposos Tomás Yélamos y Josefina Pena recogieron en Formentera diferentes coleópteros tenebriónidos, entre los que se encontró, procedente de la Savina, una nueva especie de *Probaticus*, el *Probaticus (Pelorinus) balearicus* n. sp., elemento de ascendencia ibérica, a colocar en el subgénero *Pelorinus* VAUL., al lado de los representantes españoles con los que está estrechamente relacionado. El holotipo que se encuentra en el Museo de Zoología de Barcelona tiene 7,3 mm, cuerpo negro, grácil, con élitros en óvalo alargado, etc. (Español, 1980).

De otra parte, Viñolas & Muñoz-Batet (2017) indican que en 2017 se encontró por primera vez en Formentera un ejemplar de *Lucasianus levaillantii* (Lucas, 1849), en Es Caló de Sant Agustí, un coleóptero originario de Argelia, calificado como especie invasora que supone una amenaza para una de las especies más emblemáticas de las dunas: la sabina (*Juniperus phoenicia*), ya que las larvas se desarrollan en diversas cupresáceas como *Cupressus serpvirens* (L.), *Juniperus* sp., *Tetraclinis articulata* (Vahl), etc. Otras especies raras o endémicas de escarabajos de Formentera son: *Asida mater inmarginata*, *Asida ludovici minorata*, *Alphasida ibicensis ovalaris* y *Tentyria ophiusiae*.

El Gobierno Balear, en colaboración con SEO/ Bird Life, inició en 2017 el Proyecto de Actuación para la Recuperación de Especies Silvestres (ARES I), que tuvo continuación con el ARES II período 2021-2024, dotado con 511.000 euros, que contempló el seguimiento de 39 especies de flora amenazadas y del escarabajo de Formentera, entre otras actuaciones, (esta información quedó reflejada a nivel local en el Periódico de Ibiza y Formentera de fecha 20-11-2021).

También son de mencionar en el ámbito terrestre a la pequeña paseriforme llamada curruca balear (*Sylvia balearica*) que habita en el matorral mediterráneo y sabinares. Es un ave endémica de las Baleares (salvo Menorca).

Entre los mamíferos de Formentera hay que citar al erizo moruno (*Aterix algirus* Lereboullet, 1842) que además de en Formentera se encuentra presente en el resto de islas del archipiélago. (Alcover, 2002, 2007). Este autor (Alcover, 1983 op. cit.) también ha investigado los carnívoros de las Baleares y Pitiusas como los Mustélidos *Mustela nivalis* (comadreja) y *Martes martes* (marta), la jineta (*Genetta genetta*) un Vivérrido introducido por árabes o romanos, el gato doméstico (*Felix silvestris catus*) y roedores como el ratón de campo (*Apodemus sylvaticos tarrus*) —se han citado también subespecies para Ibiza y Formentera—, la rata parda (*Rattus rattus norve-*

gicus), especie catalogada como exótica invasora, y el lirón careto de Formentera (*Elyomis quercinus ophiusae* Thomas, 1925). De ellos se ha estudiado la Taxonomía, Biología, Morfometría y Origen de estas poblaciones, que en base a resultados de análisis de fauna subfósil, gana la hipótesis de su origen antropológico.

Merece mayor comentario el lirón careto de Formentera (o rata de cola blanca) (Foto 20) por ser endémico de esta isla (Kahmann, 1970). Se llama así por los pelillos negros que rodean sus ojos y que continúan en línea hacia la parte trasera de la cabeza, que le dan aspecto de llevar antifaz o careta. Tiene mayor tamaño que las cuatro subespecies españolas y está catalogada como rara y de especial atención, dado lo reducido de su área de distribución. Es de hábitos nocturnos e iverna. Es abundante entre los matorrales (formación RosmarinusEricion, ya citada), en los bosques de pinos, sabinars, en los setos que delimitan viñedos y huertos y en zonas pedregosas y rocosas como los muros de poca altura que separan cultivos y delimitan los numerosos caminos de la isla. Este roedor durante mucho tiempo ha sido repudiado por los payeses por ser considerados como responsables de los daños a sus cultivos, particularmente viñedos. Además de ello y de la pequeña área donde vive este lirón está amenazado por la rata parda, cuyas poblaciones podrían estar en aumento al ser favorecida su expansión por la antropización del medio, debido al turismo, por lo que ya desde hace años se recomendaba el control selectivo de ratas y la conservación del hábitat del lirón careto (ICONA, 1986).



Foto 20. Lirón careto de Formentera (*Elyomis quercinus ophiusae*).

Brevemente, merece comentario el asunto de las cabras de las Baleares. Con la llegada de las primeras poblaciones humanas en tiempos ancestrales se incorporaron a las islas cabras, (el nombre de la isla Cabrera proviene de ahí), bóvidos que se han llamado posteriormente cabras salvajes mallorquinas o «finas» (*Capra aegagrus*), que no se deben confundir con las cabras de origen doméstico que se han asilvestrado en tiempos recientes —que se denominan cabras «bordes»— y que, en cierta medida, por su elevada densidad ponen en peligro la integridad genética de las poblaciones endémicas «finas», ya que hibridan con ellas, y por otro lado ocasionan daños a la vegetación nativa como a la fabácea *Medicago citrina* y en general al ecosistema donde han sido introducidas.

