

GEA, FLORA ET FAUNA

L'associació *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* a Catalunya

Jordi Bou Manobens* & Lluís Vilar Sais*

* LAGP-Flora i Vegetació. Institut de Medi Ambient. Universitat de Girona. Campus de Montilivi. 17003 Girona.

Autor per a la correspondència: Jordi Bou: A/e: jordi.bou.manobens@gmail.com

Rebut: 12.02.2021; Acceptat: 01.03.2021; Publicat: 31.03.2021

Resum

Els prats dels sorral fixats del litoral del *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* O. Bolòs 1962, constitueixen una comunitat de gran interès naturalístic per la seva singularitat. La distribució coneguda fins el moment a Catalunya es limitava al Baix Llobregat, on Bolòs (1962) va descriure l'associació a partir d'un sol inventari fet el 1950. En el decurs d'un estudi de la vegetació dunar de les comarques de Girona s'han trobat noves localitats per aquesta associació a l'Alt Empordà i el Baix Empordà, arribant així a un total de sis localitats. L'escrit presenta 12 inventaris inèdits que permeten analitzar la comunitat des dels punts de vista fitosociològic i ecològic. Aquests prats de rereduna tenen una distribució i extensió molt limitada degut a la destrucció de l'hàbitat i a la pèrdua de les dinàmiques naturals. La variabilitat de l'associació permet diferenciar fins a tres varietats ecològiques noves, sempre marcades per la presència d'espècies dels *Thero-Brachypodietea*. Es tracta d'una comunitat efímera, de transició entre les unitats dunars de l'*Ammophilion arundinaceae* i la vegetació mediterrània llenyosa, amb un elevat interès de conservació i un alt grau d'amenaça. Mitjançant les observacions i inventaris fets, l'escrit posa en rellevància aquests prats i la necessitat d'aprofundir en el seu coneixement per tal de poder preservar-los dins d'un litoral profundament transformat.

Paraules claus: Hàbitat d'Interès Comunitari, Empordà, fitosociologia, vegetació dunar, prat, *Bartsia trixago*, successió ecològica.

Abstract

The *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* association in Catalonia

The coastal fixed sands grassland of *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* O. Bolòs 1962, comprises a community of great ecological interest due to its unique character. Up to now, its known distribution in Catalonia has been limited to the county of Baix Llobregat, where Bolòs (1962) described the association on the basis of a single inventory made in 1950. In the course of a dune vegetation study conducted in the province of Girona, new localities for this association were identified in the Alt Empordà and Baix Empordà counties, bringing the total number of localities to six. This paper presents 12 unpublished inventories that have enabled us to analyse the community from phytosociological and ecological perspectives. These backdune meadows are very limited in both distribution and extent, due to habitat destruction and the loss of natural dynamics. The variability of the association allows us to distinguish up to three new ecological varieties, always marked by the presence of *Thero-Brachypodietea* species. The community is ephemeral, in transition between *Ammophilion arundinaceae* dune units and Mediterranean vegetation, and is of great conservation interest as well as being highly threatened. Based on the observations and inventories made, this paper highlights the importance of these meadows and the need to increase our knowledge of them, in order to preserve them within a profoundly transformed coastline.

Key words: Habitat of Community Interest, Empordà, phytosociology, dune vegetation, grassland, *Bartsia trixago*, ecological succession.

Introducció

Els ecosistemes dunars del litoral català són un element singular del patrimoni natural del territori, i ofereixen nombrosos serveis ecosistèmics (Defeo *et al.*, 2009; Everard *et al.*, 2010; Valls *et al.*, 2017; Rodríguez-Revelo *et al.*, 2018), entre els que destaquen ser una barrera de protecció pels hàbitats del litoral davant els temporals i l'erosió (Judge *et al.*, 2003; McLachlan & Brown, 2006; Pries *et al.*, 2008; Taylor *et al.*, 2015). Per altra banda, la flora que contenen aquests ambients és molt específica, degut a les condicions ambien-

tals particulars d'aquest hàbitat. De fet, la vegetació dunar és típicament coneguda per la seva zonificació paral·lela a la línia de costa, que es veu influenciada per diversos factors abiòtics com el vent, l'onatge, les marees, la salinitat del sòl, la granulometria de les sorres, les dinàmiques costeres i la morfologia dunar (Acosta *et al.*, 2007; Doody, 2008; Isermann, 2011).

La vegetació dels sistemes dunars a Catalunya ha estat estudiada florísticament de forma força completa, tal com es pot comprovar amb els nombrosos treballs publicats, (Braun-Blanquet *et al.*, 1936; Bolòs, 1950, 1962, 1967; Rivas Goday

& Rivas Martínez, 1958; Bech & Hernández, 1976; Lapraz, 1976; Perdigo & Papió, 1985; Curcó, 1990; Seguí, 1994; Farràs & Velasco, 1994; Franquesa, 1995; Hoyo & González, 2001; Gesti, 2006; Seguí & Batriu, 2009; Vilar & Quintana, 2014). Gràcies a aquests treballs, es coneix amb prou detall la composició típica de les associacions més abundants a les dunes de Catalunya: *Cypero mucronati-Agropyretum juncei* Kühnholtz-Lordat ex Br.-Bl. 1933, *Ammophiletum arundinaceae* Br.-Bl. (1921) 1933 i *Crucianelletum maritimae* Br.-Bl. 1933. En canvi no es el cas per altres comunitats de reduna, en part perquè estan pobrament representades al territori, a causa dels impactes sobretot antròpics al litoral.

Actualment els sistemes dunars es troben entre els ecosistemes més amenaçats tant a nivell europeu com global (Hesp & Martínez, 2007; Schlacher *et al.*, 2007; Janssen *et al.*, 2016; Marcenò *et al.*, 2018). Els factors que més amenacen la seva biodiversitat són el desenvolupament urbanístic, seguit del sobreús recreacional d'aquests espais (Janssen *et al.*, 2016). Durant les últimes dècades, les modificacions antròpiques del paisatge litoral (Martí, 2005; Malavasi *et al.*, 2013), conjuntament amb el creixement de la indústria turística i totes les activitats relacionades (Romano & Zullo, 2014; Mir-Gual *et al.*, 2015), han danyat severament els fràgils sistemes dunars (Garcia, 2019; Sperandii *et al.*, 2019a). També s'han de considerar la proliferació de les espècies invasores (Janssen *et al.*, 2016), que causen grans impactes sobre les comunitats vegetals (Marcantonio *et al.*, 2014; Del Vecchio *et al.*, 2015a; Sperandii *et al.*, 2018). Per últim, no es pot ometre el context de canvi climàtic, que pot afectar a la vegetació dunar alterant el període vegetatiu, facilitant l'expansió d'espècies termòfiles, tant natives como exòtiques (Sobrino Vesperinas *et al.*, 2001; UNEP-MAP-RAC/SPA, 2010; Del Vecchio *et al.*, 2015b). Lamentablement, aquest context europeu es repeteix a Catalunya on les últimes dècades es calcula que el 60 % de sistemes dunars han desaparegut i que el 30 % s'han reduït de dimensió, quedant només el 10 % en un estat de conservació favorable (Garcia, 2019).

