

Estructura i dinàmica del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i comparació amb savinars de l'illa de Mallorca

Josep Pintó^{1*}, Francesc X. Roig-Munar², Carla Garcia-Lozano¹ & Diego Varga¹

1. Laboratori d'Anàlisi i Gestió del Paisatge (LAGP). Universitat de Girona. Pl. Ferrater Mora, 1, 17004 Girona.

2. Investigador independent. Consultor ambiental, c/ Carrixaret 18-apt. 6, es Migjorn Gran, Menorca, 07749, illes Balears.

* Autor corresponent: josep.pinto@udg.edu.

S'ha estudiat la presència de la savina litoral (*Juniperus turbinata* Guss.) al litoral català, la seva distribució geogràfica a una escala de detall, i la comparació de la seva estructura i dinàmica amb els savinars de l'illa de Mallorca (*Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967).

Els savinars litorals mostren preferència pels dipòsits eòlics de sorra, malgrat que es troben individus aïllats també sobre substrats rocosos de calcarenita situats a la vora del mar. Fitosociològicament s'enquadren a l'associació *Juniperetum lyciae*, encara que faltin algunes espècies característiques de l'aliança i l'associació. A causa de la intensa urbanització de les zones properes, el savinar costaner suporta una elevada freqüència humana, que provoca la compactació i l'erosió del mantell eòlic que li serveix de substrat, a més de la competència amb espècies com els pins i el llentiscle que posen en risc la seva conservació a mitjà termini.

Paraules clau: savinar litoral, *Juniperus turbinata*, Mediterrània O, costa catalana.

Structure and dynamics of the coastal savin of Punta de la Creueta (Tarragona) and comparison with some coastal savins from the island of Mallorca

The presence of the coastal savin (*Juniperus turbinata* Guss.) on the Catalan coast, its geographical distribution on a detailed scale and the comparison of its structure and dynamics with some coastal savins (*Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967) from the island of Mallorca have been studied.

Coastal savins show a preference for aeolian deposits of sand, although isolated individuals are also found on rocky calcarenite substrates located on the shore. Phytosociologically, they fit into the *Juniperetum lyciae* association, although some characteristic species of the alliance and association are missing. Due to the intense urbanization of nearby areas, the coastal savin supports a high level of human activity, which causes the compaction and erosion of the aeolian mantle of sand that serves as a substrate, as well as competition with species such as pines and mastic that endangers its conservation in the medium term.

Keywords: coastal juniper, *Juniperus turbinata*, W. Mediterranean, Catalan coast.

El savinar litoral és una comunitat de distribució mediterrània i macaronèsica formada per matolls alts o petits bosquets al límit interior de la platja, sobre dunes i mantells eòlics de sorra que aquesta màquia contribueix a fixar. A les costes peninsulars el savinar està ben representat en diversos punts de la costa andalusa i del litoral meridional portuguès (Cámara et al., 2013), mentre que gairebé ha desaparegut a les costes valenciana i catalana. A les illes Balears el savinar està molt ben representat a la costa de Menorca, a punts del

sud i sud-est de l'illa de Mallorca així com a Eivissa i Formentera. Pel que fa a l'arxipèlag canari, el savinar es distribueix per totes les illes a excepció de Lanzarote i Fuerteventura.

Diversos treballs realitzats des de finals del segle XX fins a començaments del segle actual per part principalment de Boratyńsky et al. (2009), Mazur et al. (2010) i Adams et al. (2013) van establir la diferenciació com a espècies diferents entre la savina de muntanya (*Juniperus phoenicea* L.) i la savina litoral (*J. turbinata*

Guss). Els caràcters utilitzats per a tal diferenciació van ser la presència del taní prodelfinidina a les fulles, la mida del gàbul i el nombre de llavors que conté (Fig. 1). Així es va establir que *J. turbinata* Guss se separava de *J. phoenicea* per l'absència de la prodelfinidina a les fulles i per tenir uns gàbuls més grans però amb un nombre de llavors menor (3-6). Lebreton & Thivend (1981) anteriorment havien identificat el tàxon *J. phoenicea* subsp. *eu-mediterranea* a partir d'exemplars recol·lectats a Sardenya, nom que va ser considerat posteriorment com a sinònim de *J. turbinata* per Farjon (2005) i Adams (2011). Per la seva banda, Mazur et al. (2016) van establir que *J. phoenicea* i *J. turbinata* a més de diferenciar-se clarament per les tres característiques morfològiques comentades, mostren també unes preferències ecològiques diferents: *J. phoenicea* es distribueix només pel sud-oest d'Europa, a la muntanya mitjana, sota climes submediterranis i montans amb precipitacions

de 600 mm anuals o superiors, mentre que *J. turbinata* està àmpliament estesa per tot el litoral mediterrani, en climes mediterranis litorals i amb precipitacions més escasses: entre 400-600 mm. Posteriorment Romo & Salvà-Catarineu (2013) i Salvà-Catarineu et al. (2021) han establert amb precisió els nínxols climàtics que cada espècie ocupa i com aquests podrien veure's afectats per l'escalfament global. Actualment, per tant, el complex *Juniperus phoenicea* es divideix en tres espècies diferents: la savina de muntanya (*J. phoenicea* L.), la savina litoral (*J. turbinata* Guss.) i la savina canària (*J. canariensis* Guyot in Mathou & Guyot).