La presencia de cabras en áreas próximas a Formentera como Espalmdor, Espardell, Illa des Bosc y Tagomago fueron referidas ya a finales del XIX por Habsburgo-Lorena (op. cit). En Formentera hay topónimos como «cingle de cabrits» (acantilado o risco de cabras) que hacen referencia a las cabras salvajes de tiempo atrás en la isla. La cabra salvaje «fina» sólo se puede cazar en cotos con autorización expresa y precintos. Las poblaciones de cabras domésticas asilvestradas («bordes») se han venido controlando desde hace algunos años, en las islas donde crean problemas con la caza directa, abatiéndolas con rifle —por ejemplo, en 2016 se llevó a cabo una operación de eliminación de cabras en el islote ibicenco de Es Vedrà—.

ECOSISTEMAS LITORALES DE FORMENTERA

Los acantilados, playas y dunas de Formentera conforman unos ecosistemas de ecotono, por tratarse de un área donde ecosistemas diferentes confluyen y hasta cierto punto se mezclan, dando lugar a un hábitat de características particulares a las que se adaptan una serie de especies vegetales y animales. El ecotono es una zona de transición entre dos ecosistemas adyacentes. Las plantas adaptadas a crecer en las dunas deben ser resistentes a suelos salinos arenosos y las poblaciones animales deben adaptarse a las fluctuaciones del nivel del mar, al sol y a los vientos. Las playas y dunas de Formentera simbolizan el ecotono formado por la interacción entre el ecosistema marino costero y el terrestre ofreciendo un ejemplo de riqueza y diversidad en esta zona de transición.

El litoral es la zona de contacto entre la tierra y el mar y comprende acantilados, playas, dunas y otros elementos del relieve costero. El litoral de Formentera es especialmente relevante por la belleza natural de sus

playas y la proximidad a la orilla de las dunas. Ante la importancia en los meses cálidos del turismo en la isla se hace necesaria la gestión sostenible del litoral, de las playas y dunas para que puedan ser legados a nuestras futuras generaciones en el mejor estado de conservación.

ACANTILADOS

Un acantilado es una formación geológica consistente en una pendiente, más o menos acusada que llega incluso a vertical, de roca que se encuentra en el borde del mar. Los acantilados de Formentera, que mayoritariamente se corresponden con la zona sur (La Mola) y por el oeste (Cala Saona), y los de las islas adyacentes, que forman parte de su término municipal, son de una impresionante belleza y constituyen un paisaje espectacular de oquedades, cuevas y arcos de variados colores que contrastan con las aguas cristalinas del Mediterráneo. Los acantilados están formados principalmente por rocas como la arenisca y la caliza, las cuales han sido esculpidas a lo largo del tiempo por acción del viento y del agua, proporcionando el hábitat adecuado para la existencia de una rica diversidad de flora y fauna.

Entre las plantas que tienen la capacidad de prosperar en un ambiente tan desafiante como el de los acantilados costeros, citar en primer lugar a dos endemismos de los acantilados de Formentera: *Galium friedrichii* N. Torres, L. Sáez, Mus & Roselló, una planta anual de la F. Rubiaceae que vive en las fisuras de los acantilados, y a *Biscutella ebusitana* Roselló, N. Torres & L. Sáez, una hierba perenne que vive también en las fisuras de las paredes rocosas y acantilados, de flores amarillas y fruto característico en forma de dos semicírculos fusionados.

Además se pueden encontrar varias especies que son también típicas de la cuenca mediterránea, como son la siempreviva de roca (*Helichrysum stoechas*), que crece en enclaves rocosos y arenosos, secos y salinos —utilizadas en floristería—, el alhelí marino (*Matthiola sinuata*) y el tomillo marino (*Thymus vulgaris*), usado en la gastronomía mediterránea para aromatizar platos.

Respecto de las poblaciones de aves de los acantilados, decir que ya han sido citadas más arriba al hablar de Es Freus, y se pueden ver a lo largo de la costa por su adaptación a los ecosistemas de litoral. No obstante, a título de ampliación, merece la pena hacer alusión, porque sus poblaciones están en expansión en las Baleares y lo podemos ver volando en Formentera, al halcón de Eleonora (*Falco eleonora* Gene, 1839), el epíteto específico se