Al tractar-se d'hàbitats amb un grau alt d'amenaça, es dediquen molts esforços per a la seva conservació (Roig-Munar, 2016; Sperandii *et al.*, 2019b). De fet, tots els hàbitats dunars de Catalunya són hàbitats d'interès comunitari a nivell europeu (HIC; CEE, 1992), amb les implicacions en gestió i conservació corresponents. En el cas concret que pertoca en aquest treball, el HIC 2240 Dunes amb prats d'annuals dels *Thero-Brachypodietalia*, és un hàbitat representat a Catalunya per una única associació *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* que només era coneguda a una sola localitat al delta del Llobregat. Aquesta associació va ser descrita per Bolòs (1962), a partir d'un sol inventari publicat d'aquesta comunitat (Bolòs, 1950), que inicialment s'havia identificat com una forma del *Crucianelletum maritimae* on la successió ja havia avançat amb plantes del *Thero-Brachypodion* i de les garrigues. La informació que es té sobre el *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* és molt limitada degut a la seva raresa i a què només es disposa de la interpretació fitosociològica de l'inventari en qüestió que va fer Bolòs (1962) i una breu descripció en el Manual dels hàbitats de Catalunya (Carreras *et al.*, 2017).

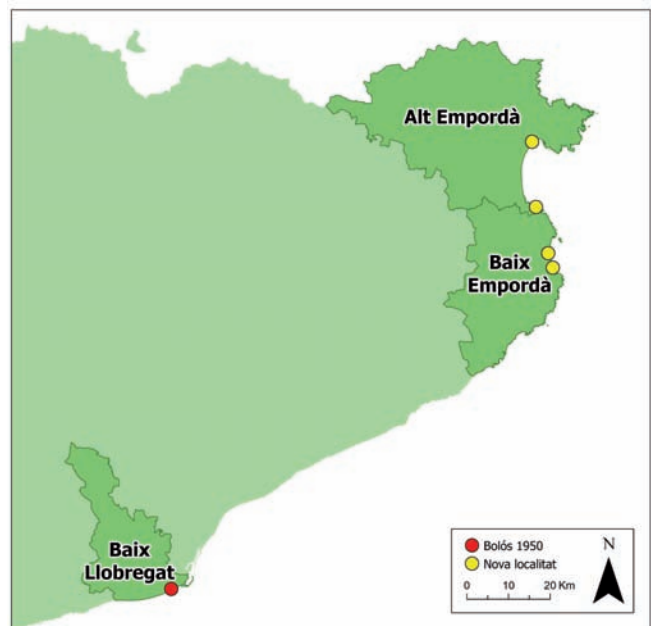


Figura 1. Àrea d'estudi. En vermell, la localitat on ja es tenia constància (Bolòs, 1950) del pradell de *Bartsia trixago* i, en groc, les noves localitats que s'aporten en aquest estudi.

En el decurs d'un estudi per aprofundir en el coneixement de les comunitats dunars a Catalunya, s'han realitzat tot un seguit d'inventaris als sistemes dunars amb els que s'ha pogut identificar per primer cop al litoral de l'Empordà la presència del *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* fora del delta del Llobregat (Fig. 1). Aquest estudi té un caire fitosociològic, però també tracte aspectes claus de les dinàmiques del paisatge dels sistemes dunars i aporta noves de dades sobre la singularitat i l'interès de conservació d'aquesta comunitat.

Materials i mètodes

El territori estudiat en el present treball comprèn el litoral, entre les comarques de l'Alt Empordà i del Baix Empordà. Les localitats estudiades es troben dins del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà i del Parc Natural del Montgrí, les Illes Medes i el Baix Ter; a excepció d'un inventari de la Rovina situat just a la perifèria de l'àmbit del Parc, però dins de la xarxa Natura 2000. Una descripció detallada de les característiques del territori es pot trobar a Gesti (2006), Vilar & Quintana (2014) i Bou & Jover (2016).

L'estudi i la caracterització de les comunitats s'ha realitzat mitjançant l'aixecament de 12 inventaris segons el mètode sigmatista de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1964), amb la determinació de totes les espècies i una anàlisi i catalogació dels inventaris. Pel que fa a la denominació dels tàxons, pel noms científics s'ha seguit la nomenclatura de la Flora Manual dels Països Catalans (Bolòs *et al.*, 1993), excepte per les espècies que donen nom a l'associació. Alhora s'ha disposat d'un inventari inèdit cedit per Jordi Carreras i Albert Ferré d'un nou punt a la localitat de Gavà (Baix Llobregat).

Resultats i discussió

Descripció fitosociològica

Ass. *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* O. Bolòs 1962 nom. corr. (art. 44) [*Bellardio-Holoschoenetum australis* O. Bolòs 1962 nom. inept.]; pradell de *Bartsia trixago* dels sorrells fixats del litoral.

Prat d'annuals de sovint 30-70 cm d'alçària i amb un recobriment del sòl del 70-95 %, ric en teròfits alguns de les quals poden ser força abundants, com ara *Lagurus ovatus* o *Rumex bucephalophorus* (Fig. 2). També s'hi fan alguns geòfits primaverals entre els quals algunes orquídiades. Els hemicriptòfits són freqüents, tot i que tenen un rol secundari, com *Dactylis glomerata* subsp. *hispanica*, mentre que la presència de camèfits no és molt rica, però més o menys constant com en el cas d'*Helianthemum apenninum*. Finalment, els faneròfits no hi són molt presents, però conjuntament amb algun camèfit (Ex: *Thymus vulgaris*) donen un aspecte diferencial respecte la resta de vegetació dunar.

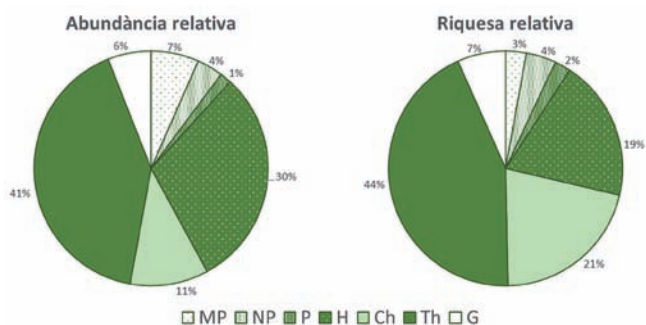


Figura 2. Espectres de formes vitals de la comunitat en abundància relativa i riquesa relativa. Abreujacions: MP, macrofaneròfits; NP, nanofaneròfits; P, faneròfits; H, hemicriptòfits; Ch, camèfits; Th, teròfits; G, geòfits.

L'associació *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* es diferencia per la presència de l'espècie característica *Bartsia trixago*, i per l'abundància dels tàxons propis de la Class. *Thero-Brachypodietea*, entre els que cal destacar *Scabiosa atropurpurea*, *Trifolium scabrum*, *Catapodium rigidum* i *Silene nocturna*. Aquest conjunt de plantes sol anar acompanyat d'espècies psammòfiles (*Teucrium polium* subsp. *dunense* o *Medicago littoralis*) que diferencien l'associació respecte els altres prats secs de l'aliança *Thero-Brachypodion*. També hi ha plantes silicícules de l'Ord. *Helianthemetalia guttati*, com és el cas d'*Helianthemum guttatum* o *Aira caryophyllea*.