Pel que fa al savinar com a comunitat inicialment es va classificar dins l'aliança *Oleo-Ceratonion* (Bolòs & Molinier, 1956) prenent com a referència els savinars de les illes de la Mediterrània occidental per posteriorment ser assignada a l'aliança *Juniperion turbinatae* (Rivas-Martínez et al., 2001) dins la qual s'han diferenciat diverses associacions de savinar de marcat caràcter territorial.

A l'illa de Mallorca el savinar de *Juniperus turbinata* no ha tornat a ser estudiat després dels treballs de fitosociologia d'Oriol de Bolòs & René Molinier (1969) a mitjans del segle passat. En canvi sí que s'ha publicat algun treball sobre el cadequer litoral de *J. oxycedrus* subsp. *macrocarpa* (Bañares et al., 2004, De Juan et al., 2015) en les platges des Comú i des Braç, situades a la badia d'Alcúdia. El cadequer litoral és una comunitat que ocupa el mateix hàbitat que el savinar: les dunes semifixades. L'estudi de De Juan et al. tenia per objectiu recollir dades per una gestió que garantís la conservació del cadequer i, conseqüentment, de l'ecosistema dunar. Els resultats van mostrar que el cadequer presentava una evolució lleugerament positiva en ambdós sectors en el període comprès entre el 2004 i el 2014 fruit de les tasques de conservació realitzades, tot i estar les platges sotmeses a una forta freqüentació i al retrocés de la línia de dunes davanteres.

L'àrea de distribució de *Juniperus turbinata* Guss. a la costa catalana és molt reduïda i tot i que el savinar litoral es creu que mai no ha estat molt ben representat, actualment ha gairebé desaparegut i només forma l'hàbitat ben constituït en una única localitat (Punta de la Creueta, Tarragona), on està greument amenaçat per la freqüentació de la línia de costa. A les illes Balears, en canvi, sí que els savinars es troben a molts dels sistemes dunars. En el cas de l'illa de Mallorca els savinars es



FIGURA 1. Detall de les fulles i fruits de *Juniperus turbinata* Guss.

Detail of the leaves and fruits of *Juniperus turbinata* Guss

mantenen a les dunes de la badia d'Alcúdia i als sistemes dunars de la conca de Campos (Fig. 2).

En aquest treball s'ha efectuat un estudi de detall de la distribució de *Juniperus turbinata* a la costa catalana i una comparació de la composició florística, estructura i dinàmica del savinar relict de la Punta de la Creueta amb els savinars de diverses platges de Mallorca.

Mètodes

Àrea d'estudi

El savinar de la Punta de la Creueta (Tarragona) se situa en un sector litoral de la costa Daurada situat al nord de la ciutat de Tarragona, entre les platges Llarga i de Tamarit, i de gairebé 4 km de longitud (Fig. 3). Es tracta d'un sector costaner rocós de baixa altura modelat en calcarenites, biomicrites i biorudites del Miocè mitjà-superior (ICGC, 2007). El clima és del tipus mediterrani litoral, amb una temperatura mitjana anual de 16°C i una precipitació anual de 550 mm segons les dades de l'observatori més proper (Aemet, 2021). Entre els penya-segats s'intercalen petites cales de sorra que de nord a sud són: platja de la Mora, cala Becs i cala

Fonda. És una costa eminentment turística on s'ha desenvolupat el nucli de població de la Mora, constituït per una extensa urbanització de baixa densitat. Tant a la platja de Tamarit com a la platja Llarga s'ha permès la instal·lació de càmpings que limiten i ocupen en part el ja de per si disminuït cordó dunar. El savinar objecte d'aquest estudi se situa a l'extrem sud del tram rocós, a la Punta de la Creueta, que colonitza un mantell de sorra remuntant de gènesi eòlica alimentat pels sediments sorrencs procedents de la platja Llarga. Tant el savinar com una estreta faixa de terra que voreja la costa, des de la Punta de la Creueta fins a la platja de Tamarit, formen part de l'Espai d'Interès Natural Tamarit-Punta de la Mora-Costes del Tarragonès, inclòs a la xarxa Natura 2000.