En el pueblo que alberga la mayor parte de los turistas de la isla se encuentra una de las playas más famosas y animadas, la de Es Pujols, formada por dos semicírculos separados por una fila de rocas bajas. En efecto, si comenzamos desde el este hacia el norte Es Pujols es la primera playa incluida en el Parque Natural. Prácticamente se localiza entre la playa de Ses Canyes y Punta Prima. Tiene alrededor de 1 km de longitud y unos 20 m de anchura tan sólo. Es muy frecuentada ya que en sus proximidades se localizan muchos hoteles y apartamentos, y cuenta además con todos los servicios que pudieran necesitar los bañistas: tumbonas, parasoles, alquiler de equipos para deportes náuticos, restaurantes etc., que la hacen muy atractiva. En ésta y otras playas a veces aparecen en las aguas de poca profundidad cercanas a la orilla, pequeños ejemplares del pez oblada (Foto 21), ya citado, de color gris plateado, forma oval y con su característica mancha negra rodeada por un anillo blanco en la base de la aleta caudal, que tienen la mala costumbre de mordisquear en las piernas de los bañistas, dando molestos bocaditos, como ha comprobado personalmente el autor. Son frecuentes en otras playas mediterráneas en época estival.



Foto 21. Pez oblada (*Oblada melanura*).

Si continuamos hacia el norte por el Parque Natural nos encontraremos con la pequeña playa de Ses Canyes, a la que sigue una de mayores di-

mensionen denominada Sa Roqueta. A continuación, ya en la península de Els Trocadors, se halla la playa de Levante, a unos 3 km de Es Pujols. En ella suelen dominar los días con oleaje más o menos fuerte debido a su orientación, como indica su nombre. Es de fácil acceso, aunque hay que abonar una tasa para entrar con vehículos.

En Espalmador está la playa de S'Alga, que dista 200 m al N de Formentera. Tiene 3 km de arena blanca, con aguas de poca profundidad con el típico color turquesa. Está integrada también en el Parque Natural por lo que todos sus alrededores son naturales sin ningún tipo de construcciones.

Ya de nuevo en Formentera por el lado de poniente se encuentra la famosa playa de Ses Illetes. Su nombre es debido a varios islotes que se despliegan frente a la costa, que tienen los nombres de Illa de Tramuntana, Illa des Forn, Escull des Pou, Illa Redona y Escull d'en Palla. Para muchas personas esta playa es la mejor de Formentera y una de las mejores de España. Está dentro del Parque Natural y se extiende por gran parte de la península de Es Trucadors. Tiene unos 500 m de playa virgen. En verano aquí suele estar el mar tranquilo con barcos de recreo fondeados a poca distancia de la orilla. Hay días que, si en la playa de Levante hay mucho oleaje, no tenemos nada más que recorrer una corta distancia para irnos a poniente en Ses Illetes y encontrar el mar mucho más tranquilo. Cuenta con zonas específicas para aparcar coches, casi 400, y hay que abonar una tarifa de acceso. No cuesta nada entrar a pié o en bicicleta. Cuenta con zonas y elementos de protección dunar, además de servicios como tumbonas y famosos restaurantes, donde sirven la típica langosta o bogavante al estilo Formentera. Cercano a esta playa se encuentra un antiguo pozo de agua.

Siguiendo hacia el sur la siguiente playa es el Cavall d'en Borràs, la última que pertenece al Parque Natural. Su nombre viene dado porque se llama así el saliente rocoso existente, que a su vez se bautizó de esta manera en honor del propietario de la salinera de Formentera de finales del siglo XIX. Está orientada al noroeste y desde ella se divisan los islotes de es Vedrà y es Vedranell, de la costa ibicenca. A continuación, caminando hacia el sur, se encuentra sa Sequí, el canal que construyó para dar salida al mar a las aguas estancadas del Estany Pudent, que se comentó más arriba, y más allá el puerto de La Savina.

Ya fuera del Parque Natural, más al sur, se halla Cala Saona considerada la joya de la costa occidental de Formentera. Es una pequeña ensenada de apenas 140 m flanqueada por acantilados. Está situada entre Punta Rasa al sur, donde se esconden unas maravillosas cuevas submarinas, y Caló d'en Trull en el norte. Está a 4 km de Sant Francesc. Desde aquí se puede disfrutar del arrebol y contemplar uno de los mejores atardeceres de la isla (Foto 22).

En la costa sur está la playa de Migjorn, ubicada entre Mal Pas y la siguiente playa en dirección este que es Caló des Mort. Es muy conocida y la más extensa de la isla con 5 km de longitud y se compone de diversas calas separadas por zonas rocosas. Es de fácil acceso y se encuentran a su alrededor muchos establecimientos hoteleros y restaurantes.

Mencionar por último la cala vecina de Caló des Mort, una playita de arena entre rocas, que cuenta con muchas casetas de pescadores bajo los acantilados, que representa la Formentera del pasado con un paisaje espectacular.



Foto 22. Atardecer desde Cala Saona. Fotografía del autor.