Cal destacar que a diferència dels inventaris del delta del Llobregat de Bolòs (1950), cap dels inventaris actuals no té presència de *Scirpoides holoschoenus*, essent només present un tàxon característic de la Class. *Molinio-Arrhenatheretea* (*Linum angustifolium* subsp. *usitatissimum*). Però si que s'observa un clar caràcter de prat sec de l'All. *Thero-Brachypodion* que el separa de les comunitats de plantes arenícules que es troben en els sistemes dunars.

Pel que fa a les formes corològiques, les més freqüents són les plantes mediterrànies i les pluriregionals (Fig. 3). Tot i que la freqüència d'espècies exòtiques és baixa, a la localitat hi hem observat *Carpobrotus edulis*, que es podria estendre fàcilment per l'hàbitat.

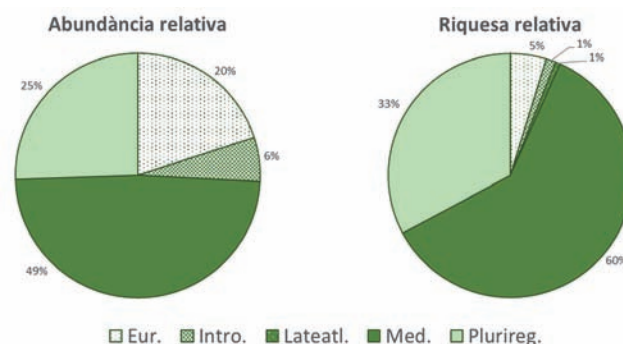


Figura 3. Espectres de les corologies de la comunitat en abundància relativa i riquesa relativa. Abreujacions: Eur., eurosiberiana; Intro., introduïda; Lateatl., late-atlànica; Med., mediterrània; Plurireg., pluriregional.

Els pradells de *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* de mitjana tenen una riquesa florística de 22 tàxons per inventari, sense gaires espècies singulars. Cal destacar la presència d'*Astragalus tragacantha*, espècie protegida dins del Pla d'Espais d'Interès Natural (Annex 3 del Decret 328/1992, de 14 de desembre, per el que s'aprova el Pla d'Espais d'Interès Natural. Espècies de la flora estrictament protegides) com una planta singular dins dels espais naturals protegits del Cap de Creus, Illes Medes i Baix Ter (Generalitat de Catalunya, 2008).

Holotypus

Bolòs (1950: 50) [sub *Crucianelletum maritimae* Br.-Bl. (1921) 1933 etapa avançada de sucesió hacia el *Trero-Brachypodion*]; designat a Bolòs (1962: Taula 22) [sub *Bellardio-Holoschoenetum australis*] (art. 18).

Sintaxonomia

Associació descrita per Bolòs (1962) a partir d'un inventari del delta del Llobregat, amb el nom *Bellardio-Holoschoenetum australis*, que seguint l'article 44 del Codi Internacional de Nomenclatura Fitosociològica (Theurillat *et al.*, 2021), s'ha d'anomenar *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* O. Bolòs 1962 nom. corr. El nom emprat a Bolòs (1962) provenia de l'espècie característica de l'associació *Bellardia trixago*, que actualment s'inclou dins del gènere *Bartsia* (Benedí, 2009), així com d'anomenar el jonc boval *Holoschoenus vulgaris* Link. i de considerar la varietat *australis*, però actualment el tàxon s'anomena *Scirpoides holoschoenus* (L.) Soják. i no hi ha un consens sobre el valor taxonòmic d'aquesta raça, per la qual cosa s'opta per anomenar el sintàxon com a *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni*.

Els nous inventaris concorden amb la presència de plantes de la Class. *Thero-Brachypodietea* observades fins ara, i

n'afegeixen de noves per aquesta associació. La diferència més notable és l'absència de *Scirpoides holoschoenus* en el nous inventaris, ja que a l'*holotypus* hi era força abundant. Tanmateix, la composició florística global, l'ecologia i la colorologia coincideixen i permeten adscriure els nous inventaris al *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni*.

Aquesta associació va ser descrita per Bolòs (1962) dins l'All. *Thero-Brachypodion*, ja que es tractava de prats amb una important riquesa d'espècies d'aquesta aliança. Posteriorment Rivas-Martínez *et al.* (2001) proposen de situar aquesta associació dins de l'All. *Molinio-Holoschoenion vulgaris* Br.-Bl. ex Tchou 1948, de l'Ord. *Holoschoenetalia vulgaris* Br.-Bl. ex Tchou 1948, de la Class. *Molinio-Arrhenatheretea* Tüxen 1937. Aquesta proposta no seria adequada si s'analitzen el conjunt d'inventaris disponibles actualment, ja que hi ha poca presència d'espècies de prats humits. Per aquest motiu, seguim el criteri original proposat per Bolòs (1962).

Dins de l'associació hi distingim tres variants ecològiques:

Var. *Catapodium rigidum*. Variant típica i la més propera als *Thero-Brachypodion*. Les espècies diferencials són: *Catapodium rigidum*, *Arenaria serpyllifolia* i *Petrorhagia prolifera*. Inv.: 1-9.

Var. *Thymelaea hirsuta*. Variant menys madura i més propera a l'*Ammophilion arundinaceae*. Les espècies diferencials són: *Thymelaea hirsuta* i *Medicago marina*. Inv.: 12 i 13.

Var. *Cistus albidus*. Variant més madura de l'associació, amb abundància d'espècies llenyoses. Les espècies diferencials són: *Cistus albidus* i *Pinus halepensis*. Inv.: 10 i 11.

Existeix també un inventari a Bolòs (1950: 66), que l'autor descriu com una fase de transformació del *Crucianalletum* cap a l'associació rica en geòfits. Després d'analitzar l'inventari s'ha de concloure que es tracta també del prat de *Bartsia trixago*, tot i que aquest tàxon és absent a l'inventari. De fet al ser una fase en transformació, no es pot acabar d'identificar com a cap de les varietats ecològiques trobades.

Distribució

Les úniques localitats on s'havia observat aquesta associació fins el moment eren al delta del Llobregat (Baix Llobregat), al costat de l'estany de l'Illa, a uns 8-10 m s.n.m. i a Gavà, a l'estany de la Murtra (Bolòs, 1950). Actualment la primera d'aquestes localitats ha desaparegut, mentre que a la segona s'han observat pradells de poca superfície (Jordi Carreras, com. pers.). Ara s'hi afegeixen les noves localitats de les comarques de Girona, ampliant així l'àrea de distribució de l'associació a l'Empordà. Les localitats de l'Alt Empordà es troben aïllades entre si, la de més al nord a la Rovina a 0,8 m s.n.m. (Fig. 4), entre un ambient de maresmes i el sistema dunar actiu, i la del sud al Bol Roig, en unes sorres consolidades sobre d'un penya-segat a 10 m s.n.m. En el cas del Baix Empordà s'ha observat l'associació a dues localitats, però també es troben aïllades per diversos elements. La localitat de la Fonollera a 1 m s.n.m., se situa en una rereduna desconnectada del cordó dunar, i a Ràdio Liberty hi ha diversos rodals al llarg de l'espai (3-6 m s.n.m. De moment, només es disposen d'inventaris de Ràdio Liberty. Si bé sempre es trac-



Figura 4. Pradell de *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* a la Rovina (Alt Empordà), envoltat de vegetació halòfila.

ta de pradells de dimensions reduïdes, en el cas de la Rovina n'hi ha dos una mica més extensos de més de 2000 m² cada un (Bou *et al.*, 2020).