En el cas de l'illa de Mallorca, s'han analitzat els savinars de quatre platges situades a l'est i al sud de l'illa. Les platges de na Patana i Son Real es localitzen a l'extrem sud de la badia d'Alcúdia, un sector de costa baixa sorrenca que es correspon amb el front costaner oriental del pla central mallorquí. Cala Agulla, situada al nord del cap de Capdepera, està modelada en els relleus calcaris més orientals de les serres de Llevant,

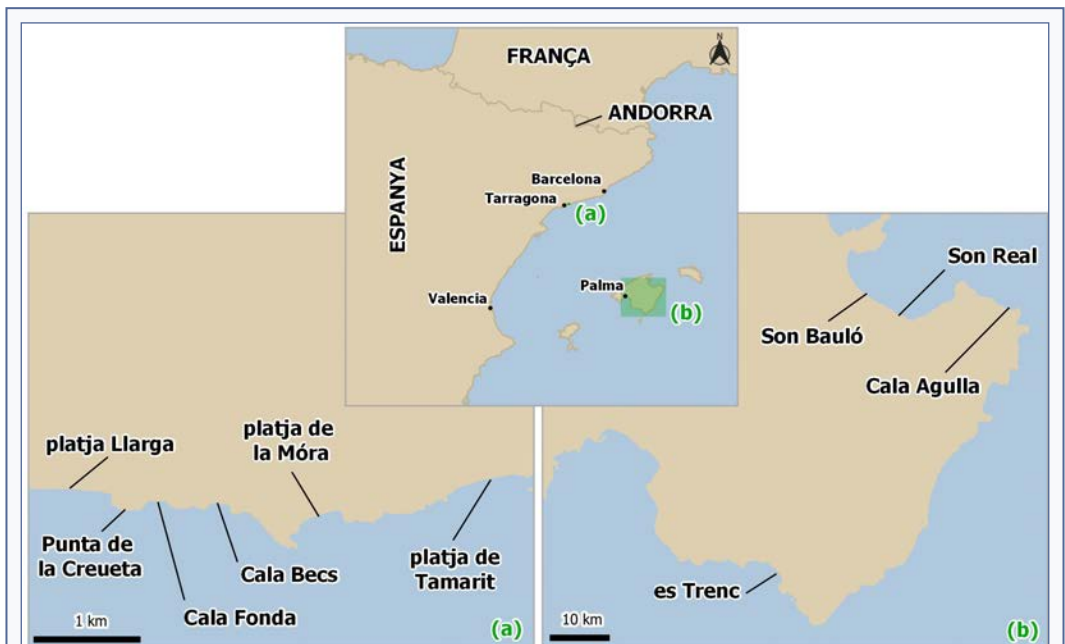


FIGURA 2. Localització de les àrees de estudi

Location of study areas

mentre que la platja des Trenc es localitza al sud de l'illa, a la depressió de la conca de Campos, en un sector de costa baixa on hi ha un cordó litoral associat a un extens sector d'aiguamolls i salines conegut com es Salobrar de Campos. El sistema dunar des Trenc és dels més extensos de les illes Balears.

L'estructura dels sistemes platja-duna de les illes Balears va des de la zona submergida fins a l'emergida, i es pot descriure a partir de cinc sectors descrits per Roig-Munar et al. (2018). Els sistemes dunars es configuren amb una zona mòbil i semiestabilitzada seguida d'una zona dunar estabilitzada. El sòl edàfic augmenta a l'interior, on els processos de deflació del vent són menors, i les morfologies s'estabilitzen per la vegetació arbustiva i arbòria. Hi ha poca aportació de sorra, i això només es produeix durant episodis de forts vents i segons sigui l'estat de desenvolupament del front dunar (Lynch et al., 2010), on sovint la vegetació d'aquestes zones està influenciada per l'acció humana amb finalitats agrícoles. Actualment l'estat dels sistemes dunars a Balears és de caire regressiu, no sols per l'estat de les formes dunars davanteres, sinó pel retrocés de la línia de costa (Martín-Prieto et al., 2018) que afecta a la superfície de platja i a la disponibilitat de sediment disponible per nodrir les formes dunars davanteres, amb l'agreujament de la presència de formes dunars de base (Roig-Munar, 2010).

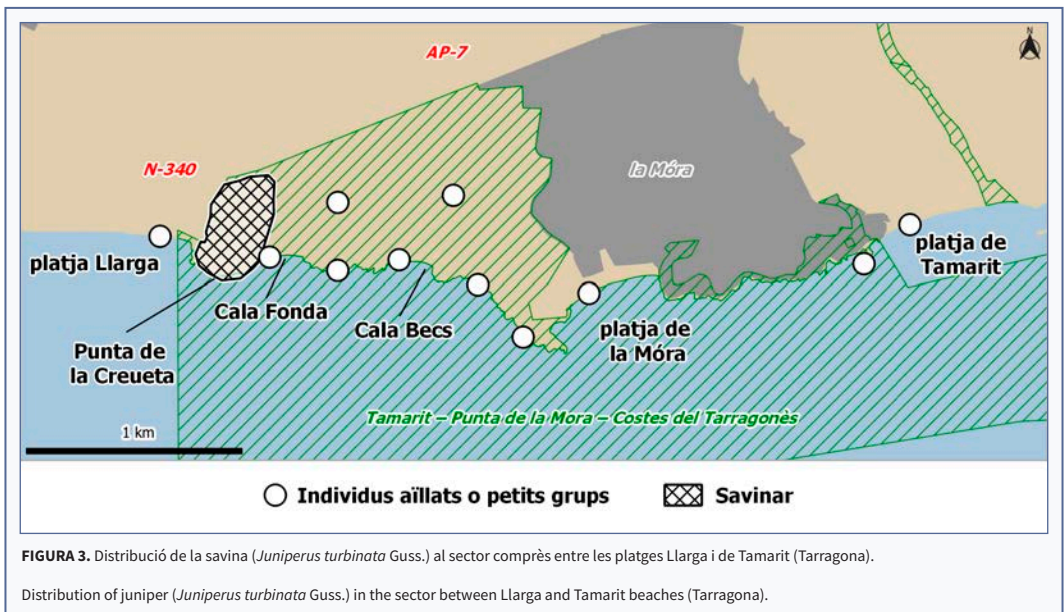
El clima en el sector sud i oriental de Mallorca és mediterrani litoral de tendència semiàrida, amb una temperatura mitjana anual al voltant dels 17°C i una precipitació que no depassa els 400 mm anuals. Totes les platges esmentades estan protegides per la figura Àrea Natural d'Especial Interès (ANEI) i la platja des Trenc forma part, des de 2017, del Parc Natural Marítim Terrestre Es Trenc - Salobrar de Campos”.

