

# Alteracions antròpiques en els boscos de *Pinus halepensis* Mill. dels sistemes dunars de Mallorca

Miquel MIR-GUAL, Pere FRAGA, Guillem X. PONS, Francesc X. ROIG-MUNAR, José Ángel MARTÍN-PRIETO, Antonio RODRÍGUEZ-PEREA i Pere J. BRUNET

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Mir-Gual, M., Fraga, P., Pons, G.X., Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A. i Brunet, P. J. 2010. Alteracions antròpiques en els boscos de *Pinus halepensis* Mill. dels sistemes dunars de Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 53: 133–152. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Els sistemes platja-duna són, sens dubte, un dels trets fisiogràfics més característics de les costes mallorquines. Tot i que aquests, des d'algunes dècades enrere s'hagin associat de manera ferma a l'activitat socioeconòmica lligada a la indústria turística de sol i platja, la seva interacció amb l'home es remunta segles enrere. Gràcies a la tasca realitzada recentment a Menorca s'ha pogut comprovar, mitjançant l'aplicació d'una senzilla metodologia de mostreig, que una important part dels sistemes dunars a l'illa tenen masses forestals que, formades bàsicament per *Pinus halepensis* Mill., presenten un origen temporal sospitosament similar, donant peu a pensar amb la importància que la mà de l'home ha pogut jugar pel que fa a l'aspecte i configuració de la seva realitat vegetal actual, tot indicant tendències de discriminació positiva en quant a la presència d'aquesta espècie. El present treball pretén mostrar les modificacions que les masses boscoses de *P. halepensis* associades a alguns sistemes dunars litorals de l'illa de Mallorca han sofert al llarg de les dècades. S'analitzen mostres representatives per a cada un dels sistemes, les quals, a partir de la seva anàlisi permeten extreure algunes consideracions significatives que mostren alhora l'evolució històrica d'aquests ambients.

**Paraules clau:** sistemes dunars, *Pinus halepensis*, pressió antròpica, reforestacions, deforestació.

HUMAN CHANGES IN A *Pinus halepensis* FORESTS OF THE MALLORCAN COASTAL DUNES. Beach-dune systems are undoubtedly one of the most distinctive physiographic features of the Mallorcan coastline. Although these from some decades ago have been so strongly associated with socio-economic activity linked to the sun and beach tourism industry, its interaction with the man goes back centuries ago. A reason for the recent study of reforestation of Menorca dunes and applying a simple methodology for sampling that an important part of the dunes on the island are forests, which comprised mainly *Pinus halepensis* Mill., have a temporary home suspiciously Similarly, giving rise to the importance of thinking the hand of man could play in both aspect and configuration of your current reality plant, indicating trends of positive discrimination in terms of the presence of this species. This paper aims to show the modifications of the woods *P. halepensis* associated with some coastal dune systems in the island have suffered over the decades. To this end, representative samples analyzed for each of the systems, which from its analysis can draw some important considerations that show both the historical evolution of these environments.

**Keywords:** dune systems, *Pinus halepensis*, human pressure, reforestation, deforestation.

Miquel MIR-GUAL, Guillem X. PONS, José Á. MARTÍN-PRieto, Antonio RODRÍGUEZ-PÉREA i Pere J. BRUNET, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears. Cra. de Valldemossa, km.7,5. Palma de Mallorca, 07122 (adreça contacte guillemx.pons@uib.es). Francesc X. ROIG-MUNAR; QUATRE, consultoria ambiental. Es Carritxaret, 18-6 07749, Es Migjorn Gran, Menorca. Pere FRAGA ARGUIMBAU; Consell Insular de Menorca, Plaça de la Biosfera, 5, 07730, Menorca.

Recepció del manuscrit: 30-set-10; revisió acceptada: 15-des-10

## Introducció

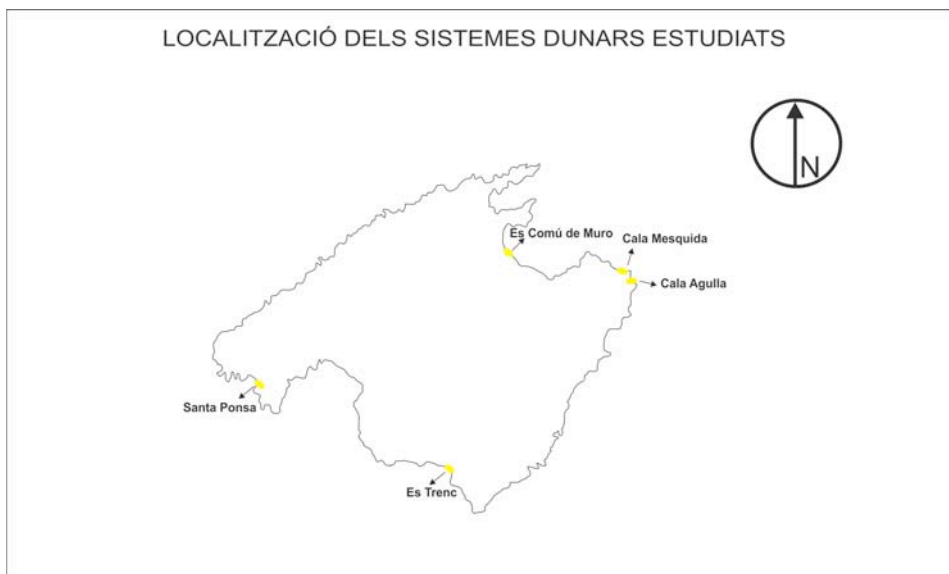
Els sistemes platja-duna són, sens dubte, un dels trets fisiogràfics més característics de les costes mallorquines. Tot i que aquests, des d'algunes dècades enrere s'hagin associat de manera ferma a l'activitat socioeconòmica lligada a la indústria turística de sol i platja, la seva interacció amb l'home es remunta segles enrere. Així, la pràctica d'activitats cinegètiques, o bé la seva explotació pel que fa als recursos forestals es daten, en alguns casos, des del s. XII (Barceló, 1997; 2004). D'altra banda, varis factors semblen indicar que l'activitat agrícola i ramadera també ha pogut esdevenir peça condicionant en el sí d'aquests ecosistemes, sobretot pel que fa la seva cobertura vegetal (Roig-Munar *et al.*, 2009).