També existeix una cita d'aquesta associació a Mallorca de Martínez Taberner (1983), però de la qual no aporta cap inventari.

Ecologia i dinàmica vegetal

Aquesta comunitat creix en els sorrals fixats del litoral, en reredunes estables, on les dinàmiques de les sorres són poc actives. La seva distribució potencial semblaria estar relacionada a la distribució de *Bartsia trixago* i els prats secs dels *Thero-Brachypodietea*, de manera que també podria créixer en altres punts del litoral català, i en d'altres regions de clima mediterrani òptims per aquesta tipologia de tàxons. Actualment té una distribució i extensió molt limitada, segurament degut a la destrucció de l'hàbitat i a la pèrdua de les dinàmiques naturals que afavoreixen l'aparició d'aquests ambients, motiu pel qual fins ara només s'havia localitzat en un sol punt de Catalunya.

Aquest alt grau d'impactes sobre la comunitat fa difícil l'estudi de la seva ecologia, però a partir dels inventaris efectuats i a l'observació de la seva variabilitat, es pot deduir aproximadament la seva dinàmica vegetal. Al tractar-se d'una comunitat de rereduna, l'associació semblaria presentar una successió similar a la del *Crucianalletum maritimae* típic, que com més estable és l'ambient, més plantes mediterrànies acaben colonitzant la comunitat. En alguns casos hi ha dunes residuals colonitzades per brolles o garrigues al litoral, però l'existència d'aquests prats seria una sèrie successional alternativa. En aquests cas una sèrie més lenta en el procés d'establiment de faneròfits, possiblement lligada a sòls més pobres en nutrients que no afavoreix l'establiment de les plantes llenyoses. En aquests casos la successió porta a l'associació *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni*, que, com demostra la variant ecològica de *Thymelaea hirsuta*, té certa afinitat amb el *Crucianalletum maritimae*. En aquests inventaris s'observen amb certa freqüència alguns taxons més propis del *Crucianalletum maritimae* (*Thymelaea hirsuta* i *Medicago marina*), els quals, a mesura que madura la comunitat, van desapareixent a favor de plantes característiques dels *Thero-Brachypodietea*, i acaben formant el *Bartsia trixaginis-Scirpoi-*



Figura 5. Pradell de *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* a la Rovina (Alt Empordà), on en primer terme s'observa *Pinus halepensis*.

detum holoschoeni var. *Catapodium rigidum*. Aquest pradell d'annuals va modificant el sòl, afavorint a la llarga l'entrada de faneròfits, com els pins i les estepes (Fig. 5), fenomen que acaba transformant la comunitat cap al *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* var. *Cistus albidus*. Aquesta última varietat ecològica seria més afí a les brolles, i faria pensar que la potencialitat de l'associació estaria relacionada amb una brolla mediterrània i amb pinedes secundàries.

Es tractaria, doncs, de comunitats efímeres de transició entre les unitats dunars de l'*Ammophilon arundinaceae* i la vegetació mediterrània. El nínxol ecològic compartit per les plantes característiques de l'associació i l'aliança tindrien un espai en el temps curt, ja que només creix en alguns sorrals fixats amb condicions determinades. Tanmateix, és necessari aprofundir en aquestes condicions òptimes per tal de poder detallar més l'ecologia de la comunitat, alhora que s'hauria d'aprofundir més en la dinàmica vegetal d'aquest sintàxon tan singular del sistema dunar de Catalunya.

Interès de conservació

El pradell de *Bartsia trixago* dels sorrals fixats del litoral només és present a sis localitats, i en la majoria de casos es tracta de superfícies exigües, a excepció de la localitat de la Rovina, on hi ha algun pradell més gran. La seva extensió territorial i forma d'implantació territorial fan d'aquests prats una comunitat de raresa notable. La composició florística més típica d'aquesta comunitat (*Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* var. *Catapodium rigidum*) presenta una riquesa d'entre 22 i 29 tàxons per inventari, entre els quals es pot trobar *Astragalus tragacantha*, espècie singular que dona un elevat interès naturalístic a l'hàbitat. Alhora, el grau de maduresa és elevat, ja que és una comunitat de dunes fixades que segueix a les associacions dunars corresponents. És per aquest motiu que l'hàbitat CORINE "16.229 Llistonars (prats de *Brachypodium retusum*) i altres prats secs amb teròfits, colonitzadors d'arenys marítims", a la que s'atribueix aquesta associació té un Interès de Conservació (IC) de 16 sobre 24 (Carreras & Ferré, 2013). Tot i que tenint en compte els nous inventaris el seu IC hauria de ser de 17, ja que la riquesa sol ser superior a 20, de manera que el valor de "Ri-

quesa florística (biodiversitat)" (IC1) hauria de ser de 3, i no pas de 2 com fins ara era considerat.

Les característiques de la comunitat també la fan molt vulnerable a pertorbacions i impactes. La seva raresa al territori és una de les seves principals fragilitats, ja que qualsevol tipus de situació pot comprometre fàcilment gran part de les localitats. A més, el seu caràcter efímer de pradell ric en teròfits fa que sigui una comunitat de transició molt sensible, on la mateixa successió natural tendeix a transformar-la fàcilment. L'entrada d'espècies llenyoses és clarament un element clau a tenir en compte en l'ecologia i la seva conservació. Aquestes característiques són especialment problemàtiques per una comunitat del litoral marítim català, on hi ha hagut una important destrucció d'hàbitats durant el segle XX i a on la pressió turística és molt elevada, ja que la combinació d'aquests dos contextos representa una vulnerabilitat important. Per aquest motiu, el grau d'amenaça considerat per l'hàbitat 16.229 es de 3 (Carreras & Ferré, 2013). Tot i que observant els nous inventaris el seu grau hauria de ser de 4, ja que el nombre de localitats es menor de 20.