Materials

El treball de camp s'ha efectuat durant els mesos d'abril i maig de 2021 a la Punta de la Creueta (Tarragona) i l'abril del 2022 a les platges de Mallorca.

Per a la cartografia de detall de la presència de la savina es va seguir un transecte paral·lel a la línia de costa des de la platja de Tamarit fins a la platja Llargueta seguint el “camí de ronda” el qual transita per la cornisa dels penya-segats i baixa a cada cala. A la zona de la Punta de la Creueta, el savinar està compost per centenars d'exemplars i és aquí on s'han efectuat els inventaris.

Per a l'anàlisi de la composició florística, l'estructura de la comunitat i la seva dinàmica s'han fet un mínim de 10 inventaris de 25 m² a cada platja seguint el mètode de Braun-Blanquet. Amb les dades obtingudes s'ha confeccionat una taula sintètica (Taula 1) de la composició florística on s'indica mitjançant números romans



el grau de presència de cada espècie al conjunt dels inventaris segons el criteri següent:

II: espècie present en 20,1 – 40 % dels inventaris.

III: espècie present en 40,1 – 60 % dels inventaris.

IV: espècie present en 60,1 – 80 % dels inventaris.

V: espècie present en 80,1 – 100 % dels inventaris.

No s'han anotat a la llista sintètica les espècies presents en menys del 20 % dels inventaris. En nombres àrabs s'ha indicat l'abundància de l'espècie a la

comunitat, calculada a partir de la mitjana aritmètica de la xifra d'abundància-dominància obtinguda segons el mètode de Braun-Blanquet, aquesta xifra només s'ha representat en els casos en què la mitjana era superior a 1.

També s'ha fet constar, si escau, l'adscripció de les espècies als grups fitocenològics (classe, ordre, aliança, associació) utilitzats en la tipologia fitosociològica de la vegetació (Rivas-Martínez et al, 2002)

Espècie	Punta Creueta	Na Patana	Son Real	Es Trenc	Agulla	Característiques d'unitats fitocenològiques
<i>Pinus halepensis</i>	V-4	IV-2	III-2	III-2	IV-3	Pistacio-Rhamnetalia
<i>Juniperus turbinata</i>	IV-3	III-2	II-2	IV-3	III-2	Pistacio-Rhamnetalia
<i>Pistacia lentiscus</i>	III	III	IV	IV	III	Pistacio-Rhamnetalia
<i>Cistus salvifolius</i>	II	II	I			Cisto-Lavanduletea
<i>Pinus pinea</i>	II					
<i>Helichrysum stoechas</i> var. <i>maritimum</i>	II	II	II	I	I	Crucianelletalia
<i>Lotus creticus</i>		II	II	II	II	Ammophiletea
<i>Teucrium dunense</i>	I	II	II	II		Crucianellion
<i>Pancreatium maritimum</i>		I	II	I	II	Ammophiletea
<i>Rosmarinus officinalis</i>	I	I	I	I		Rosmarinetea
<i>Smilax aspera</i>	I	II	I			Quercetea-ilicis
<i>Eryngium maritimum</i>		I	I		I	Ammophiletalia
<i>Ononis ramosissima</i>	I		I			Crucianelletalia
<i>Phyllirea angustifolia</i>		I		I		Pistacio-Rhamnetalia
<i>Erica multiflora</i>		II				Rosmarino-Ericion
<i>Rubia peregrina</i>	II					Quercetea-ilicis
<i>Thymelaea velutina</i>		II				Rosmarino-Ericion
<i>Matthiola sinuata</i>				I		Crucianelletalia
<i>Anthyllis cytisoides</i>	I					Rosmarinetea
<i>Asparagus acutifolius</i>	I					
<i>Asparagus horridus</i>	I					Pistacio-Rhamnetalia
<i>Brachypodium retusum</i>	I					
<i>Dorycnium hirsutum</i>	I					
<i>Halimium halimifolium</i>	I					Coremation
<i>Juniperus oxycedrus</i> subsp. <i>oxycedrus</i>	I					Pistacio-Rhamnetalia
<i>Ammophila arenaria</i>	I					Ammophilion
<i>Thymelaea hirsuta</i>	I					Rosmarinetea

TAULA 1. Taula sintètica de la composició florística del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i de les platges mallorquines de na Patana, Son Real, es Trenc i Agulla.