De la revisió bibliogràfica analitzada se pot parlar de la recurrent i dilatada existència de processos de fixacions dunars arrel de polítiques i actuacions de forestació en aquests ambients (Valls, 1870; Artigas, 1887, 1889, 1890, 1896; De Castro, 1900a, 1900b; Codorniu, 1908; Tiismann, 1924; Whitehead, 1964; Ranwell i Boar, 1986; Gadgil i Ede, 1998; Tastet i Pontee, 1998; Hilton *et al.*, 2000; Lemauviel i Roze, 2000; Pausas *et al.*, 2004; Hilton, 2006; Mayol, 2006)

El treball recentment realitzat a Menorca per Roig-Munar *et al.* (2009), s'ha pogut comprovar, mitjançant l'aplicació de la mateixa metodologia de mostreig, que

una important part dels sistemes dunars a l'illa tenen masses forestals, formades bàsicament per *Pinus halepensis* Mill., que presenten un origen temporal sospitosament similar, donant peu a pensar amb la importància que la mà de l'home ha pogut jugar en tant a l'aspecte i configuració de la seva realitat vegetal actual, tot indicant tendències de discriminació positiva en quant a la presència d'aquesta espècie. Aquestes suposicions es veuen recolzades per situacions anàlogues detectades a bona part del territori nacional, i que estarien directament relacionades amb una política institucional destinada a l'estabilització dels sistemes dunars per limitar el seu avanç terra endins, i així impedir la seva interferència amb terres de cultiu, o fins i tot, que afectessin negativament zones habitades per persones (Ortuño, 1990). A més, estudis com el de Mestre-Gil *et al.* (2004) verifiquen, a través de les seves afirmacions, com inclús fins a la segon meitat del s. XX, el SE de la Península Ibèrica ha estat objecte de nombroses repoblacions de *P. halepensis* amb la finalitat de recuperar la cobertura arbòria vegetal perduda per la pràctica de distints usos i perturbacions.

L'evidència i claredat dels resultats obtinguts en el cas de Menorca han fet plantejar la possibilitat d'extrapolar el mateix tipus d'estudi a l'illa de Mallorca. Així, en aquest treball es presenten els resultats i es comparen amb les dades obtingudes de Menorca (Roig-Munar *et al.*



**Fig. 1.** Localització dels boscos de *P. halepensis* analitzats.

**Fig. 1.** Location of *P. halepensis* forests studied.

2009). Finalment, es conclou amb tot un seguit de mesures de gestió que, en un futur, puguin establir-se com a eines eficients en tant als patrons de conservació i preservació d'aquests sistemes, no tan sols aplicables als casos d'estudi, sinó també extrapolables a altres indrets a on, degudes les seves característiques biogeogràfiques, puguin seguir els mateixos patrons.

### Àmbit d'estudi

Els processos urbanitzadors desenvolupats a l'illa de Mallorca han provocat al llarg de les dècades l'íntegra, o si més no parcial desaparició de molts sistemes dunars existents. A més a més, molts dels actuals sistemes es veuen avui sota una pressió antròpica que està afectant acceleradament la seva idiosincràsia originària. Aquest fet explica la dificultat que s'ha tengut a l'hora de seleccionar els sistemes platja-duna estudiats en el present

article, condicionant i limitant la capacitat d'elecció.

Partint d'aquesta premissa, el present estudi es basa en el sí de cinc sistemes platja-duna de Mallorca, i que amb un estat de conservació diferenciat, avui encara preserven trets de la seva estructura originària. No obstant, aquesta pauta no es va seguir en l'elecció d'un d'ells, el cas de Santa Ponsa, que avui, ha esdevingut en una relictica zona de l'antic sistema dunar, es presenta com a parc municipal.

Els sistemes seleccionats s'estenen al llarg de tota la costa mallorquina, a excepció de la Serra de Tramuntana, degudes les seves característiques geoestructurals. Així, la caracterització dels sistemes analitzats (Fig. 1) que es presenten segons Servera (1997) i Servera *et al.* (2007) són :

**Es Comú de Muro:** situat al quadrant nord-oriental de Mallorca, inserit en el sí de la badia d'Alcúdia. Actualment, el sistema s'organitza a partir de tres cordons diferents

disposats de manera paral·lela a la costa, amb formacions dunars holocèniques que integren una superfície aproximada als 1,3 km<sup>2</sup>. Aquest es localitza sobre la restinga arenosa que tanca s'Albufera de Mallorca i la separa de la mar.

**Cala Mesquida:** es localitza a la costa est de Mallorca. A l'actualitat aquest conjunt de morfologies dunars s'estenen al llarg d'un front de costa arenosa de tan sols 325 m de llargària, constituint una entrada de cap a l'interior d'aproximadament 1,6 km<sup>2</sup>, format per cordons arenosos paral·lels a la línia de costa, alimentats per vents predominants de component N.

**Cala Agulla:** actualment amb greus problemes de conservació, és localitza una mica al sud de l'anterior sistema, encara a la costa est de l'illa. Aquest sistema s'aproxima als 1,7 km<sup>2</sup>, dels quals 0,53 km<sup>2</sup>, es veuen ocupats per dunes holocenes. Aquests sistema s'organitza al llarg d'un front de platja d'aproximadament 600 m de llargària.

**Es Trenc:** localitzat a la costa sud de Mallorca, inserit en la badia de Campos. Aquest ocupa una superfície total aproximada als 9 km<sup>2</sup>, dels quals 4,5 km<sup>2</sup> estan construïts per formes dunars holocèniques, que s'estenen de forma paral·lela al llarg d'una línia de costa arquejada d'uns 6 km de longitud. Aquest forma part de la restinga arenosa que separa la zona humida d'Es Salobrar de Campos de la mar.

**Santa Ponça:** aquest sistema és el menys identificable, deguda la seva total destrucció conseqüència del procés urbanitzador sofert al nucli turístic de Santa Ponsa. Localitzat al sudoest de l'illa, avui aquest esdevé una insignificant taca residual del sistema originari, abolit pel nucli urbà. Tot i això, es poden percebre encara les estructures holocèniques, fixades per *P. halepensis*.

No obstant, d'entre els sistemes analitzats cal remarcar es Comú de Muro. Aquest es tracta d'una propietat pública i que actualment depèn de l'Ajuntament de Muro. Alguns en són els antecedents recents que també ens poden ajudar a comprendre millor la situació actual de la seva massa boscosa. Al 1942 es Comú es va declarar d'utilitat pública. Uns anys més tard, al 1964, el Districte Forestal de les Illes Balears redacta un primer projecte d'ordenació per ser executat entre 1965 i 1975. Al llarg d'aquest decenni es preveia l'aprofitament de 450.000 m<sup>3</sup> de productes forestals i 586.000 m<sup>3</sup> de llenya.

En quant a les infraestructures i servituds, aquest mateix document fa referència a l'existència de 5 cases amb finalitat d'explotació salinera, i de 80 casetes d'estiueig desmuntables, d'explotació directa per part de l'Ajuntament (ses Casetes des Capellans), amb una superfície total de 5,10 ha. Finalment, al 1975, amb la revisió del projecte d'ordenació de 1964, es reitera la importància de fixar les dunes amb la sembra de massa forestal. A part, amb aquesta revisió la finca passa de tenir una funció productiva a recreativa. Per a tal fi es planifica la instal·lació de diverses infraestructures tals com zones recreatives, bar-restaurant, aparcaments, o senyalització entre d'altres (Brunet Estarellas, 1983; 1996).

A l'igual que l'estudi realitzat a Menorca (Roig Munar *et al.*, 2009), els sistemes dunars analitzats de Mallorca mantenen, com a fet identificatiu, masses forestals considerables i fàcilment identificables formades, en el seu estrat arbori, per *Pinus halepensis* Mill. Aquestes masses forestals es localitzen a la part interior del sistema, fixant les dunes holocenes semiestabilitzades i també aquells sectors de dunes estabilitzades.