Durant la realització dels inventaris s'ha pogut comprovar com aquests pradells estan situats a prop de platges d'elevada freqüentació estival, amb paisatges profundament transformats. En aquest sentit, la localitat de Ràdio Liberty és la que té més minimitzada aquests impactes, ja que l'espai té l'accés tancat al públic. La localitat de l'estany de l'Illa és el cas contrari, on l'ampliació de la tercera pista de l'Aeroport, entre altres equipament, han transformat la vegetació de l'entorn (González *et al.*, 2016), alterant de forma important la vegetació dunar (Jordi Carreras, com. pers.). Pel que fa als usos actuals, també cal tenir en compte que la sobrepastura existent a la Rovina desafavoreix la conservació d'aquest pradell, ja que empobreix la comunitat i afavoreix la presència de *Parentucellia viscosa* que acaba fent poblaments molt importants (Bou *et al.*, 2020). Com que en tots els casos es tracta d'espais dins de la Xarxa Natura 2000, hauria de ser viable el control d'aquests tipus d'impactes sobre la comunitat. De la mateixa manera que en bona part del litoral, les espècies invasores són una amenaça per aquests pradells, ja que en ocupar poca superfície, fàcilment poden quedar totalment coberts per espècies com ara *Carpobrotus edulis*, que a part d'aparèixer en un inventari de Radio Liberty, també va ser observat a prop d'algun inventari de la Rovina. En darrer lloc, cal considerar la pròpia dinàmica natural d'aquesta comunitat, que tendeix a tancar-se, desapareixent els prats actuals vers brolles i pinedes secundàries. En el paisatge primitiu s'anirien formant nous ambients on creixeria aquesta comunitat a la rereduna, però actualment les dinàmiques dunars estan molt alterades, i només es produiria el primer fenomen. Això implica la necessitat de més estudis per poder planificar una gestió activa específica, segons els diferents casos, i, si pot ser, la seva restauració.

Considerant l'elevat interès de conservació i el grau alt d'amenaça, juntament amb les observacions fetes en aquest estudi, es posa de manifest la necessitat de l'elaboració d'unes bases estratègiques per a la preservació d'aquests pradells singulars de reredunes. Per una gestió adequada de la vegetació dunar de Catalunya és necessari, doncs, aprofundir en el coneixement de l'ecologia d'aquests pradells de *Bartsia trixago*, ja que són un element únic d'aquests ecosistemes.

Esquema sintaxonomicClass. *Thero-Brachypodietea* Br.-Bl. 1947Ord. *Thero-Brachypodietalia* (Br.-Bl.) R. Mol. 1934All. *Thero-Brachypodion* Br.-Bl. 1925Suball. *Parentucellenion latifoliae* Bharucha 1933 em. nom. O.

Bolòs 1981

Ass. *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni* O. Bolòs 1962

Seguim aquí l'esquema sintaxonomic clàssic per aquest sintàxon, si bé sembla que caldria incloure'l a la classe *Lygeo sparti-Stipetea tenacissimae* (Rivas-Martínez *et al.*, 2001; Mucina *et al.*, 2016).

Taula 1. Pradell de *Bartsia trixaginis-Scirpoidetum holoschoeni*.

| Número d'inventari | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|---|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|------|
| Àrea estudiada (m2) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | - | - | 25 | 25 | 25 | 25 | - |
| Alçària de l'estrat arbori (m) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 12 | 8 | 0 | 0 | 12,5 |
| Recobriment de l'estrat arbori (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | 70 | 95 | 0 | 0 | 50 |
| Alçària de l'estrat arbustiu (cm) | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 50 | 80 | - | - | 200 | 50 | 0 | 100 | - |
| Recobriment de l'estrat arbustiu (%) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | - | - | 10 | 40 | 0 | 10 | - |
| Alçària de l'estrat herbaci (cm) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 30 | 50 | - | - | 70 | 30 | 70 | 70 | - |
| Recobriment de l'estrat herbaci (%) | 90 | 90 | 90 | 90 | 95 | 80 | 90 | - | 70 | 50 | 20 | 60 | 60 | 60 |
| Recobriment total de la vegetació (%) | 90 | 90 | 90 | 90 | 95 | 90 | 90 | - | 70 | 100 | 100 | 60 | 60 | 60 |
| Nombre d'espècies | 29 | 27 | 32 | 22 | 22 | 22 | 23 | 24 | 21 | 17 | 17 | 15 | 14 | 28 |
| Característiques de l'associació | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bartsia trixago</i> | 1 | 1 | 1 | + | + | + | + | | 2 | + | + | + | + | |
| Característiques de l'aliança, l'ordre i la classe | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Scabiosa atropurpurea</i> | + | | + | + | + | | | + | 2 | | | 2 | + | |
| <i>Catapodium rigidum</i> subsp. <i>hemipoa</i> | + | + | + | + | | | | 1 | + | | | | | + |
| <i>Trifolium scabrum</i> | + | + | + | + | | | + | | + | | | | | |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> | + | + | + | | + | | | 1 | | | | | | |
| <i>Silene nocturna</i> | + | | + | | | | | | | + | + | | + | |
| <i>Sedum album</i> | + | + | + | | + | | | | | | | | | |
| <i>Petrorhagia prolifera</i> | + | + | + | | + | | | | | | | | | |
| <i>Urospermum dalechampii</i> | | | | | | + | + | | | + | | | | + |
| <i>Cerastium pumilum</i> | + | + | + | | | | | + | | | | | | |
| <i>Linum strictum</i> | | + | | | | | + | 2 | 1 | | | | | |
| <i>Plantago albicans</i> | | + | | | | | | 2 | + | | | | | + |
| <i>Paronychia argentea</i> | | | | | | + | + | | (+) | | | | | |
| <i>Psoralea bituminosa</i> | | | | | | | | | | 2 | + | | + | |
| <i>Hedypnois rhagadioloides</i> | | + | + | | | | + | | | | | | | |
| <i>Vulpia myuros</i> | + | + | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Helianthemum ledifolium</i> | + | + | | | | | | | | | | | | |
| <i>Brachypodium distachyon</i> | | | | | | | | | | + | + | | | |
| <i>Centaurea aspera</i> | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| <i>Asterolinon linum-stellatum</i> | | | | | | | | 1 | + | | | | | |
| <i>Hippocrepis multisiliquosa</i> | | | | | | | | + | (+) | | | | | |
| <i>Argyrobium zanonii</i> | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Filago pyramidata</i> | | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Hyparrhenia hirta</i> | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| <i>Leontodon taraxacoides</i> | | | | | | | + | | | | | | | |
| <i>Leontodon tuberosus</i> | | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Medicago minima</i> | | | | + | | | | | | | | | | |
| <i>Ophrys tenthredinifera</i> | | | | | | | | | | | | | | 1 |
| <i>Reichardia picroides</i> subsp. <i>picroides</i> | | | | | | | | | | | + | | | |
| <i>Ruta chalepensis</i> | | | | | | | | + | | | | | | |
| Espècies psammòfiles | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Teucrium polium</i> subsp. <i>dunense</i> | | + | + | | + | + | + | + | (+) | + | | | 1 | + |
| <i>Medicago littoralis</i> | | | + | + | | + | + | | | | | | | + |
| <i>Pancratium maritimum</i> | | | | | | + | + | | | | | | | + |
| <i>Thymelaea hirsuta</i> | | | | | | | | | | | | + | + | 1 |
| <i>Elymus farctus</i> subsp. <i>farctus</i> | | | | | | | | | | | | + | + | |
| <i>Medicago marina</i> | | | | | | | | | | | | + | + | |
| <i>Echinophora spinosa</i> | | | | | | | | | | | | + | + | |
| <i>Ephedra distachya</i> | | 1 | | | | | | | | | | + | | |
| <i>Ononis natrix</i> subsp. <i>ramosissima</i> | | | | | | | | | | + | | | | 2 |
| <i>Aetheorhiza bulbosa</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| <i>Euphorbia terracina</i> | | | | | | | | + | | | | | | + |