Taula sintètica de la composició florística del savinar litoral de la Punta de la Creueta (Tarragona) i de les platges mallorquines de na Patana, Son Real, es Trenc i Agulla.



FIGURA 4. Fulles i flors de *Thymelaea velutina*, endemisme de les illes Gimnèsiques.

Leaves and flowers of *Thymelaea velutina*, Gymnesian islands endemism.

Resultats

En el cas del savinar de la Punta de la Creueta es van trobar exemplars dispersos de savina a tot el transsecte, des de la platja de Tamarit fins a la platja Llarga, tan sobre substrat rocós com en el límit interior d'alguna platja, en contacte amb les comunitats arbustives i arbòries de la sèrie de l'alzinar litoral. Al llarg d'aquest transsecte paral·lel a la línia de costa la savina formava part com a espècie acompanyant de la màquia de lleniscle que constitueix el marge arbusti de les pinedes litorals, sobretot sobre els penyals i espadats. Només a la Punta de la Creueta la savina passava a ser una de les espècies dominants del paisatge vegetal, tot colonitzant un mantell eòlic de sorra corresponent a una duna grimpadora procedent de la platja Llarga on el savinar adquireix trets de comunitat pròpia (Fig. 3).

En el cas de les platges de Mallorca analitzades el savinar es trobava sempre colonitzant el cordó dunar. Malgrat que sovint es descriu el savinar com una màquia de transició cap a la vegetació forestal i per tant situada a la part més interior de la platja alta, a les platges de Mallorca a causa del retrocés de la costa i de l'erosió de la duna davantera el savinar ocupa una posició força avançada i acompanyada d'espècies pròpies de les dunes mòbils (Fig. 4).

La Taula 1 mostra la composició florística dels savinars analitzats. Destaca en el cas del savinar de la Punta de la Creueta el predomini dels faneròfits i els camèfits

i la pobresa en espècies herbàcies, en contraposició als savinars de Doñana on predominen els tàxons herbàcics (Bejarano et al., 2014). Els savinars analitzats a les platges de Mallorca en canvi destaquen per la presència de diverses espècies psammòfiles, pel fet ja comentat de la seva proximitat als hàbitats dunars quan no per compartir un mateix biotop.

És a sota plena llum del sol on la savina mostra una major vitalitat i un recobriment del sòl superior al 80%, cosa que posa de manifest el seu caràcter heliòfil ja observat anteriorment per altres autors (Asensi et al., 2007). Als llocs on conviu sota un dosser arbori de *Pinus halepensis* i / o *P. pinea* la seva vitalitat i recobriment del sòl disminueixen notablement veient-se perjudicada per la competència amb els pins, fet que segons Sáez et al. (2010) augmenta la seva vulnerabilitat.

Sembla que la savina també mostra una major preferència pel substrat sorrenc dels mantells eòlics ja que la majoria d'individus de l'espècie es troben sobre les dunes, i són gairebé sempre individus aïllats els que s'han trobat colonitzant un substrat més compacte com el constituït per calcarenites.

Pel que fa a la classificació fitosociològica del savinar, la seva composició florística (Taula 1) l'allunya dels savinars del litoral meridional peninsular. Bolòs (1967) va assignar els fragments de savinars de les costes catalanovalencianes a l'associació *Juniperetum lyciae* Molinier 1953, descrita per als savinars provençals, sards i baleàrics, encara que els savinars catalano-valencians no posseeixen espècies característiques de l'associació més allà de *Juniperus turbinata*, que ho seria però territorial. En espera de nous estudis la classificació fitosociològica d'aquest savinar seria la següent:

Classe *Quercetea ilicis* Br.-Bl. ex A. & O. Bolòs 1950

Ordre *Pistacia lentisci-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martínez 1975

Aliança *Juniperion turbinatae* Rivas-Martínez 1975 corr. 1987

Associació *Juniperetum lyciae* Molinier ex O. Bolòs 1967

Des del punt de vista de la dinàmica de la vegetació els savinars estan amenaçats per diversos factors concurrents a l'espai litoral que ocupa. D'una banda, hi ha la competència vegetal natural amb *Pinus halepensis*, *P. pinea*, *Pistacia lentiscus* i altres arbustos de les màquies litorals que provoquen una disminució de la vitalitat i

la densitat dels individus de savina. De l'altra, l'erosió del mantell de sorra a causa del trepig derivat de l'alta freqüentació humana que suporten les platges, principalment en la temporada turística, facilitant l'acció del vent en la creació de passadissos de deflació eòlica i *blowouts* que impedeixen la colonització vegetal. (Roig-Munar et al., 2018).

La regressió de les poblacions de savina es relaciona amb la distància a la línia de costa com un dels factors més importants que afecten la comunitat vegetal (Ruocco et al., 2014). Tan sols la correcta gestió d'aquestes espais pot afavorir la conservació i la recuperació de les morfologies dunars i les comunitats associades (Roig-Munar et al., 2009). També exerceixen una influència negativa l'abocament de residus deguts a la freqüentació de l'espai i la introducció d'espècies al·lòctones.