**Fig. 2.** Massa forestal al sector nord del sistema d'es Comú de Muro. Canvi de superfície entre 1956 (adalt) i 2008 (abaix).

**Fig. 2.** Woodland of the northern part of *es Comu de Muro* system. Surface changes between 1956 (above) and 2008 (below).

No obstant, i com bé s'ha pogut observar, alguns patrons de forestació suggereixen comportaments heterogenis, que bé per factors naturals o bé per causes antròpiques, avui dibuixen escenaris dignes de comentar (Fig. 2).

D'altra banda, un fet que identifica per igual els sistemes dunars analitzats n'és la seva alteració conseqüència de l'activitat socioeconòmica. La majoria dels sistemes, tot i avui encara mantenir-ne trets de la seva fisonomia originària, pateixen problemes de preservació i conservació greus, manifestats per patrons de fragmentació i erosió elevats. La màxima expressió es pot trobar al cas de Santa Ponça, que degut al creixement anàrquic i sense planificació del seu nucli urbà, ha acabat quasi per complet amb l'estructura dunar originària.

## Material i mètodes

El present estudi tracta de revisar la forestació de distints sistemes dunars aplicant la metodologia proposada per Roig-Munar *et al.* (2009). Així, de la revisió dels sistemes dunars existents a l'illa de Mallorca, junt amb la informació que disposa Servera (1997), s'han seleccionat 5 sistemes dunars que, per les seves actuals característiques, presenten indicis d'actuacions de fixació del sistema dunar a través de la sembra de *P. halepensis*. Endemés, i com es comenta a Roig-Munar *et al.* (2009), hi ha varis motius que suggereixen aquests processos de forestació:

-Hi ha evidències clares que no és una espècie habitual en la vegetació dels sistemes dunars dinàmics (Bolòs, 1967).

-El seu creixement ràpid i el seu comportament pioner la fan una espècie adequada per establir ambients alterats

(Ortuño, 1990; Pastor-López i Martín-Martín, 1993).

-La producció *ex situ* a partir de llavors és relativament fàcil (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)

-El procés d'adaptació del lloc de cultiu, al definitiu és també senzill i amb pocs problemes (Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Maestre i Cortina, 2004)

-Es té constància del seu ús per a forestacions en diferents fonts bibliogràfiques tant en tot l'àmbit de la regió mediterrània (Quézel i Médail, 2003), com especialment a l'estat espanyol (Escarré *et al.*, 1989; Ortuño, 1990; Baeza *et al.*, 1991; Pastor-López i Martín-Martín, 1993; Olivera *et al.*, 2003; Quézel i Médail, 2003).

Amb l'objectiu de poder fer una discussió comparativa dels resultats obtinguts a Menorca i Mallorca, es segueix la metodologia aplicada al cas de Menorca, no tan sols pel que fa als criteris seguits a l'hora de seleccionar els punts de mostreig, sinó també el treball *in situ* al camp. Així, s'han pres mostres representatives de 30 individus en cada un dels casos, els quals són mesurats mètricament a una altura aproximada als 130 cm des de la superfície. Posteriorment, la circumferència mesurada es reconverteix al diàmetre de cada un dels individus mostrejats (Taula 1). La selecció de les mostres ha estat aleatòria, no obstant sempre intentant assumir la major superfície possible arreu del sistema, tot per obtenir també una informació espacial representativa.

Només en un cas concret, Es Comú de Muro, s'ha fet una lleugera variació en la recollida de dades de camp a causa de l'evidència d'haver-hi dos grups diferents d'individus pel que fa a la seva mida i estat de desenvolupament. L'evident diferència entre la potència arbòria que es mostra en

aquest sistema ha determinat que la recollida de dades al camp discriminés entre els individus *vells* i *joves*, que amb unes altures i diàmetres fàcilment diferenciables, projecten clares evidències en quant al seu estat de desenvolupament. A més, i atenent al que postula Barceló (1997; 2004) es tenien proves fermes de les actuacions humanes i incendis que han provocat l'actual distribució.

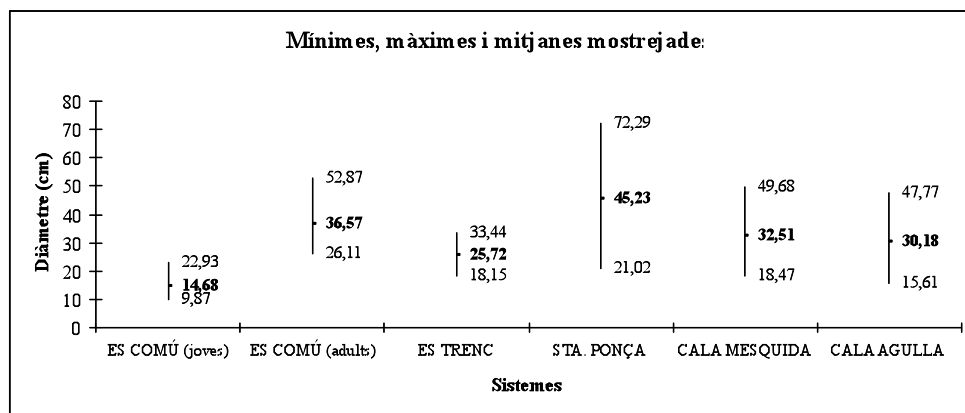
A part dels mostrejos, les apreciacions i observacions al camp també han tengut cabuda dins l'estructura metodològica del present estudi. Al ser aquests espais altament freqüentats, molts d'ells amb una activitat antròpica considerable, han dut a considerar també actuacions antròpiques que afectessin a la morfologia dunar i la seva coberta vegetal.

## Resultats

D'acord amb els criteris de selecció definits per Roig Munar *et al.* (2009), cinc

sistemes dunars de Mallorca han reunit les característiques adients per ser estudiats i fer la corresponent recollida de dades (Taula 1). Es percep amb facilitat com la tendència mostrada es situa en diàmetres mitjans que oscil·len entre els 20 i 40 cm, només a excepció del cas de Santa Ponça, on aquesta augmenta considerablement. D'altra banda, el cas d'es Comú de Muro, característic també per la seva condició d'espai comunal, suscita diferències apreciables, podent-se distingir dos grups d'edats notablement diferenciats (Fig. 3). Tot i no ser un gran nombre els sistemes analitzats, n'és difícil extreure associacions representatives entre ells. Les oscil·lacions entre les tendències seguides en són distintes, només a excepció del que ocorre al cas de Cala Mesquida (32,51 cm) i Cala Agulla (30,18 cm), amb valors representativament semblants. Aquests són els dos sistemes amb una proximitat geogràfica més acusada, a manco de 3 km de distància.

Mereixen de consideració especial els casos d'Es Comú de Muro per una banda, i



**Fig. 3.** Representació gràfica dels diàmetres mitjans, màxims i mínims dels individus de *P. halepensis* mostrejats per a cada un dels sistemes dunars.

**Fig. 3.** Graphic representation of mean, maximum and minimum diameters of the individuals of *P. halepensis* sampled for each of the dune systems.