| Número d'inventari | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|--|---|---|---|---|-----|-----|---|---|-----|----|----|----|----|----|
| <i>Crucianella maritima</i> | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Cutandia maritima</i> | | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Cyperus capitatus</i> | | | | | | | | | | | + | | | |
| <i>Euphorbia paralias</i> | | | | | | | | | + | | | | | |
| <i>Rumex roseus</i> | | | | | | | | | | + | | | | |
| <i>Silene cf. niceensis</i> | | | | | | | | + | | | | | | |
| <i>Silene sclerocarpa</i> | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Sporobolus pungens</i> | | | | | | + | | | | | | | | |
| <i>Vulpia membranacea</i> subsp. <i>fasciculata</i> | | | | | | | 2 | | | | | | | |
| Companyes | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lagurus ovatus</i> | + | 2 | + | 1 | | 1 | 3 | 3 | + | 1 | + | 2 | 1 | |
| <i>Avena barbata</i> | + | + | + | + | + | | + | | + | | + | | | |
| <i>Helichrysum stoechas</i> | | + | + | | + | + | | | | | + | 1 | 1 | + |
| <i>Dactylis glomerata</i> subsp. <i>hispanica</i> | + | + | + | | | | + | | + | | + | | + | |
| <i>Daucus carota</i> subsp. <i>maritimus</i> | + | | + | + | | + | | | + | | | | | 1 |
| <i>Alyssum maritimum</i> subsp. <i>maritimum</i> | | | + | + | | | + | | | | + | + | + | |
| <i>Helianthemum apenninum</i> subsp. <i>apenninum</i> | + | + | + | | | + | + | | | + | | | | |
| <i>Plantago lagopus</i> | 1 | + | + | + | + | | | | | | | | | |
| <i>Sedum sediforme</i> | | | | | | + | | | | + | + | 2 | | + |
| <i>Cistus salviifolius</i> | | | | | | | | + | + | | 2 | | + | 1 |
| <i>Linum angustifolium</i> subsp. <i>usitatissimum</i> | + | + | + | | + | | | | | | | | | |
| <i>Anagallis arvensis</i> | + | | | + | | | + | | | | | + | | |
| <i>Trifolium campestre</i> | + | + | | + | | | | | + | | | | | |
| <i>Blackstonia perfoliata</i> | + | 1 | + | | + | | | | | | | | | |
| <i>Rumex bucephalophorus</i> subsp. <i>bucephalophorus</i> | 1 | 1 | 1 | + | | | | | | | | | | |
| <i>Aira caryophyllea</i> | | | + | + | + | | | | | | | | | |
| <i>Plantago crassifolia</i> | 2 | | | | + | 1 | | | | | | | | |
| <i>Koeleria phleoides</i> | | | | | | | | + | 1 | | | | | + |
| <i>Thymus vulgaris</i> | + | + | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Orobanche minor</i> | | | + | 1 | | | + | | | | | | | |
| <i>Dipcadi serotinum</i> | | | | | + | | + | 1 | | | | | | |
| <i>Pinus halepensis</i> | | | | | | (+) | | | | 1 | | | | + |
| <i>Pistacia lentiscus</i> | | | | | | | | + | (+) | + | | | | |
| <i>Astragalus tragacantha</i> | | | | | 1 | 1 | + | | | | | | | |
| <i>Scirpoides holoschoenus</i> | | | | | | | | | 3 | | | | | 3 |
| <i>Limonium narbonense</i> | + | | | | + | | | | | | | | | |
| <i>Artemisia campestris</i> | + | | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Festuca glauca</i> | | | | | | 1 | + | | | | | | | |
| <i>Gladiolus</i> sp. | + | | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Lathyrus cf. clymenum</i> | | | | | | | | | | + | + | | | |
| <i>Parentucellia viscosa</i> | | | + | 1 | | | | | | | | | | |
| <i>Plantago coronopus</i> | | | | + | | | + | | | | | | | |
| <i>Polycarpon tetraphyllum</i> | | | + | | | + | | | | | | | | |
| <i>Psilurus incurvus</i> | | + | + | | | | | | | | | | | |
| <i>Cynodon dactylon</i> | | | | + | | | | + | | | | | | |
| <i>Sonchus tenerrimus</i> | | | | | | + | | + | | | | | | |
| <i>Eryngium campestre</i> | | | | | | | | | 1 | | | | | + |
| <i>Asparagus acutifolius</i> | | | | | | | | | 1 | + | | | | |
| <i>Pinus pinea</i> | | | | | | | | | + | | 3 | | | |
| <i>Cistus albidus</i> | | | | | | | | | | + | + | | | |
| <i>Carpobrotus edulis</i> | | | | | (+) | | | | | | + | | | |
| <i>Corynephorus canescens</i> | | | | | | | | | | | | + | + | |
| <i>Helianthemum guttatum</i> | | + | + | | | | | | | | | | | |

Entre parèntesis quan el tàxon era present fora de l'inventari.

Companyes presents només en un inventari

- Allium* sp., *Serapias lingua*, *Juncus bufonius*, *Sherardia arvensis*.
- Inula viscosa*, *Lathyrus ochrus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium angustifolium*.
- Asparagus officinalis*, *Olea europaea*, *Schoenus nigricans*, *Torilis arvensis*.
- Limonium virgatum* L.
- Echinops ritro*, *Romulea ramiflora*, *Rosmarinus officinalis*.
- Bromus* cf. *diandrus*, *Oryzopsis miliacea*.
- Euphorbia segetalis*, *Rhamnus alaternus*, *Rubia peregrina*, *Yucca aloifolia*.
- Lavandula stoechas*, *Linum trigynum*, *Silene nutans*.
- Scrophularia canina*.
- Asphodelus fistulosus*, *Clematis flammula*, *Muscari neglectum*, *Odontides lutea*, *Ophrys fusca*, *Sanguisorba* sp., *Vicia* sp.

Procedència dels inventaris

- 1 Castelló d'Empúries, sorrals de la Rovina, Alt Empordà EG1178 (11/05/2020)
- 2 Castelló d'Empúries, sorrals de la Rovina, Alt Empordà EG1178 (11/05/2020)
- 3 Castelló d'Empúries, sorrals de la Rovina, Alt Empordà EG1178 (11/05/2020)
- 4 Castelló d'Empúries, sorrals de la Rovina, Alt Empordà EG1178 (11/05/2020)
- 5 Castelló d'Empúries, sorrals de la Rovina, Alt Empordà EG1178 (11/05/2020)
- 6 l'Escala, Bol Roig, Alt Empordà EG1262 (25/05/2020)
- 7 l'Escala, Bol Roig, Alt Empordà EG1262 (25/05/2020)
- 8 Inventari inèdit de Jordi Carreras i Albert Ferré 2018 (Gavà, camí de la Pineda, Baix Llobregat DF1969)
- 9 Inventari publicat a Bolòs (1950) i Bolòs (1962) (Estany de l'Illa, Baix Llobregat)
- 10 Pals, Ràdio Liberty, Baix Empordà EG1648 (8/06/2020)
- 11 Pals, Ràdio Liberty, Baix Empordà EG1648 (8/06/2020)
- 12 Pals, Ràdio Liberty, Baix Empordà EG1648 (19/06/2020)
- 13 Pals, Ràdio Liberty, Baix Empordà EG1648 (19/06/2020)
- 14 Inventari publicat a Bolòs 1950 (Estany de la Murtra, Baix Llobregat)

Agraïments

Volem agrair a Jordi Carreras i Albert Ferré la cessió d'un inventari de vegetació i els comentaris aportats. Aquest estudi s'ha realitzat dins de diferents projectes, però principalment sota l'empara dels projectes ECOPLAYA del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (RTI2018-095677-B-I00).