En el cas de la comunitat de savines des Trenc aquesta es troba condicionada pel deteriorament del front dunar. La degradació del front dunar es produeix per l'aparició dels *blowouts* que donen lloc a espais

sense vegetació i també per la sobrefreqüentació per part dels visitants, que afecta un hàbitat d'interès comunitari prioritari.

Discussió i conclusions

La distribució de *Juniperus turbinata* a la costa catalana es concentra en una àrea de poca extensió situada a l'entorn de la ciutat de Tarragona. En aquest sector es poden trobar individus aïllats o petits grups que no arriben a crear un hàbitat propi, excepte a la Punta de la Creueta on es conserva una població de centenars d'individus. A Mallorca *J. turbinata* és una espècie comuna a la majoria de platges, principalment a les que mantenen sistemes dunars amb conservació de formes dunars com seria el cas de les platges analitzades en aquest treball.

A la Punta de la Creueta els savinars més densos es troben formant una orla arbustiva al revers dels penya-segats (Fig. 4), on l'acumulació de sorra no és gaire gruixuda i l'aerosol salí degut a la proximitat al mar limita el creixement de *P. halepensis*, que adopta



FIGURA 5. Savinar formant una densa màquia sobre el replà d'un penya-segat a la Punta de la Creueta (Tarragona).

Community of junipers forming a dense maquis on the shoulder of a cliff at Punta de la Creueta (Tarragona).



FIGURA 6. A: Platja des Trenc, descalçament de les savines a causa de la morfologia blowout de front de duna. B: Platja des Trenc, erosió del front dunar i desarrelament de les savines situades a la duna davantera. C: Cala Agulla, retrocés de la platja i el front dunar i exposició del savinar situat a la duna davantera. D: Cala Agulla, processos de descalçament de duna que afecta les savines. És un sistema amb un estat regressiu del front dunar. E: Son Bauló, la vegetació es troba just en una zona de transit i s'observa que la duna davantera es troba associada a mantells actius degut a l'erosió del front dunar. F: Son Real presenta un front dunar més estable i la vegetació ocupa la zona interna, sense estar associada a processos de deflació.

A: Platja des Trenc, undercutting of the junipers due to the blowout morphology of the dune front. **B:** Platja des Trenc, erosion of the dune front and uprooting of the junipers located in the frontal dune. **C:** Cala Agulla, retreat of the beach and the dune front and exposure of the junipers located in the frontal dune. **D:** Cala Agulla, dune stripping processes that affect junipers. It is a system with a regressive state of the dune front. **E:** Son Bauló, the vegetation is located right in a transit area and it is observed that the foredune is associated with active mantles due to the erosion of the dune front. **F:** Son Real presenta un front dunar més estable i la vegetació ocupa la zona interna, sense estar associada a processos de deflació.

formes condicionades per la dinàmica eòlica. A mesura que el gruix del mantell de sorra i la distància al mar augmenten, disminueix la presència de la savina i els pins formen un estrat arborei gairebé continu.

A les platges mallorquines es dona una situació similar, a la màquia que es forma a la duna semiestabilitzada, el savinar és més dens a la part més propera al mar. Als sectors on la coberta vegetal és més densa i les sorres difícilment són mobilitzades pel vent, la savina perd vitalitat ja que hi tenen entrada altres arbustos alts juntament amb els pins. As Trenc, la línia de costa presenta un estat regressiu i les formes dunars es corresponen amb l'estadi 4, segons la classificació de Hesp (2002), amb un elevat percentatge de morfologies de tipus *blowout*, fet que afecta la conservació de les comunitats de savinar. La cala Agulla presenta unes formes dunars relativament ben conservades, en l'estadi 3 segons Hesp (2002) però amb pocs símptomes d'anar cap a estadis de recuperació (Fig. 5)

La composició florística d'aquests savinars està integrada per espècies majoritàriament procedents dels matolls mediterranis heliòfils i dels alzinars litorals, mentre que hi manquen algunes espècies pròpies de l'aliança fitosociològica en la qual es classifica i que són comunes en el litoral meridional de la península ibèrica. La competència amb *Pinus halepensis* i *Pistacia lentiscus* és perjudicial per a la savina, fet que juntament amb l'alta freqüentació humana de l'espai i l'erosió de les formes dunars suposa una amenaça seriosa a la seva conservació en un futur a mitjà termini.

Als factors que condueixen a una disminució de l'àrea ocupada pel savinar cal afegir-hi el fet de la poca habilitat de *J. turbinata* per colonitzar nous llocs, potser pel fet que segons Otto et al (2010), el principal agent dispersor de les llavors de *Juniperus* són algunes espècies de sargantana i només marginalment alguna au. En conseqüència, la majoria de llavors es dispersen al voltant dels individus adults, i les plàntules es veuen beneficiades per la seva presència (Minissale & Scian-drello, 2013) i és incert l'èxit d'una dispersió més llunyan. El resultat de la concurrència dels factors descrits és la disminució de l'àrea ocupada per la savina i l'expansió dels pins i altres espècies procedents de les màquies litorals com *Pistacia lentiscus*, *Smilax aspera* i *Phyllirea angustifolia*.