Nº individus	Es Comú de Muro		Es Trenc	Sta. Ponça	Cala	
					Mesquida	Cala Agulla
	<i>Pinus halepensis</i>					
	Diàmetre joves (cm)	Diàmetre adults (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)	Diàmetre (cm)
1	13,38	31,85	24,52	57,32	39,49	34,08
2	22,93	26,11	22,93	49,68	34,08	39,17
3	17,20	27,39	22,93	30,89	29,62	35,67
4	22,29	35,67	30,57	41,40	39,49	35,03
5	18,47	38,54	18,15	39,81	36,94	29,94
6	13,69	27,07	20,06	44,59	31,53	20,70
7	14,01	30,57	25,80	53,50	28,66	29,30
8	17,20	32,80	27,07	23,25	39,49	33,76
9	17,52	38,54	24,52	31,85	20,70	25,16
10	16,88	44,59	24,84	48,41	31,53	31,85
11	14,01	31,21	33,44	41,40	23,25	35,03
12	21,97	34,71	20,70	40,13	31,85	27,39
13	19,11	31,85	29,30	63,69	28,66	27,07
14	9,87	43,63	24,20	44,59	25,48	47,77
15	11,78	29,94	29,30	39,81	29,94	35,03
16	12,10	36,62	25,80	21,02	18,47	39,49
17	15,29	35,67	22,93	36,31	32,48	25,16
18	12,42	38,22	27,07	65,92	29,62	42,04
19	16,56	46,18	30,57	56,69	32,48	35,03
20	11,46	46,82	30,57	28,03	21,34	27,07
21	11,15	40,13	27,39	61,15	30,57	21,66
22	11,15	35,67	28,03	72,29	29,30	23,57
23	11,78	33,44	26,75	40,45	47,13	26,43
24	13,38	36,62	25,80	63,06	34,39	15,61
25	10,51	38,85	29,30	68,79	44,27	23,25
26	13,38	44,59	23,57	28,03	24,84	27,07
27	14,01	33,12	20,70	35,99	40,45	31,53
28	12,10	34,08	22,61	50,96	36,31	28,66
29	10,51	39,81	25,16	32,80	33,12	18,47
30	14,33	52,87	27,07	45,22	49,68	33,44
Mitjana	14,68	36,57	25,72	45,23	32,51	30,18

**Taula 1.** Diàmetres de cada un dels individus mostrejats al llarg dels boscos de *P. halepensis* associats als sistemes dunars litorals estudiats.

**Table 1.** Diameter of each of the individuals sampled in the forests of *P. halepensis* associated with dune systems studied.





**Fig. 4.** El sistema d'es Comú mostra una clara diferenciació entre el seu estrat arbori. En la present fotografia s'aprecia clarament la diferència existent entre els dos grups de *P. halepensis* al llarg del cordó de dunes establitzades degut a un incendi.

**Fig. 4.** The system of Es Comú de Muro shows a clear differentiation between its tree stratum. In the upper picture it is clearly differentiate two groups of *P. halepensis* along the fixed dune strip due to a fire.

Santa Ponça per l'altra. En el cas d'es Comú cap fer esment a les consideracions que fa Barceló (1997; 2004) i incendis forestals, el darrer el 1985. El topònim que dóna nom al sistema dunar que ens ocupa incita a imaginar la realitat social i econòmica que imperà en aquestes contrades al llarg de molts anys. El que avui es coneix com un sistema dunar "verge" i protegit sota la figura de parc natural, esdevingué durant alguns segles, concretament des del s XIII, com a punt estratègic d'activitat social, i sobretot, econòmica. D'aquí la seva denominació actual, responent en qualsevol cas a l'estat comunal al que, en un període llarg de temps, aquestes terres es veren sotmeses. Les terres comunals constituïen una font essencial de recursos naturals per a les economies pageses, atès que subministraven llenya, fusta, pastures, caça, i en el

cas que ens ocupa també, pesca, tot esdevenint font de queviures per a les famílies residents a les viles adjacents. L'economia agrària, tot i sustentat-se de l'explotació de terres mitjançant unitats familiars, també s'articulava a través de les extraccions en espais comunals, determinant alhora un alt grau de cohesió social. Els casos de Muro i Santa Margalida no foren excepcions, ja que les terres comunals – conegudes com les comunes del Braç – es trobaven fortament arrelades a l'economia agrària d'ambdues viles.

El resultat de les explotacions forestals a la zona d'es Comú encara romanen presents avui. L'aprofitament forestal al llarg de segles, les tales abusives i continuades, els incendis forestals i la manca de control han fet que actualment es distingeixin dos estrats arboris clarament diferenciats (Fig. 4). A més, i tal com demostra la Fig. 2, de l'anàlisi sobre fotogrames aeris se'n deriva que aquesta activitat forestal es va practicar fins ben entrat el segle XX. No obstant, la situació derivada a la zona després de l'inici de l'activitat turística no s'ha potenciat, en cap moment, la recuperació ecològica de la zona. Des dels primers assentaments urbano-turístics al llarg de la costa a la badia d'Alcúdia, es Comú ha esdevingut una zona altament freqüentada, habilitada fins a finals dels anys 90 com a zona de picnic i càmping.

El cas de Santa Ponça suscita més dubtes a l'hora de ser valorat, no tan sols per la seva evolució, sinó també en quant a la manca d'informació amb una perspectiva històrica. Si bé l'entorn del sistema dunar ha canviat notablement des de la meitat del segle XX fins a l'actualitat, la superfície ocupada pel bosc de *Pinus halepensis* es manté gairebé homogènia (Fig. 5). Tot i que la superfície actual es correspongui amb l'existent al 1956, l'anàlisi d'aquest

fotograma ens convida a pensar en la desforestació causada per les terres agrícoles posteriors, tot amb l'objectiu de guanyar terreny de conreu, deixant la massa boscosa actual a fi d'evitar l'avanç del camp dunar de cap a l'interior, i no interferir l'activitat agrícola desenvolupada a la zona. De ser així, les modificacions en la massa boscosa actual han d'haver estat inexistents des de temps enrere, deixant per tant via lliure al creixement arbori. Partint d'aquesta reflexió pot ser s'expliquin les xifres enregistrades en aquest sistema, avui dia convertit en un parc municipal, totalment limitat per infraestructures urbanes (Fig. 6).

Pel que fa als altres sistemes dunars, Es Trenc tampoc suscita canvis importants en tant a la massa boscosa entre el 1956 i l'actual (Fig. 7). No obstant, de l'anàlisi de fotogrames aeris en aquest cas se'n deriva, clarament, la desforestació provocada a la part més interior del sistema, tot per guanyar superfície de conreu. Ja al 1956 es veuen, tal i com identifica Servera *et al.* (2007), les siluetes de les dunes holocenes dibuixades dins les parcel·les agrícoles, indicant el canvi d'ús que aquestes terres havien sofert al llarg del temps. D'altra banda, les activitats extractives també van suposar al llarg de la segona meitat del s. XX importants desforestacions de *P. halepensis*. Tot i estar identificades, segons el PDS, 17 pedreres al llarg de l'espai, l'exemple més representatiu queda manifestat pel que es coneix com es Clot de s'Arena, localitzat al centre del sistema dunar consolidat (Fig. 7). Aquest fou l'exemple paradigmàtic d'extraccions d'àrids a Es Trenc al llarg del segle passat, suposant aquesta activitat una abolicció considerable de la massa forestal existent. No obstant, segons fonts orals (com. pers. J. C. Salom) i com es pot apreciar a la Fig. 8, de cap a finals de segle es van dur a terme

tasques de reforestació en aquestes zones degradades a fi de recuperar la seva qualitat paisatgística originària.