Bibliografia

- Acosta, A., Ercole, S., Stanisci, A., Pillar, V. D. P. & Blasi, C. 2007. Coastal vegetation zonation and dune morphology in some Mediterranean ecosystems. *Journal of Coastal Research* 236: 1518-1524.
- Bech, J. & Hernández, A. M. 1976. Estudios sobre suelos y vegetación del delta del Llobregat. *Collectanea Botanica (Barcelona)* 10: 33-105.
- Benedí, J. 2009. *Bartsia* L. P. 501-505. In: Benedí, C., Rico, E. & Güemes, J. (eds). *Flora iberica* 13. Real Jardí Botánico. CSIC. Madrid.
- Bolòs, A. 1950. *La vegetación de las comarcas barcelonesas*. Instituto Español de Estudios Mediterráneos. Barcelona. 579 p.
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarca próximas al litoral situadas entre los los rios Llobregat y Segura. *Memorias la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 38 (1): XX.
- Bolòs, O. 1962. *El paisaje vegetal barcelonés*. Cátedra ciudad de Barcelona. Barcelona. 192 p.
- Bolòs, O., Vigo, J., Masalles, R. M. & Ninot, J. M. 1993. *Flora manual dels Països Catalans*. Editorial Pòrtic, Barcelona. 1247 p.
- Bou, J. & Jover, M. 2016. Cartografia digital dels hàbitats CORINE i dels Hàbitats d'Interès Comunitari del Parc Natural del Montgri, les Illes Medes i el Baix Ter, escala 1:10.000. Disponible en: http://atzavara.bio.ub.edu/geoveg/docs/Memoria_cartografia_habitats_Montgri2016.pdf. [Data de consulta: 11 gener 2021]
- Bou, J., Vilar, L. & Quintana, X. 2020. Cartografía digital de los hàbitats de la Rovina, escala 1:5.000. Universitat de Girona. Informe técnico para Tragsatec. 55 p.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Vienna. Vienna. 631 p.
- Braun-Blanquet, J., Font Quer, P., Braun-Blanquet, G., Frey, E., Jansenm, P. & Moor, M. 1936. *L'excursion de la SIGMA en Catalogne (Pâques 1934)*. Communication SIGMA num. 38. 37 p.
- Carreras, J. & Ferré, A. 2013. *Avaluació del grau d'amenaça i de l'interès de conservació dels hàbitats de Catalunya*. Universitat de Barcelona. Barcelona. 130 p.
- Carreras, J., Ferré, A. & Vigo, J. (eds). 2017. *Manual dels hàbitats de Catalunya: catàleg dels hàbitats naturals reconeguts en el territori català d'acord amb els criteris establerts pel CORINE biotopes manual de la Unió Europea*. 8 volums. Edició revisada. Departament de Territori i Sostenibilitat.
- CEE. 1992. Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hàbitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Bruselas.
- Curcó, A. 1990. La vegetació del Delta de l'Ebre (I): les comunitats dunars (Classe Ammophiletea Br.-Bl. et Tx. 1943). *Butlletí del Parc Natural del Delta l'Ebre* 5: 9-18.
- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher, T. A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. & Scapini, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 81 (1): 1-12.
- Del Vecchio, S., Pizzo, L. & Buffa, G. 2015a. The response of plant community diversity to alien invasion: evidence from a sand dune time series. *Biodiversity and Conservation*. 24: 371-392.
- Del Vecchio, S., Prisco, I., Acosta, A. T. R. & Stanisci, A. 2015b. Changes in plant species composition of coastal dune habitats over a 20-year period. *AoB Plants* 7: 1-10.
- Doody, J. P. (ed). 2008. Sand dune inventory of Europe, 2nd ed. National Coastal Consultants and EUCC – The Coastal Union, IGU Coastal Commission. Peterborough. 685 p.
- Everard, M., Jones, L. & Watts, B. 2010. Have we neglected the societal importance of sand dunes? An ecosystem services perspective. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20: 476-487.
- Farràs, A. & Velasco, E. 1994. *Les comunitats vegetals de les zones humides de l'Alt Empordà*. In: Gosálbez, J., Serra, J. & Velasco, E. (eds.) *Els sistemes naturals dels aiguamolls de l'Empordà*. Institució Catalana d'Història Natural (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural 13). Barcelona. 228 p.
- Franquesa, T. 1995. *El paisatge vegetal de la península del cap de Creus*. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona. 628 p.
- Garcia, C. 2019. Els sistemes dunars de la costa catalana. Evolució històrica, estat actual i potencial de restauració. Tesis doctoral. Universitat de Girona. Girona. 270 p.
- Generalitat de Catalunya. 2008. Decret 172/2008, de 26 d'agost, de creació del Catàleg de flora amenaçada de Catalunya.
- Gestí, J. 2006. *El poblament vegetal dels Aiguamolls de l'Empordà*. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona. 862 p.
- González, V., Hoyo, R., Seguí, J.M. & Valverde, A. 2016. *Flora*