Un canvi en l'estructura morfològica del sistema platja-duna dels espais analitzats podria tenir efectes

molt negatius sobre la població romanent d'aquesta espècie. És per tant que resulta difícil separar les causes antròpiques de les climàtiques en l'estat actual de les poblacions, tot i que els efectes antròpics adquireixen major rellevància si el sistema presenta regressió.

La presència d'una primera línia de dunes ben desenvolupada es postula com a factor clau per disminuir les taxes de transport de sediment des de la platja emergida cap a l'interior del complex de dunes, afectant a les comunitats vegetals de savinars, tant en sobre-sedimentació com en descalçament. La presència de morfologies *blowout* al llarg de la primera línia de dunes també incrementa la vulnerabilitat de les espècies associades. La topografia derivada d'aquestes morfologies, la forma de corredor, suposa una canalització del flux eòlic i un increment substancial de la velocitat gràcies a la pressió estàtica de la pròpia topografia. Això té conseqüències tant pel transport sedimentari i les taxes d'erosió, generant alts índexs de transport de sediment que, procedent de la platja alta i la primera línia de dunes. Per tot això, és molt important que existeixi una primera línia de dunes ben conservada en els sistemes platja-duna, ja que ajudarà que els patrons d'erosió disminueixin des de la platja cap al interior.

Les diferències principals entre el savinar de la Punta de la Creueta i els savinars de les platges mallorquines estudiades estan en l'estructura de la comunitat i en la composició florística. Si es comparen els inventaris efectuats en posicions topogràfiques similars, s'observa que a la Punta de la Creueta a la màquia que voreja la massa forestal i ocupa una posició més externa, les savines formen grans claps i amb un recobriment del sòl molt alt, mentre que a les platges de Mallorca, les savines no presenten un recobriment del sòl tan elevat ja que es tracta generalment d'individus aïllats.

Pel que fa a la composició florística, aquesta es troba influïda per les característiques del substrat on es desenvolupa la comunitat. A la Punta de la Creueta el savinar ha colonitzat un mantell eòlic de sorra fixada on predominen les espècies del *Quercion ilicis*, mentre que a les platges de Mallorca les savines es troben sobre cordons dunars actius, tant sobre sorres semifixades de la rereduna, com en posicions més avançades de la duna davantera, fet que condiciona una elevada presència d'espècies psammòfiles.

Agraïments

Els autors volen agrair els comentaris i suggeriments d'en Llorenç Sáez i un altre revisor anònim que han ajudat a millorar el text original. Aquest treball s'ha realitzat gràcies al finançament atorgat pel Ministeri de Ciència i Innovació i els fons FEDER al projecte "Gestió integrada de la zona costanera 2.0: Eines per implementar l'enfocament ecosistèmic a la gestió de platges", Referència: RTI2018-095677-B-I