A més, el final d'aquesta activitat ha permès una lleugera recuperació ecològica espontània.



**Fig. 5.** Avui dia, el bosc de *P. halepensis* al sistema platja-duna de Santa Ponça esdevé un parc municipal de primer ordre dins el nucli. Aquest, adaptat a les pretensions dels usuaris de la platja, està envoltat d'estructures rígides que el fixen completament en la seva localització.

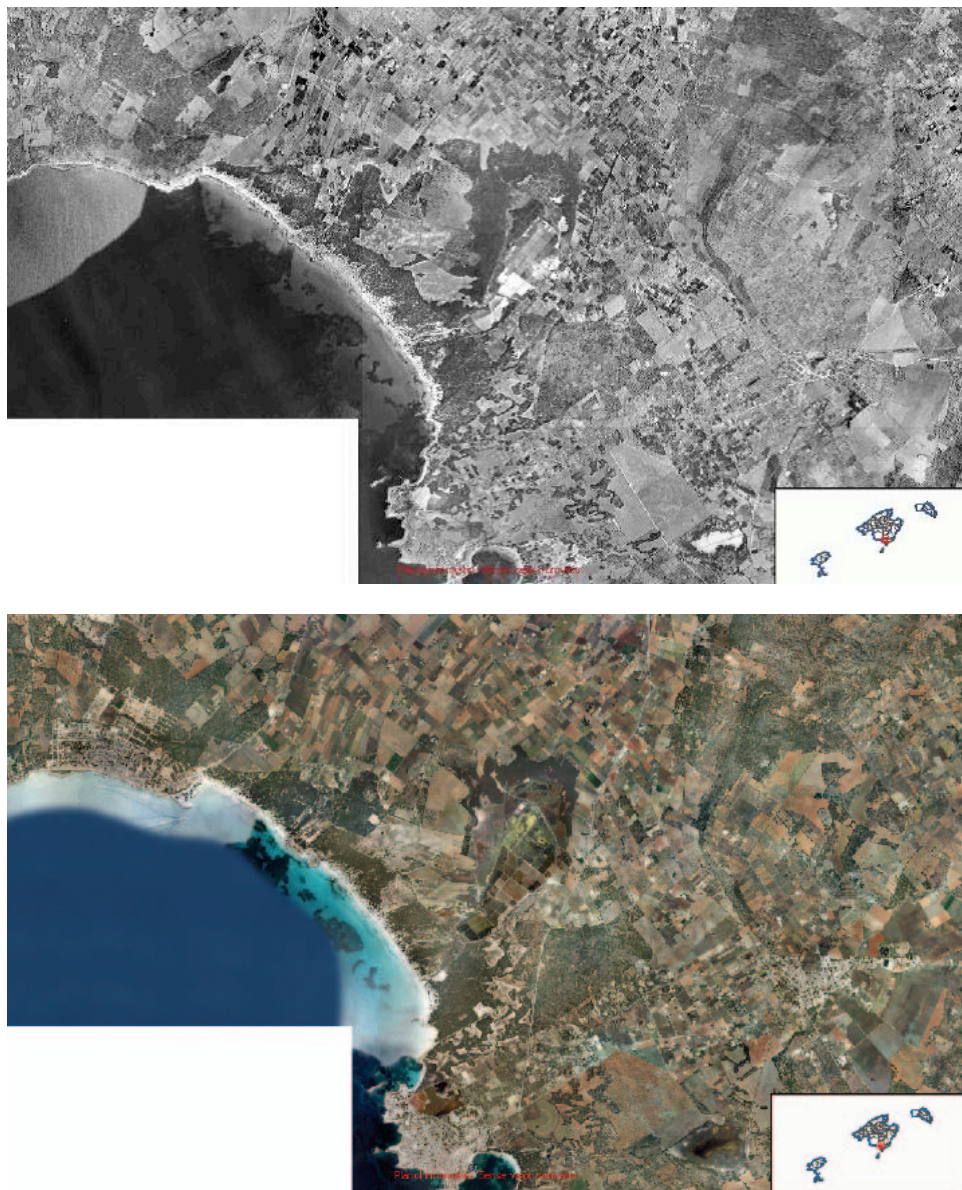
**Fig. 5.** Nowadays the forest of *P. halepensis* in the dune system of Santa Ponsa is an important urban park for the city. This one, adapted to the beach user interests, is surrounded by rigid infrastructures which fix its location and dynamics.



**Fig. 6.** La superfície del sistema dunar consolidat en el cas de Santa Ponça no ha canviat substancialment des de 1956 (adalt) fins a l'actualitat (imatge de sota de l'any 2008).

**Fig. 6.** The consolidated dunes surface in Santa Ponça has not substantially changed from 1956 (above) to 2008 (below).





**Fig. 7.** La superfície del sistema dunar consolidat d'Es Trenc no ha canviat substancialment des de 1956 fins a l'actualitat (imatges de sota de l'any 2008). No obstant, les activitats extractives primer, i la turística després han suposat impactes representatius en quant a la massa forestal de *P. halepensis*.  
**Fig. 7.** The consolidated dunes surface in es Trenc has not substantially changed from 1956 (above) to 2008 (below). Nevertheless, extractive activity firstly, and tourism after, have supposed an important impacts respect to *P. halepensis* forest mass.



**Fig. 8.** Les deforestacions conseqüència de la mà de l'home van ser notables a la segona meitat del segle XX a Es Trenc, a més de les activitats extractives d'àrids.

*Fig. 8. Deforestations and extractive activity carried out by human in Es Trenc were very important at the second half of 20th century.*

Finalment, els casos de Cala Agulla (30,18 cm) i Cala Mesquida (32,51 cm), amb unes mitjanes notablement semblants (Fig. 3). Ja es comentava amb anterioritat de la seva proximitat geogràfica, i per tant, de la possible importància que aquest factor pugui tenir en quant a l'edat dels individus mostrejats.