LAS DUNAS

Una duna es una acumulación de arena producida por el viento y el mar. El conjunto de dunas, desde la orilla hacia el interior, forma un sistema dunar, que en Formentera goza de una protección especial. El sistema dunar es dinámico y constituye un almacén de arena formado como resultado del equilibrio entre la erosión y la sedimentación, originada fundamentalmente por el viento y las olas. En el litoral marino se forman en primer lugar las dunas embrionarias o ecodunas, que son las más móviles formadas por la acción de temporales y a medida que reciben más aportes de arena van alcanzando mayor tamaño. Detrás de estas dunas de vanguardia se sitúan las dunas fijas y las dunas fósiles. La secuencia longitudinal sería: una pequeña elevación de arena a continuación de la playa que es la duna embrionaria, tras la que se eleva la duna propiamente dicha, detrás de ella la concavidad de la retroduna y detrás una nueva elevación que se corresponde con la duna consolidada y, por último, la concavidad que ocupa el salobrar.

En este sentido Severa Nicolau y Rodríguez Perea (1996) informan que en los ecosistemas dunares litorales de las Baleares las morfologías dominantes son de tipo parabólico, debido a que en su génesis juega un papel principal la cobertura vegetal que presentan. Se reconocen dos sectores diferenciados: en la parte externa del sistema puede definirse una zona de “dunas móviles o semiestabilizadas”, mientras que en la parte interna se encuentran las dunas estabilizadas. De otra parte, el régimen jurídico de las dunas litorales ha sido presentado por Iglesias González (2023).

La vegetación propia de los hábitats dunares ayuda a fijar las partículas de arena que forman la duna. Las especies más características de estas comunidades vegetales, en sentido longitudinal, desde la duna embrionaria hasta el salobrar, son las siguientes: cardo marino (*Eryngium maritimum*), nardo marítimo (*Pancratium maritimum*), barrón (*Ammophila arenaria*), cuernecillo de mar (*Lotus cytisoides*), que abundan en las dunas de vanguardia (Foto 23), molinet (*Silene cambessedessil*) y crucianela (*Crucianella maritima*) en las retroduna y otras que se señalan a continuación por su peculiar importancia.

Así, mención singular merecen las especies endémicas de los sistemas dunares de Formentera, que son los siguientes: Limonio (*Limonium formenterae* Ll. Llorens), que es un caméfito, una planta herbácea cuyas yemas se encuentran a menos de 25 cm de altura sobre el suelo, perteneciente a la



Foto 23. Duna de vanguardia con vegetación típica: barrón, cardo marino y nardo marítimo. En la parte superior las tumbonas de la playa y el cordón que protege el acceso a la duna. Playa de Es Pujols. Formentera. Fotografía del autor.

Familia Plumbaginaceae y típica de los saladares. *Chaenorhinum rubrifolium* (DC) Fourr subsp *formenterae* (Gand.) R. Fern, planta de ciclo anual, en flor durante la primavera y característica de las dunas. *Ranunculus barceloi* (Grau) L. Sáez, Roselló et N. Torres, conocido con el nombre mallorquín de botó d'or. Es un hemicriptófito, es decir, una planta herbácea con las yemas de recambio situadas a nivel del suelo o justo debajo, cuyo hábitat preferido son los sabinares.

La ranunculácea *Delphinium pentagynum* Lam subsp. *formenterense* N. Torres, L. Sáez, Roselló & C. Blanché, (Foto 24) está considerada como la especie vegetal más importante de la isla, por su aislamiento geográfico. Exclusiva de las áreas forestales con matorral, sabinares, prados y claros de la marisma litoral. Abundante en la zona quemada



Foto 24. El endemismo exclusivo de Formentera: *Delphinium pentagynum* subsp *formenterense*.

de Cala Saona, donde volvió a rebrotar, y en áreas de la base de la Mola. Es un ecotipo adaptado a ambientes secos que ha evolucionado bajo condiciones de insularidad. Es un endemismo exclusivo de Formentera.

Entre el matorral y la arboleda típicos del sistema dunar destacan, sobre todo, en las retrodunas y dunas consolidadas las poblaciones de sabinar (*Juniperus phoenicia* L., 1753) (Foto 25) y de pino carrasco o pino de alepo (*Pinus halepensis* Mill, 1768).



Foto 25. Sabinar en dunas cercanas a Es Pujols. Fotografía del autor.

La sabina es un arbusto o arbolillo de hasta 8 m de altura, de hoja verde, perenne, de follaje muy denso parecido al ciprés. Florece al finalizar el invierno o en primavera, con frutos —arcéstidas— de color verde al principio y al madurar al segundo año tornan a color rojizo. Se desarrollan bien en suelos salinos y arenosos, resisten climas muy secos y fuertes vientos.

El pino carrasco o pino de Alepo es una conífera de hoja perenne de una altura que puede llegar a los 20-25 m. El nombre específico halepensis hace referencia a la ciudad siria de Aleppo (Haleb). Natural en las regiones que rodean al Mediterráneo, incluso se contempla que pueda ser origina-

rio de las Pitiusas. Más información acerca de su distribución se encuentra, por ejemplo, en Hassler (2023). Es exigente respecto de la luz y el calor y resiste bien la sequía, tiene la corteza gris blanquecina, es de copa irregular y de estróbilos —piñas— de color rojizo y de forma oval. Es citado también como *Pinus halepensis* var. *ceciliae* o como *Pinus ceciliae* (Llorens & Llorens, 1972), que es una variedad fenotípicamente fastigiada que está presente en Mallorca, Menorca, Ibiza y Cabrera. No está presente en Formentera (Núñez Vazquez, 2013).