Bibliografia

- Adams, R. P. 2011.** The Junipers of the world: The genus *Juniperus*. Victoria BC: Trafford.
- Adams, R. P., Boratinsky, A., Arista, M., Schwarzbach, A. E., Leschner, H., Liber, Z., Minissale, P., Mataraci, T. & Manolis, A. 2013.** Analysis of *Juniperus phoenicea* from throughout its range in the Mediterranean using DNA sequence data from nrDNA and pet-NpsbM: The case for the recognition of *J. turbinata* Guss. *Phytologia*, 95: 202–209.
- Aemet 2021: Servicios climáticos. Datos climatológicos.** www.aemet.es (consulta el 15/10/2021).
- Asensi, A., Díez-Garretas, B. & Quézel, P. 2007.** Plant communities of *Juniperus turbinata* Guss. subsp. *turbinata* in the Mediterranean region. A biogeographical, bioclimatical and syntaxonomical survey. *Phytocoenologia*, 37 (3-4): 599-623.
- Bañares, Á., Blanca, G., Guemes, J., Moreno, J., & Ortiz, S. (Eds.). 2004.** Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España. Dirección General para la Biodiversidad, Publicaciones del O.A.P.N. Madrid.
- Bejarano, R., Romo, A. & Salvà, M. 2014.** Fitodiversidad del sabinar de *Juniperus turbinata* Guss. del Parque Nacional de Doñana, en Cámara, R., Rodríguez, B. y Muriel, J.L. (eds.). Biogeografía de sistemas litorales. Dinámica y conservación, 193-196. Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Bolòs, O. 1967.** Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Vol. XXXVIII, 1. Barcelona.
- Bolòs, O. & Molinier, R. 1956.** Recherches phytosociologiques dans l'île de Majorque. *Collectanea Botanica*, V(1): 699-866.
- Bolòs, O. & Molinier, R. 1969.** Vue d'ensemble de la végétation des Îles Baléares. *Vegetatio*, Vol. 17 (1): 251-270. Springer.
- Boratynski, A., Lewandowski, A., Boratynska, K., Montserrat, J. M. & Romo, A. 2009.** High level of genetic differentiation of *Juniperus phoenicea* (Cupressaceae) in the Mediterranean region: Geographic implications. *Plant Systematics and Evolution*, 277: 163–172.
- Cámara, R., Díaz del Olmo, F. & Borja, C. 2013.** Muestreo en transecto de formaciones vegetales de fanerófitos y caméfitos (MIFC) (II): estudio de los sabinares de la Reserva Biológica de Doñana (RBD) (España). *Estudios Geográficos*, Vol. LXXIV, 274: 89-114.
- De Juan, C., Rico, L. & Traveset, A. 2015.** Estado de conservación de *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa* en el frente dunar de la bahía de Alcúdia, en el norte de Mallorca. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, 58: 193-203.
- Farjon, A. 2005.** A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. Kew: Royal Botanical Gardens.
- Hesp, P. A. 2002.** Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology, and dynamics. *Geomorphology*, 48: 245-268.
- ICGC (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya) 2007.** Base de dades geològiques 1:50.000. Generalitat de Catalunya. Barcelona.
- Lebreton, P. & Thivend, S. 1981.** Sur une sous-espece du genévrier de phénicie *Juniperus phoenicea* L. définie a partir de criteres biochimiques. *Naturalia Mospeliensia*, ser. Bot., 47: 1-12.
- Lynch, K., J. & Cooper, J.A. 2010.** Coastal foredune topography as a control on secondary airflow regimes under offshore winds. *Earth Surface Processes and Landforms*, 35 (3): 344-353. DOI: 10.1002/esp.1925
- Martín Prieto, J. Á., Roig Munar, F. X., Rodríguez Perea, A., Pons, G. X., Mir Gual, M., & Gelabert, B. 2018.** Anàlisi de la evolució històrica de la línia de costa de la playa de es Trenc (S. de Mallorca): causas y consecuencias. *GeoFocus (Artículos)*, 21: 187-214.
- Mazur, M., Klajbor, K., Kielich, M., Sowiniska, M., Romo, A., Montserrat, J. M. & Boratynski, A. 2010.** Intra-specific differentiation of *Juniperus phoenicea* in the western Mediterranean region revealed in morphological multivariate analysis. *Dendrobiology*, 63: 21-31.
- Mazur, M., Minissale, P., Sciandrello, S., & Boratynski, A. 2016.** Morphological and ecological comparison of populations of *Juniperus turbinata* Guss. and *J. phoenicea* L. from the Mediterranean region. *Plant Biosystems*, 150: 313–322.
- Minissale P. & Sciandrello, S. 2013.** A relic wood of *Juniperus turbinata* Guss. (Cupressaceae) in Sicily: Structural and ecological features, conservation perspectives. *Plant Biosystems*, 147, 145–157.
- Otto, R., Krüsi, B. O., Delgado, J. D., Fernández-Palacios, J. M., García del Rey, E. & Arévalo, J. R. 2010.** Regeneration niche of the Canarian juniper: The role of adults, shrubs and environmental conditions. *Ann. For. Sci.*, 67(709): 1-9.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. 2001.** Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica*, 14: 5-341.
- Rivas-Martínez, S., Díaz, T. E., Fernández-González, F., Izco, J., Loidi, J., Lousa, M. & Penas, A. 2002.** Vascular plant communities of Spain and Portugal. *Itinera Geobotanica*, 15 (1): 5-432 i 15 (2): 433-922.
- Roig-Munar, F. X. 2010.** Aplicació de criteris geomorfològics en la gestió dels sistemes litorals arenosos de les Illes Balears. Tesi Doctoral.

Dept. Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears.

Roig-Munar, F. X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J. A. & Pons, G. X. 2009. Soft management of beach-dune systems as a tool for their Sustainability. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 1284-1288.

Roig-Munar, F. X., Martín Prieto, J. Á., Pintó, J., Rodríguez-Perea, A. & Gelibert, B., 2018. Coastal management in the Balearic Islands. In: *The Spanish coastal systems. Dynamic processes, Sediments and Management*, J.A. Morales, (Ed). Springer: 765-787.

Romo, A. & Salvà-Catarineu, M. 2013. La phytodiversité dans les rémanents de la forêt endémique de genévrier d'El Hierro, îles Canaries. *Ecologia Mediterranea*, 39: 191-199.

Ruocco, M., Bertoni, D., Sarti, G. & Ciccarelli, D. 2014. Mediterranean coastal dune systems: Which abiotic factors have the most influence on plant communities? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 149: 213-222.

Sáez, L.L., Aymerich, P. & Blanché, C. 2010. *Llibre vermell de les plantes endèmiques i amençades de Catalunya*. Argania. Barcelona.

Salva-Catarineu, M., Romo, A., Mazur, M., Zielińska, M., Minissale, P., Dönmez, A. A., Boratyńska, K. & Boratyński, A. 2021. Past, present, and future geographic range of the relict Mediterranean and Macaronesian *Juniperus phoenicea* complex. *Ecology and Evolution*, DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.7395>.