- vascular del delta del Llobregat. Institució Catalana d'Història Natural. 514p.
- Hesp, P.A. & Martínez, M.L. 2007. *Disturbance processes and dynamics in coastal dunes*. In: Johnson, E.A. & Miyanishi, K. (ed.). *Plant Disturbance Ecology: The Process and the Response*. Academic Press, Elsevier. 720p.
- Hoyo, R. & González, V. 2001. Anàlisi de l'estat de la vegetació i catàleg florístic del paratge de la pineda de Cal Francès i la seva zona litoral (Viladecans, Delta del Llobregat). *Spartina* 4: 79–106.
- Isermann, M. 2011. Patterns in species diversity during succession of coastal dunes. *Journal of Coastal Research* 27: 661–671.
- Janssen, J.A.M., Rodwell, J.S., García Criado, M., Gubbay, S., Haynes, T., Nieto, A., Sanders, N., Landucci, F., Loidi, J., Szymank, A., Tahvanainen, T., Valderrabano, M., Acosta, A., Aronsson, M., Arts, G., Attorre, F., Bergmeier, E., Bijlsma, R.J., Bioret, F., Biță-Nicolae, C., Biurrun, I., Calix, M., Capelo, J., Čarni, A., Chytrý, M., Dengler, J., Dimopoulos, P., Essl, F., Gardfjell, H., Gigante, D., Giusso Del Galdo, G., Hájek, M., Jansen, F., Jansen, J., Kapfer, J., Mickolajczak, A., Molina, J.A., Molnár, Z., Paternoster, D., Piernik, A., Poulin, B., Renaux, B., Schaminée, J.H.J., Šumberová, K., Toivonen, H., Tonteri, T., Tsiropidis, I., Tzonev, R. & Valachovič, M. 2016. European Red List of Habitats. Part 2. Terrestrial and Freshwater Habitats. European Union. Luxembourg. 44 p.
- Judge, E.K., Overton, M.F. & Fisher, J.S. 2003. Vulnerability Indicators for Coastal Dunes. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering* 129: 270–278.
- Lapraz, G. 1976. Recherches phytosociologiques en Catalogne. *Collectanea Botanica* X: 205–279.
- Malavasi, M., Santoro, R., Cutini, M., Acosta, A.T.R. & Carranza, M.L. 2013. What has happened to coastal dunes in the last half century? A multitemporal coastal landscape analysis in Central Italy. *Landscape and Urban Planning* 119: 54–63.
- Marcantonio, M., Rocchini, D. & Ottaviani, G. 2014. Impact of alien species on dune systems: a multifaceted approach. *Biodiversity and Conservation* 23: 2645–2668.
- Marcenò, C., Guarino, R., Loidi, J., Herrera, M., Isermann, M., Knollová, I., Tichý, L., Tzonev R.T., Acosta, A.T.R., Fitzpatrick, U., Iakushenko, D., Janssen, J.A.M., Jiménez-Alfaro, B., Kačák, Z., Keizer-Sedláková, I., Kolomiychuk, V., Rodwell, J.S., Schaminée, J.H.J., Šilc, U. & Chytrý, M. 2018. Classification of European and Mediterranean coastal dune vegetation. *Applied Vegetation Science* 21: 533–559.
- Martí, C. 2005. La transformació del paisatge litoral de la Costa Brava: Anàlisi de l'evolució (1956-2003), diagnòstic de l'estat actual i prognòstic de futur. Tesi doctoral. Universitat de Girona. Girona. 631p.
- Martinez Taberner, A. 1983. La franja dunar de la badia d'Alcúdia (Mallorca) I. Estat actual de la maquia de *Juniperus oxycedrus* L. subsp. *macrocarpa* (Sibth. et S.) Ball. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 27: 7–22.
- Mclachlan, A. & Brown, A.C. (eds). 2006. *The ecology of sandy shores*. Elsevier. Burlington. 392p.
- Mir-Gual, M., Pons, G.X., Martín-Prieto, J.A. & Rodríguez-Perea, A. 2015. A critical view of the Blue Flag beaches in Spain using environmental variables. *Ocean and Coastal Management* 105: 106–115.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Willner, W., Dengler, J., García, R.G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F., Bergmeier, E., Santos Guerra, A., Ermakov, N., Valachovič, M., Schaminée, J., Lysenko, T., Didukh, Y., Pignatti, S., Rodwell, J., Capelo, J., Weber, H., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S. & Tichý, L. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19 (S1): 3–264.
- Perdigó, M.T. & Papió, C. 1985. La vegetación litoral de Torredembarra (sud de Catalunya). *Collectanea Botanica* 16: 215–226.
- Pries, A.J., Miller, D.L. & Branch, L.C. 2008. Identification of Structural and Spatial Features that Influence Storm-Related Dune Erosion along a Barrier-Island Ecosystem in the Gulf of Mexico. *Journal of Coastal Research* 4: 168–175.
- Rivas-Martínez, S., Fernández-González, F., Loidi, J., Lousã, M. & Penas, A. 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotanica* 14: 5–341.
- Rivas Goday, S. & Rivas Martínez, S. 1958. Acerca de la *Ammophiletea* del Este y Sur de España. *Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles*. XVI: 549–564.
- Rodríguez-Revelo, N., Espejel, I., Arredondo García, C., Ojeda-Revah, L. & Sánchez-Vázquez, M.A. 2018. *Environmental Services of Beaches and Coastal Sand Dunes as a Tool for Their Conservation*. In: Botero, C., Cervantes, O. & Finkl, C.W. (eds) *Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies*. Springer International Publishing AG.
- Roig-Munar, F.X. (ed). 2016. *Restauració i gestió de sistemes dunars. Estudi de casos*. Càtedra de Geografia i Pensament Territorial. Girona. 222p
- Romano, B. & Zullo, F. 2014. The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: Fifty years of unsustainability. *Land use policy* 38: 26–36.
- Schlacher, T.A., Dugan, J., Schoeman, D.S., Lastra, M., Jones, A., Scapini, F., Mclachlan, A. & Defeo, O. 2007. Sandy beaches at the brink. *Diversity and Distributions* 13: 556–560.
- Seguí, J.M. 1994. Alguns aspectes de la vegetació del Delta del Llobregat. Direcció General del Medi Natural. DARP. Generalitat de Catalunya.
- Seguí, J.M. & Batriu, E. 2009. *Línies d'estudi de la biodiversitat al delta del Llobregat. Anàlisi, estructura i composició de les comunitats vegetals psammòfiles. Any 2009*. Consorci per la Protecció i Gestió dels Espais Naturals del Delta del Llobregat.
- Sobrino Vesperinas, E., González Moreno, A., Sanz Elorza, M., Dana Sánchez, E., Sánchez Mata, D. & Gavilán, R. 2001. *The expansion of thermophilic plants in the Iberian Peninsula as a sign of climatic change*. In: Walther, G.R., Burga, C.A. & Edwards, P.J. (eds) "Finger-prints" of climate change. Kluwer Academic/Plenum Publisher. New York. 184p
- Sperandii, M.G., Bazzichetto, M., Acosta, A.T.R., Barták, V. & Malavasi, M. 2019a. Multiple drivers of plant diversity in coastal dunes: A Mediterranean experience. *Science of The Total Environment* 652: 1435–1444.
- Sperandii, M.G., Bazzichetto, M., Gatti, F. & Acosta, A.T.R. 2019b. Back into the past: Resurveying random plots to track community changes in Italian coastal dunes. *Ecological Indicators* 96: 572–578.
- Sperandii, M.G., Prisco, I. & Acosta, A.T.R. 2018. Hard times for Italian coastal dunes: insights from a diachronic analysis based on random plots. *Biodiversity and Conservation* 27: 633–646. Springer Netherlands.
- Taylor, E.B., Gibeau, J.C., Yoskowitz, D.W. & Starek, M.J. 2015. Assessment and Monetary Valuation of the Storm Protection Function of Beaches and Foredunes on the Texas Coast. *Journal of Coastal Research* 315: 1205–1216.

- Theurillat, J., Willner, W., Fernández-González, F., Bültmann, H., Čarni, A., Gigante, D., Mucina, L. & Weber, H. 2021. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th Edition. *Applied Vegetation Science* 24 (1): 1-62.
- UNEP-MAP-RAC/SPA. 2010. *Impact of climate change on marine and coastal biodiversity in the Mediterranean Sea: current state of knowledge*. RAC/SPA Edit. Tunis. 28 p.
- Valls, J.F., Rucabado, J., Sardá, R. & Parera, A. 2017. The beach as a strategic element of governance for Spanish coastal towns. *Journal of Sustainable Tourism* 25: 1338-1352.
- Vilar, L. & Quintana X. (eds.) 2014. *El poblament vegetal i els hàbitats del massís del Montgrí, les illes Medes i la plana del Baix Ter*. Càtedra d'Ecosistemes Litorals Mediterranis. Girona. 252 p.