Más al interior del sistema dunar se sitúan los prados salinos con plantas típicas de salobrar como salicornia (*Salicornia ramosissima*), alacranera o sosa jabonera (*Arthrocnemum macrostachyum*), la verdolaga marítima, de hojas comestibles, (*Halimione portulacoides*), alamajo dulce (*Suaeda vera*), las Astéreas de nombre común cerraja de agua (*Sonchus maritimus*) y la hierba del cólico (*Limbarda crithmoides*), etc.

PROTECCIÓN DEL ECOSISTEMA DUNAR

El ecosistema dunar se ve amenazado, fundamentalmente, por dos cuestiones. Una la presencia y expansión de especies introducidas y de especies invasoras, que son aquellas que introducidas de forma artificial —de manera intencionada o no— en un hábitat que no es el suyo, desplazan a las especies autóctonas del mismo, causando pérdida de biodiversidad. La otra es debida al efecto negativo que causa el turista en las dunas, ya sea por el excesivo número de personas y vehículos que entran en ellas, por comportamientos inadecuados en la naturaleza, acampadas, fuegos, arrancar plantas, arrojar basuras, etc. Ambos aspectos se tratan a continuación.

En las dunas se han podido detectar algunas plantas invasoras. Entre ellas citar a la «uña de gato» (*Carpobrotus edulis*, L., N. E. Br.), (Foto 26), una Aizoácea de porte rastrero y suculento capaz de expandirse por grandes áreas. Tolerante a la salinidad. Es originaria de Sudáfrica y se ha convertido en especie invasora en zonas costeras de latitudes templadas. Entre otras razones se introdujo para asentar taludes en obras públicas. Es una especie que se utiliza como ornamental. Su fruto es comestible y se conoce con el nombre de «higo de El Cabo» o «higo marino» que es recolectado en su país de origen y se come tal cual o se fabrica con él una mermelada ácida. Sus hojas son también comestibles. Está incluida en el Catálogo Español de Especies Exóticas Españolas (R.D. 630/2013), por lo que está prohibido en España su introducción en el medio natural, posesión, trans-

porte, tráfico y comercio. Las plantas que se detectan en las dunas deben ser arrancadas de raíz a mano e incineradas *in situ*.



Foto 26. Uña de gato (*Carpobrotus edulis*). Especie invasora de las dunas de Formentera.

El agave amarillo (*Agave americana* var. *marginata* L., 1753) (Foto 27) es otra especie invasora que se puede ver en Formentera en dunas cercanas a núcleos turísticos. Son aún pocos los individuos que se ven pero que resulta necesario eliminar por su elevado poder de expansión. Originaria del S de los EEUU y N de México. Tiene las hojas grandes, succulentas, con espinas y una característica franja de color amarillo en sus bordes. Cuenta también con espina apical. Es de crecimiento lento y se reproduce por hijuelos basales que parten de la raíz. Al final de su vida, al ser monocárpica, —que tiene un único periodo reproductivo antes de su muerte—, emite un qurote o largo tallo con grupos de pequeñas flores en forma de panícula abierta terminando cada una en un grupo de flores bisexuales de color amarillo verdoso. Son polinizadas habitualmente por murciélagos. Se ha naturalizado en muchas regiones, incluida la cuenca mediterránea.



Foto 27. Agave amarillo (*Agave americana* var. *marginata*) en una duna cercana a un hotel en Formentera. Fotografía del autor.

El dondiego de noche o dompedro (*Mirabilis jalapa* L., 1753) es otra especie que, al igual que la anterior, comienza a verse en las dunas próximas a lugares turísticos (Foto 28). Es una planta ornamental oriunda de las regiones tropicales de Centro y Sudamérica. Introducida en zonas de inviernos fríos se comporta como planta de verano, no soporta las heladas, y brota en la siguiente estación cálida de sus raíces tuberosas o de las semillas rugosas, redondeadas y de color negro. Su nombre proviene de que abre sus flores olorosas al atardecer y las cierra por la mañana. Se propaga con mucha facilidad conformándose como especie invasora. Se ha citado de esta especie que tiene potencial de biorremediación en suelos contaminados por cadmio (Yu & Zhou, 2009). Hay otras especies que se utilizan en jardinería, sobre todo en centros turísticos y casas rurales, con las que se deben extremar los cuidados para que no lleguen a colonizar las dunas. La foto 29 muestra una palmera (*Phoenix dactylifera*), especie introducida desde época árabe, en una duna en la zona próxima a la playa de Ses Canyes.

Como se ha comentado la eliminación de las especies exóticas invasoras es la vía a seguir para la protección del ecosistema dunar.



Foto 28. Dondiego de noche (*Mirabilis jalapa*) en una duna cercana a un núcleo turístico de Formentera. Fotografía del autor.