El cas de Cala Agulla torna a ser un clar

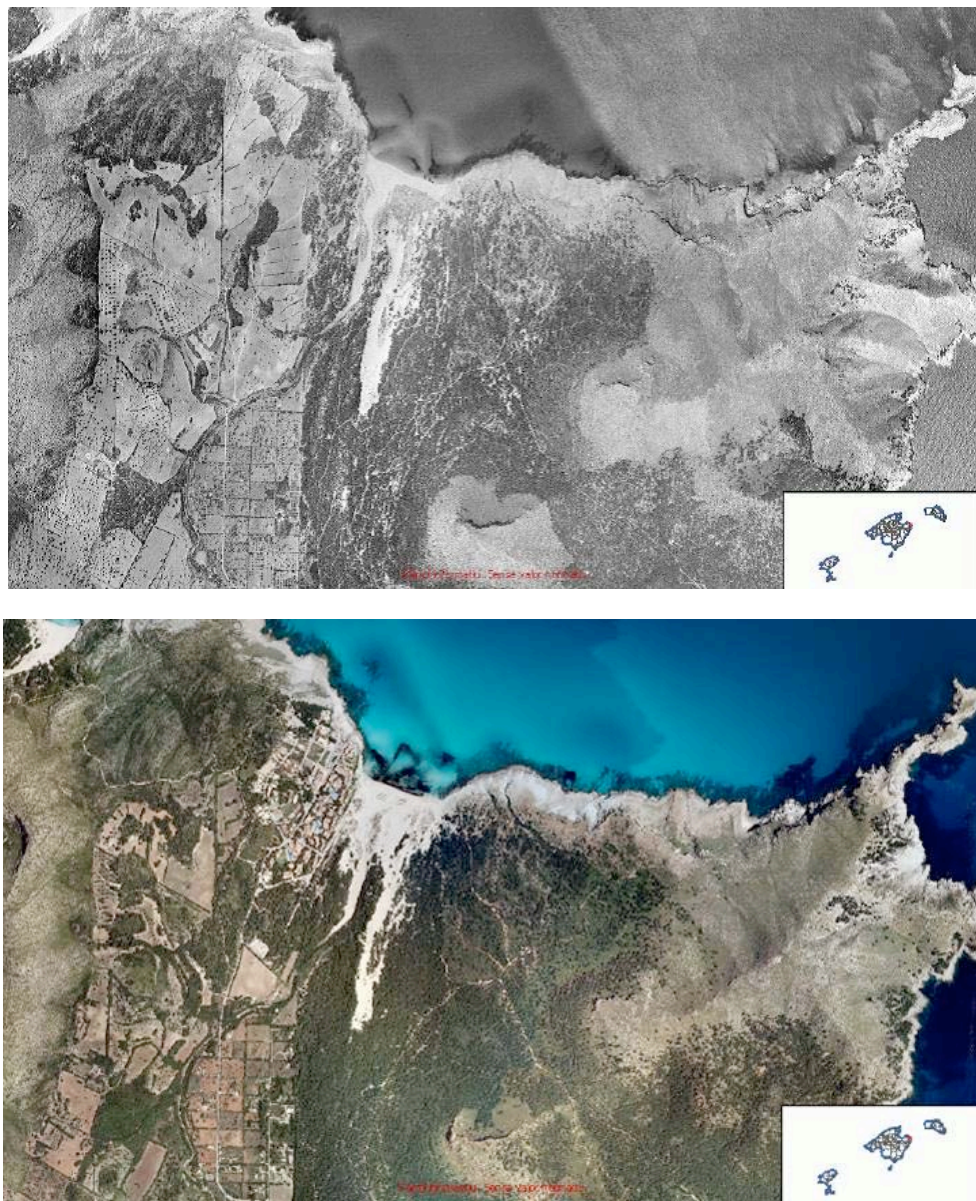
exemple de la modificació de la massa forestal en tant a la roturació de les terres agrícoles. Com en el cas d'Es Trenc o Santa Ponça, les modificacions de les superfícies boscoses responen amb exclusivitat a les pretensions de l'activitat primària. La parcel·lació posterior, amb polígons lineals perfectes, donen clares evidències del que volem postular.



**Fig. 9.** Cala Mesquida i Cala Agulla, situades ambdues a l'est de l'illa, a la península de Llevant.

*Fig. 9. Location of Cala Mesquida and Cala Agulla, in the peninsula of Llevant.*





**Fig. 10.** A Cala Mesquida la massa forestal actual és més densa que l'existente al fotograma de 1956 (adalt) (imatge de sota de l'any 2008). Es veuen clars signes de creixement forestal a la part central de la duna transversal existent, principal via d'avanç del sistema de cap a l'interior.

**Fig. 10.** The current situation of Cala Mesquida forest mass is denser than the existent one in 1956 (above) to 2008 (below). It is seen clear signs of forest mass growth at the central part of the transverse dune existing, which suppose the main advance channel for the system.

El cas de Cala Mesquida es presenta amb unes condicions distintes. La seva morfologia dunar, amb dunes transversals de magnituds considerables, ha fet que l'avanç del sistema de cap a l'interior hagi suposat greus problemes de colmatació sedimentària, afectant així les terres agrícoles disposades en la seva part posterior. D'aquesta situació, i de la comparació entre la massa forestal presentada al 1956 i la que es troba actualment, es conclou que hi ha hagut forestació artificial per part de l'home, tot per reduir d'avanç de la duna transversal. Tal i com es veu a la Fig. 10, la densitat forestal presentada al 1956 és substancialment inferior a l'actual. Un exemple clar es deixa veure just al centre del canal de deflació, a on, als anys 50 no aperexien pocs individus de *P. halepensis*, i a l'actualitat hi és present una massa més densa. Si bé es cert que als anys 50 la primera línia dunar es trobava fixada per vegetació psammòfila de caràcter herbaci, avui aquesta és molt fragmentada, conseqüència de la sobrefreqüentació que rep la platja, sobretot en temporada alta estival.

### **La situació menorquina vers la mallorquina**

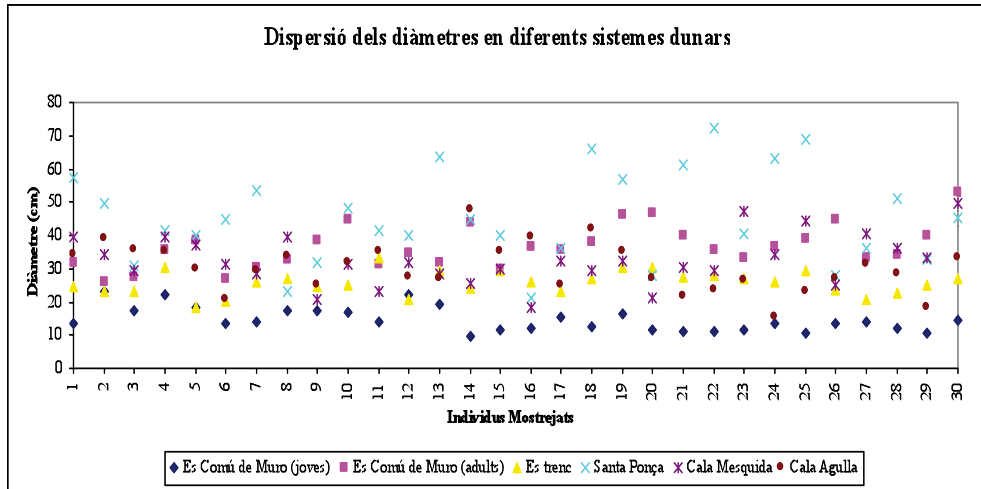
Un primer aspecte a destacar, sobretot si ho comparem amb el cas de Menorca, n'és l'escàs nombre de sistemes dunars que, ateses les característiques i la metodologia postulada, han permès la recollida de dades. No obstant, i com manifesta Servera (1997), aquest fet es pot atribuir a l'estat de degradació que presenten avui molts d'aquests espais, conseqüència dels processos d'urbanització.