Foto 29. Palmera (*Phoenix dactylifera*) en una duna de la zona de Ses Canyes. Fotografía del autor.

Desde principios de este siglo, las dunas de Formentera, al ser consideradas enclaves naturales sensibles y pertenecer a la Red Natura 2000, han gozado de protección para ayudar a su conservación. De hecho, en 2001, se comenzó a instalar pasarelas de madera con laterales acordonados por encima de las dunas para dirigir el tránsito de personas (Foto 30).



Foto 30. Pasarela de protección y cordaje para impedir el acceso a las dunas. Es Pujols al fondo. Fotografía del autor.

Cuando las personas, incluso acompañadas de perros, caminan por las dunas y cuando circulan o se aparcan coches o motocicletas en ellas, sucede que la vegetación se ve afectada por el pisoteo y se puede llegar a destruir su sistema radicular, que contribuye a fijar la arena. Ello hace que la arena quede expuesta a la dispersión por agentes meteorológicos, tales como el viento y la lluvia, o las olas del mar. De ahí la necesidad de crear zonas adecuadas de aparcamiento que no afecten a las dunas y de acotar las zonas de tránsito de personas hacia las playas más visitadas por el turismo, con instalación de pasarelas acordonadas y escaleras de madera para llegar a la playa o salvar desniveles, o simplemente con la colocación de pivotes de madera unidos por cuerdas, que pretenden delimitar e impedir el paso hacia las dunas. Estas pasarelas se sitúan mayoritariamente en las

proximidades de establecimientos de playa como hoteles, comercios, restaurantes, zonas de aparcamiento o en lugares de especial protección o regeneración dunar. Esta red de protección del ecosistema dunar por caminos de madera se distribuye por las playas del Parque Natural de Las Salinas: Es Pujols, Ses Canyes, Levant, Ses Illetes, y por Es caló y Migjorn. Su uso para acceder a las playas o simplemente para pasear o correr, de forma cómoda y con respeto a la naturaleza, cerca del mar, evita la degradación de estos ecosistemas tan valorados. De hecho, Javier Asensio, técnico de Medio Ambiente del Consell Insular, reconoce que con la implantación de las pasarelas se ha producido un aumento de la envergadura en altura y en la longitud de las dunas de la isla, algo que se comprueba muy bien en el área de Ses Illetes (Asensio, 2021).

Hay que reconocer que la instalación de pasarelas y pivotes de madera supone también un daño colateral, que se estima de menor perjuicio que si no se implantasen, pues dan lugar al sombreado de la vegetación que tienen debajo, que impide el normal funcionamiento de la fotosíntesis, la producción primaria y el crecimiento adecuado de las plantas situadas debajo de estos caminos elevados de madera. Insisto, se considera un mal menor comparado con el daño que ocasionaría el turismo si se permitiese libre acceso a las dunas.

Por último, de forma paralela se está realizando una campaña informativa, a través de cartelería, que trata de concienciar al visitante de los valores naturales de Formentera, a la vez que indica las actuaciones que no están permitidas (Foto 31).



Foto 31. Ejemplos de cartelería informativa. Fotografías del autor.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCOVER, J.A. 1983. *Contribució al coneixement del mamífers de les Balears y Pitiüses: Carnívora, Rodentia*. Tesis Doctoral. Dpto. de Biología Animal. Universidad de Barcelona. 1.446 pp.
- _____. 2002. *Atelerix algirus*. Lereboullet, 1842, pp. 58-61. En PALOMO L.J., GISBERT, J. (Eds.), *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza.-SECEM-SECUM, Madrid.
- _____. 2007. *Atelerix algirus*. Lereboullet, 1842, pp. 58-61. En PALOMO L.J., GISBERT J., BLANCO J.C. (Eds.), *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad - SECEM - SECEMU, Madrid.
- ANCHÍA VILDA, E. 1986. *Estudio ecológico de bacterias del ciclo del azufre en las aguas del curso medio del río Guadalquivir*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Córdoba. Director: López Fernández, A. Ponente: Domínguez Vilches, E. Cal. Sobresaliente, 160 pp.
- ARDOUIN, P. 1979. Une nouvelle espèce d' *Akis* (Col. Tenebrionidae) de l'île de Formentera, Baleares. *Ent. Blätt.*, 74, 3: 155-157.
- ASENSIO, J. 2021. La importancia de la protección de los sistemas dunares. Marta Vazquez 25-4-2021. *Formenteraavui.com*
- BONNIN, J. 2005. Recompte i paràmetres reproductors de la població balear de falcó mari *Falco eleonore* a l'any 2004. *Anuari Ornitològic de les Balears* 19: 1-9.
- CECCHERELLI, G., PIAZZI, L. and CINELLI, F. 2000. Response of the non-indigenous *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agardh to the native sea-grass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoots and orientation of edges of meadows. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 243: 227-240.
- CONVALIA, C. 2020. Hallan más restos humanos, de hace 4000 años, en la cueva 127 de Formentera. *Diario de Ibiza*. 20-11-2020.
- DE VILLELE, X. and VERLAQUE, M. 1995. Changes and degradation in a *Posidonia oceanica* bed invaded by introduced tropical alga *Caulerpa taxifolia* in the North Western Mediterranean. *Bot. Mar.* 38, 1: 79-87.
- DEL MORAL, J.C. (Ed.). 2008. El halcón de Eleonora en España. Población en 2004-2007 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid. Miteco.gob.es
- ESPAÑOL, F. 1954. Los tenebriónidos (Col.) de las Baleares. *Trab. Mus. Cienc. Nat. Barcelona. nuev. ser. zool.*, 1, 5: 80-84.
- _____. 1956. Los *Probatiscus* de España. (Col. Tenebrionidae). *EOS: revista española de entomología* 32(1-4): 83-124.

- . 1980. Sobre la presencia del género *Probatiscus* Seidl., 1896, en las Islas Baleares (*Col. Tenebrionidae, Helopinae*). *EOS : revista española de entomología* 54(1-4): 107-110 (1978).
- FARRIOL CRISTÓBAL, S. 2023. *Descubriendo la Geología de Formentera*. ISSN 2603-8889 (Versión digital). Colección Geología. Editada en Salamanca por Sociedad Geológica de España.
- FILELLA-SUBIRÀ, E., GÀSSER-CASANOVAS, Z., GARCÍA-PORTA, J. y FERRER-FERRER, J.A. 1999. Una puesta fósil de tortuga terrestre en el Pleistoceno de Formentera (Islas Pitiusas, archipiélago Balear). *Trab. Mus. Geol. Barcelona*, 8: 67-84.
- GAMBI, M.C., LORENTI, M., RUSSO, G.F., SCIPIONE, M.B. and Zupo, V. 1992. Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum structural and trophic analyses. P.S.Z.N.I.: *Marine Ecology* 13, 1: 17-39.
- GARCÍA CASTELLANOS, D. 2009. A Mediterranean megaflood left its mark on sea-floor rocks. *Nature* 462: 697.
- GILL, V. 2009. Ancient Mediterranean flood mystery solved. Science reporter, BBC News. 9 December 2009.
- GRASSET DE SAINT-SAUVEUR, André. 1807. *Voyage dans les îles Baléares et Pityuses*. París, Collin. *Viaje a las islas Baleares y Pithiusas*. Tomo I, Ediciones R.O.D.A. Palma de Mallorca. 1952. El Tomo II dedicado a Ibiza no se publicó.
- GUERRERO, R., PEDRÓS-ALIÓ, C., ESTEVE, I. and MAS, J. 1987. Communities of phototrophic sulfur bacteria in lakes of the Spanish Mediterranean region. *Acta Académie Abioensis* 47, 2: 125-151.
- HABSBURGO-LORENA, Luis Salvador. 1884. *Die Balearen in Wort und Bild geschildert*. Leipzig, Brockhaus. Traducción castellana de la parte dedicada a Ibiza y Formentera: *Las antiguas Pityusas*. Palma de Mallorca, Imp. El Comercio, 2 vols., 1886 y 1890. Trad. de Santiago Palacio, corregida y aumentada según indicaciones del autor por F.M. de los Herreros.
- HASSLER, M. 2023. *World Plant. Synonymic checklist and Distribution of the World Flora*. Version 18.3; last update Dec. 11th, 2023.- www.worldplants.de.
- HERNÁNDEZ, J.H., Plantalamor Massanet, L. y Topp, C. 1976. Excavaciones en el sepulcro megalítico de Ca na Costa (Formentera). *Mayurqa* 15: 109-138.
- ICONA, 1986. *Lista Roja de los Vertebrados de España*. MAPA. Madrid.
- IGLESIAS GONZÁLEZ, F. 2023. Régimen jurídico de las dunas litorales. *Revista de la Administración Pública*, 221: 55-92.
- IMHOFF, J.F. 1995. *Taxonomy and Physiology of Phototrophic Purple Bacteria and Green Sulfur Bacteria*. En BLAKENSHIP, R.E, MADIGAN, M.T. and