A diferència dels resultats obtinguts a Menorca (Roig Munar *et al.*, 2009), a Mallorca s'observa que els diàmetres presenten una major dispersió de mides (Fig. 11). Així, si a Menorca, a la majoria de sistemes dunars aquestes se situaven entre 36 i 34 cm de mitjana, en aquest cas es pot veure com la part baixa de l'interval presenta, de manera general, valors significativament menors. Aquesta dada pot tenir certa rellevància ja que podria ser un indicador de què a Mallorca les actuacions de plantació o de discriminació positiva de *P. halepensis* s'han perllongat més en el temps. Altres explicacions, com ara una resposta diferent de l'espècie en funció de les localitats o una diferent evolució dels individus dins cada sistema, semblen menys probables atès que aquesta amplitud de mides es manifesta en pràcticament tots els sistemes estudiats.

No obstant, a nivell de modificacions antròpiques, n'és difícil atribuir, al cas de Mallorca, accions de forestació en aquests ambients, degut a que no es tenen evidències empíriques. Si bé és cert però, que de la comparació de fotografies aèries se'n deriva que aquestes pràctiques també han estat dutes a terme, com bé reflecteixen les clapes que des del 1956 s'han anat vegetant a una velocitat important.

No obstant podem concloure que en ambdues illes els processos modificadors sobre els boscos de *P. halepensis* litorals han estat presents. En el cas de Mallorca, més que de forestació podríem parlar d'alteració o desforestació conseqüència de les pretensions agrícoles.

En cada un dels casos, a excepció d'es Comú de Muro (amb la zona humida al darrera), es veu clarament com la parcel·lació agrícola va afectar de ple l'estat originari de les masses boscoses litorals. Endemés, en alguns dels casos, i posant Es Trenc com a paradigma, les traces de les dunes holocenes



**Fig. 11.** La malla de punt presentada pels mostrejos fets al camp reflecteix una dispersió notable, sobretot acusada per casos com el de Santa Ponça o bé els individus més joves d'es Comú.

*Fig. 11.* The points framework shown by the samples in the field reflect an important dispersion, mainly in the cases of Santa Ponsa or with the young pines of Es Comú de Muro.

als camps de cultius són encara avui una clara evidència.

Un altre fet indicador, tal com es pot apreciar a les fotografies aèries anteriors, són els límits, lineals i perfectes, que posen frontera entre els boscos de *P. halepensis* i els nuclis urbans o terres de cultius, manifestant obertament la intervenció de l'home.

D'altra banda, a part de l'activitat agrícola, les activitats extractives i de subsistència també han tengut a veure amb el devenir d'aquests ambients. El cas d'es Comú és un perfecte exemple d'explotació forestal, ja que atesa la seva condició d'espai comunal al llarg de segles, els seus recursos van ser notablement explotats. Un altre cas en seria el sistema d'es Trenc, bé a través d'explotació forestal, o bé conseqüència de la necessària desforestació per dur a terme l'activitat extractiva d'àrids (un clar exemple és el que es coneix com es Clot de s'Arena).

A més a més de les causes antròpiques directes, d'altres com els incendis han de tenir cabuda en tant a la modificació d'aquests ambients.

Queda reflectida la importància que la mà de l'home ha tengut en tant aquests ambients. Si bé en el cas de Menorca hi ha clares evidències de forestacions, en el cas de Mallorca aquestes passen per les modificacions de les masses forestals conseqüència de l'activitat agrícola, així com dels processos urbanitzadors al llarg de la costa.

En qualsevol cas, aquestes dades també podrien indicar que hi ha diferències significatives entre les masses forestals dels sistemes dunars de Mallorca i Menorca. Mentre que a la primera illa ens trobaríem amb unes masses forestals dinàmiques i amb possibles processos de renovació, a Menorca la recollida de dades i els resultats estaria indicant que les masses forestals es troben estabilitzades o amb



processos de renovació poc evidents o de baixa intensitat. Hi podria haver diverses explicacions per aquestes diferents situacions a les dues illes. Per una banda hi podria tenir molt a veure l'acció antròpica, açò és que en el cas de Mallorca les possibles actuacions per afavorir la presència de *P. halepensis* s'haguessin perllongat més en el temps, en canvi a Menorca hauria tingut menys durada. Tampoc no es poden descartar factors naturals. Alguns autors (Osem et al., 2009) han conclòs en els seus estudis, que la regeneració natural de formacions homogènies de *P. halepensis* és més possible amb règims pluviomètrics situats entre 400-500 mm anuals, mentre que per damunt de 500 mm es produeix una transició cap a la regeneració de formacions més heterogènies. Considerant el diferent règim de pluges que presenten, de manera general les dues illes, i en el cas de Mallorca especialment les localitats situades més a la part meridional, els resultats obtinguts podrien estar mostrant, que en absència d'una alteració continuada, a Menorca les formacions de *P. halepensis* anirien cap a una estabilització o decadència, en canvi a Mallorca, al menys en algunes localitats, podrien autoregenerar-se. De totes maneres, serien necessaris estudis més exhaustius i complexos, que prenguessin també en consideració altres factors per demostrar aquests processos, però que sense cap dubte serien d'interès.

## Conclusions i recomanacions

Considerant els resultats dels dos treballs, és possible establir algunes conclusions enfocades cap a la gestió d'aquests sistemes a llarg termini, i/o dels sistemes dunars que presentin característiques semblants en les masses

forestals de *P. halepensis*, podent ser d'aplicació més general davant possibles situacions futures:

- Donada l'evidència de que les plantacions forestals monoespècífiques tenen efectes negatius a diferents nivells (Cannell, 1999), i més concretament en el cas de *P. halepensis* (Navarro Cano et al., 2010), és recomanable evitar aquesta pràctica en els sistemes dunars i planificar una gestió encaminada a la seva diversificació.
- Amb l'objectiu de minimitzar l'impacte negatiu de les masses forestals de *P. halepensis* sobre la biodiversitat del sistema dunar, poden ser necessàries actuacions de gestió per limitar-ne la regeneració, especialment en aquelles localitats on aquesta es pugui produir de manera natural.
- En casos concrets pot ser necessari el control d'altres factors limitants (Boyes et al., 2010), tot per afavorir la transició cap a comunitats vegetals típiques dels sistemes dunars amb una major diversitat d'espècies vegetals.