- BAUER, C.E. (Eds). *Anoxigenic photosynthetic Bacteria*. Kluwer Academic Publishers, Amsterdam, pp 179-205.
- KAHMANN, H. 1970. Der Gartenschläfer *Eliomys quercinus ophiusae* Thomas, 1925 von der Pityuseninsel Formentera. *Veröff. Zool. Staatssammi.* München, 14: 75-90.
- KRONIGER, M., ZAWADZKI, M. 2002. Ein Beitrag zur Nahrung der Pityuseneidechse, *Podarcis pityusensis* (Boscá, 1883). *Sauria* 24, 2: 27-33.
- LA VERDAD, 2006. Nuestra Tierra. Biología Marina. Descubren en la isla de Formentera el organismo más grande del mundo, un alga de 8 kilómetros. *Periódico La Verdad*. Murcia. 16-06-2006.
- LLORENS & LLORENS, L. 1972. *Pinus ceciliae*. *Soc. Hist. Nat. Baleares* 17: 51.
- LÓPEZ FERNÁNDEZ, A. and ANCHÍA VILDA, E. 1988. Ecology of some species of Thiobacillus and sulfate reducing bacteria in the middle course of the river Guadalquivir (Spain). *Internationale Revue Der Gesamten Hydrobiologie* 73, 3: 309-318.
- MAYOL, J. (Coord), 2020. *Atlas de les Petites Illes i els Illots de les Balears*. PIM & S. H. N. B. Atlas of Small Mediterranean Island, 1. Monografies de la Societat d'Història Natural de les Balears, 29. Ed. Perifèrics. Palma (Mallorca). 360 pp.
- MITECO, 2019. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico. Grupo de trabajo sobre la nacra. 25/09/2019.
- MONDRAGÓN, R., VICENTE, E. y GUILLENEA, J.J. 1984. Aislamiento e identificación de bacterias fotosintéticas en el monolimnion del Estany de Cullera (Valencia). *Limnética* 1: 78-85.
- NÚÑEZ CARDONA, M.T. 2003. Aislamiento y caracterización pigmentarla de las bacterias rojas del azufre de la laguna Tampamachoco, Veracruz. *Hydrobiologica* 13, 3. Ciudad de México. Oct. 2003. Versión impresa ISSN 0188-8897.
- NÚÑEZ VAZQUEZ, L. 2013. El *Pinus halepensis* var. *ceciliae* o Pino Cecilia, una variedad de pino español desconocido por los forestales. *6º Congreso Forestal Español. Montes, Servicios y Desarrollo Rural. 10-14 junio. Vitoria-Gasteiz*.
- ORDINAS GARAU, A. y BINIMELIS SEBASTIÁN, J. 2022. Singularidades toponímicas de las islas Pitiusas. La mediterraneidad de un paisaje insular a través de los nombres geográficos. *Investigaciones Geográficas* 77: 303-321.
- PÉRÈS, J.M. 1984. *La regression de herbiers à Posidonia oceanica*. En BOUDOURESQUE, C.F., DE GRISSAC, A.J., OLIVIER, J.; Ed. «International Workshop on *Posidonia oceanica* beds». G I S Posidonia publ.: 445-454.

- PÉREZ MELLADO, V. y CORTI, C. 1993. Dietary adaptations and herbivory in lacertid lizards of the genus *Podarcis* from western Mediterranean island (Reptilia: Sauria). *Bonner Zoologische Beiträge* 44, 3-4: 193-220.
- READFEARN, G. 2022. Scientists discover biggest plant on Earth off western Australian coast. *The Guardian* 01-06-2022.
- REAL DECRETO 630/2013 de 2 de agosto por el que se regula el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. (BOE n.º 185 de 03/08/2013). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- SALVADOR, A. 1986. *Podarcis pityusensis* (Boscá, 1883) -*Pityusen-Eidechse*, pp. 231-253. En: BÖHME, W. (Ed). *Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 2/II. Echsen (Sauria) III (Lacertidae III: Podarcis)*. Aula verlag, Wiesbaden.
- _____. 2015. *Lagartija de las Pitiusas -Podarcis pityusensis*. En: Enciclopedia virtual de los Vertebrados Españoles. SALVADOR, A., MARCO, A. (Eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.
- SEVERA NICOLAU, J. y RODRÍGUEZ PEREA, A. 1996. Morfologías parabólicas de los sistemas dunares litorales de Baleares. *IV Reunión de Geomorfología. Grandal d'Anglade, A. y Pagés Valcarlos, J. Eds. Sociedad Española de Geomorfología. O Castro (A Coruña)*.
- VALLS MIR, M. 2024. ¿Qué comen los atunes en aguas Baleares? *Planettuna.com* 16-02-2024. Instituto Español de Oceanografía. CSIC.
- VARGAS PONCE, J. 1787. *Descripciones de las islas Pithiusas y Baleares*. Madrid. Imprenta de la viuda de Ibarra, Hijos y Compañía. 159 pp. Editorial Maxtor. Valladolid. 2008.
- VILA VALENTÍ, J. y VALLÉS, R. 1978. Bibliografía para el estudio geográfico de unas islas mediterráneas: Las Pityusas (Ibiza y Formentera). *Revista de Geografía* 12, 1: 107-130.
- VIÑOLAS, A. & MUÑOZ-BATET, J. 2017. Noves aportacions al conèixement de la fauna coleopterològica de la península Ibèrica i Illes Balears. Nota 2a (Coleoptera). *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 81: 177-184.
- _____. 2018. Nuevas aportaciones al conocimiento de la fauna coleopterológica de la Península Ibérica. Nota 5a. Coleoptera. *Revista gaditana de Entomología* IX, 1: 211-222.
- VUILLIER, G. 1893. *Les îles oubliées*. París. Hachette.
- YU, Z. & ZHOU, Q. 2009. Growth responses and cadmium accumulation of *Mirabilis jalapa* L. under interaction between cadmium and phosphorus. *J. Hazard Mater* 167, 1-3: 38-43.