## Bibliografia

- Artigas, P. 1887. Las dunas de Torroella de Mongrí. *Revista de Montes*, (257): 489-491.
- Artigas, P. 1889. Dunas procedentes del Golfo de Roses. *Revista de Montes*, 300: 329-331.
- Artigas, P. 1890. *Selvicultura o cría y cultivo de los montes*. Imprenta de Moreno y Rojas. Madrid.
- Artigas, P. 1896. Las dunas del golfo de Rosas. *Revista de Montes*, 20: 536-541, 9-15.
- Baeza, M.J., Pastor, A., Martín, J., Ibáñez, M. 1991. Mortalidad post-implantación en repoblaciones de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex*, *Ceratonia siliqua* y *Tetraclinis articulata* en la provincia de Alicante. *Studia Oecologica*, 8: 139-146.
- Barceló, G. 1997. Béns comunals i conflictes antisenyorials: les comunes de Muro i Santa

- Margalida (ss. XVI-XVIII). *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*, 53 (581): 97-116.
- Barceló, G. 2004. Conflictivitat entorn de l'aprofitament comunal durant el segle XIX. L'enfrontament entre Muro i Santa Margalida. *I Jornades d'Estudis Locals a Muro*, Ajuntament de Muro: 269-287.
- Bolòs, O. 1967. Comunidades vegetales de las comarcas próximas al litoral situadas entre los ríos Llobregat y Segura. *Memoria de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*, 38: 3-280.
- Boyes, L.J., Griffiths, M.E., Manson, A.D. i Lawes, M.J. 2010. Soil nutrients are not responsible for arrested succession in disturbed coastal dune forest. *Plant Ecology*, 208: 293-305.
- Brunet, P.J. 1983. El bosque en Mallorca como espacio del ocio. *VIII Coloquio de Geógrafos Españoles*, A.G.E.
- Brunet, P.J. 1996. Els bens comunals de les Illes Balears en el segle XIX. *In: Busqueta, J.J. i Vicedo, E. (Edit.). Bens comunals als Països Catalans i a l'Europa contemporània*. Institut d'Estudis Iler-dencs.
- Cannell, M.G.R. 1999. Environmental impacts of forest monocultures: water, use, acidification, wildlife conservation, and carbon storage. *New Forests*, 17: 239-262.
- Codorniu, R. 1908. Las dunas de Guardamar. *Revista de Montes*, 754: 445-451.
- De Castro, A.F. 1900b. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 565: 395-400.
- De Castro, A.F. 1900a. Repoblación de dunas. *Revista de Montes*, 559, 561: 225-232, 281-285.
- Decret 61/1999, de 28 de maig, d'aprovació definitiva de la revisió del Pla director sectorial de Pedreres de les Illes Balears (BOCAIB, nº 73 ext.)
- Escarri, A., Martín, J. i Seva, E. 1989. *Estudio sobre el medio y la biocenosis en los arenales de la provincia de Alicante*. Diputación Provincial de Alicante.
- Gadgil, R.L. i Ede, F.J. 1998. Application of scientific principles to sand dune stabilization in New Zealand: past progress and future needs. *Land Degradation & Development*, 9: 131-142.
- Hilton, M.J. 2006. The loss of New Zealand's active dunes and the spread of marram grass (*Ammophila arenaria*). *New Zealand Geographer*, 62: 105-120.
- Hilton, M.J., Macauley, U. i Henderson, R. 2000. *Inventory of New Zealand's active dunelands*. Science for Conservation, 157. Department of Conservation. Wellington.
- Lemauiel, S. i Roze, F. 2000. Ecological study of pine forest clearings along the French Atlantic sand dunes: Perspectives of restoration. *Acta Oecologica*, 21: 179-192.
- Maestre, F.T. i Cortina, J. 2004. Are *Pinus halepensis* plantations useful as a restoration tool in semiarid Mediterranean areas?, *Forest Ecology and Management*, 198: 303-317.
- Maestre Gil, F.T., Cortina Segarra, J. i Gil Polo, F. 2004. Repoblaciones de *Pinus halepensis* y restauración de ecosistemas en medio semiárido. *Cuad. Soc. Esp. For.*, 17:181-186.
- Mayol, J. 2006. Un gran projecte de postguerra: La repoblació forestal de les dunes de Formentera. *Eivissa*, 44-45: 9-16.
- Navarro Cano, J.A., Barberá, G.G. i Castillo, V.M. 2010. Pine litter from afforestations hinders the establishment of endemic plants in semiarid scrubby habitats of Natura 2000 network. *Restoration Ecology*, 18: 165-169.
- Oliveras, I., Martínez-Vilalta, J., Jiménez-Ortiz, T., Lledó, M.J., Escarri, A. i Piñol, J. 2003. Hydraulic properties of *Pinus halepensis*, *Pinus pinea* and *Tetraclinis articulata* in a dune ecosystem of Eastern Spain. *Plant Ecology*, 169: 131-141.
- Ortuño, F. 1990. El plan para la repoblación forestal de España del año 1939. Análisis y comentarios. *Ecología*, Fuera de Serie 1: 373-392.
- Osem, Y., Zangy, E., Bney-Moshe, E., Moshe, Y., Karni, N. i Nisan, Y. 2009. The potential of transforming simple structured pine plantations into mixed Mediterranean forests through natural regeneration along a rainfall gradient. *Forest Ecology and Management*, 259: 14-23.
- Pastor-López, A. i Martín-Martín, J. 1993. Los bosques protectores de *Pinus halepensis* en la provincia de Alicante. Características de

- un proceso de revegetación. *Mediterránea Series de Estudios Biológicos*, 14: 57-58.
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Alloza, J.A., Vilagrosa, A., Bautista, S., Cortina, J. i Vallejo, R. 2004. Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for and old practice – a review. *Plant Ecology*, 171: 209-220.
- Quézel, P. i Médail, F. 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier. Paris.
- Ranwell, D.S. i Boar, R. 1986. *Coast dune management guide*. Institute of Terrestrial Ecology. University of East Anglia. Norwich.
- Roig-Munar, F.X., Fraga, P., Martín-Prieto, J.A., Pons, G.X. i Rodríguez Perea, A. 2009. Fixació i estabilització de sistemes dunars a les Illes Balears per processos de forestació: el cas de Menorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 52: 129-140.
- Servera, J. 1997. Els sistemes dunars litorals de les Illes Balears. Departament de Ciències de la Terra. Palma de Mallorca, Universitat de les Illes Balears. Tesi Doctoral: 904.
- Servera, J., Rodríguez-Perea, A. i Martín-Prieto, J.A. 2007. El sistema playa-duna de Es Trenc (Bahía de Campos). In: Fornós, J.J., Ginés, J. i Gómez-Pujol, L. (edits.). *Geomorfología Litoral. Migjorn y Llevant de Mallorca*. Palma de Mallorca, Mon. Soc. Hist. Nat. Balears, 15: 105-118.
- Tastet, J.-P. i Pontee, N.I. 1998. Morphochronology of coastal dunes in Médoc. A new interpretation of Holocene dunes in Southwestern France. *Geomorphology*, 25: 93-109.
- Tiismann, B. 1924. Coastal dunes of Hiiusaare, their stabilisation and forestation. *Tartu Ülikooli Metsaosakonna Toimetised*, 1: 1-95.
- Valls, A. 1870. Las dunas de la ciudad de San Sebastián, su repoblación y su cultivo. *Revista de Montes*, 3: 89-94.
- Whitehead, P.S. 1964. Sand dune reclamation in New Zealand. *New Zealand Journal of Forestry*, 9: 146-153.

