

# Vestigis florístics postglacials a les Illes Balears i dinàmica de la vegetació holocènica

Ramon Pérez-Obiol  
Llorenç Sáez  
Errikarta I. Yll

Universitat Autònoma de Barcelona. Unitat de Botànica, Facultat de Ciències  
08193 Bellaterra (Barcelona). Spain

Manuscrit rebut el setembre de 2003

## Resum

S'ha procedit a una inventariació d'espècies presents actualment a les Balears i que serien pròpies d'ambients mesòfils o bé que es correspondrien, des del punt de vista cronològic, amb les condicions climàtiques de la primera meitat de l'Holocè. Es reconeixen tres tipus principals d'àrees de refugi per a aquestes espècies. Paral·lelament s'ha relacionat la presència d'aquests elements amb els registres pol·línics de diferents localitats de les Balears que s'estenen principalment dins un espai temporal postglacial. Es discuteix la naturalesa i les possibles causes del canvi del paisatge vegetal vers els 5000-6000 anys BP on, de forma sobtada, les formacions de *Corylus* i *Buxus* donen pas a formacions de caràcter més xèric amb *Olea*.

**Paraules clau:** indicadors climàtics, espècies relictas, florística, paleoclimatologia, anàlisi pol·línica, dinàmica de la vegetació.

**Abstract.** *Postglacial relict plants in the Balearic Islands and Holocene vegetation dynamics*

An inventory of the present Balearic plants that correspond to mesophil environments, or those with climatic conditions chronologically similar to that of the first half of the Holocene, has been done. Three main refuge areas are recognized for these species. The presence of these floristic elements has been related with the pollen register of different localities of the Balearic Islands, which extend mainly into the postglacial time. We discuss the nature and the possible causes of the vegetation landscape change that occurred towards 5000-6000 years BP, where *Corylus* and *Buxus* formations were replaced by more xeric formations with *Olea*.

**Keywords:** climate indicators, floristics, paleoclimatology, pollen analysis, relict species, vegetation dynamics.

## Introducció

La complexitat de la dinàmica de la vegetació holocènica a les Balears i a altres illes de la mediterrània occidental ha estat posada de manifest per diversos autors (Burjachs et al., 1994; Pérez-Obiol et al., 1996; 2000; Follieri et al., 1998). El present estudi pretén sintetitzar i analitzar les dades disponibles relatives a la

dinàmica de la vegetació de les Balears a l'Holocè i de relacionar-les amb la vegetació existent actualment a l'arxipèlag. Per tal d'aconseguir aquests objectius s'analitzen dades palinològiques i es revisen d'altres de precedents i paral·lelament es realitza una anàlisi del poblament vegetal que pot ser considerat com a vestigi de la vegetació postglacial a les Balears.

D'acord amb les dades de precipitació enregistrades al sector central de la Serra de Tramuntana, la quantitat de pluja seria suficient per poder desenvolupar formacions forestals més exigents que l'actual bosc esclerofil·le dominant (Rita, 1998a; Pérez-Obiol, 2000). Així, diversos autors han considerat que probablement podria haver-se desenvolupat en un estatge de bosc caducifoli o de caràcter nemorral que podria ocupar les zones més elevades de la serralada (Rosselló & Ginés, 1980; Fiol, 1995; Rita, 1998a, 1998b, Alcover et al., 2000). Factors edàfics, topogràfics així com la distribució de la precipitació i l'activitat humana explicarien, entre d'altres, aquesta manca d'un estatge de boscos caducifolis (Rita, 1998a).

A continuació procedim a enumerar i comentar els trets més característics dels hàbitats que mantenen actualment vestigis de vegetació mesòfila a les Balears relacionant-los en la mida del possible amb els registres pol·línics existents.

## Material i mètodes

S'ha procedit a una inventariació d'espècies que respondrien a unes condicions climàtiques diferents a les que actualment es donen a les Balears, pròpies d'ambients mesòfils o bé que es correspondrien des del punt de vista cronològic amb la primera meitat de l'Holocè. Aquesta inventariació s'ha realitzat mitjançant recerca bibliogràfica i prospeccions recents de camp. Aquestes dades s'han comparat amb una sèrie de registres pol·línics de diferents localitats litorals efectuats a les Gimnèsies (Balears orientals) que abarquen principalment un espai temporal postglacial (Pérez-Obiol & Yll, 2003). D'altra banda també s'ha tingut en consideració la informació dels jaciments paleontològics que han proporcionat unes dades valuoses per a aquest tipus d'estudi (Alcover et al., 1999).

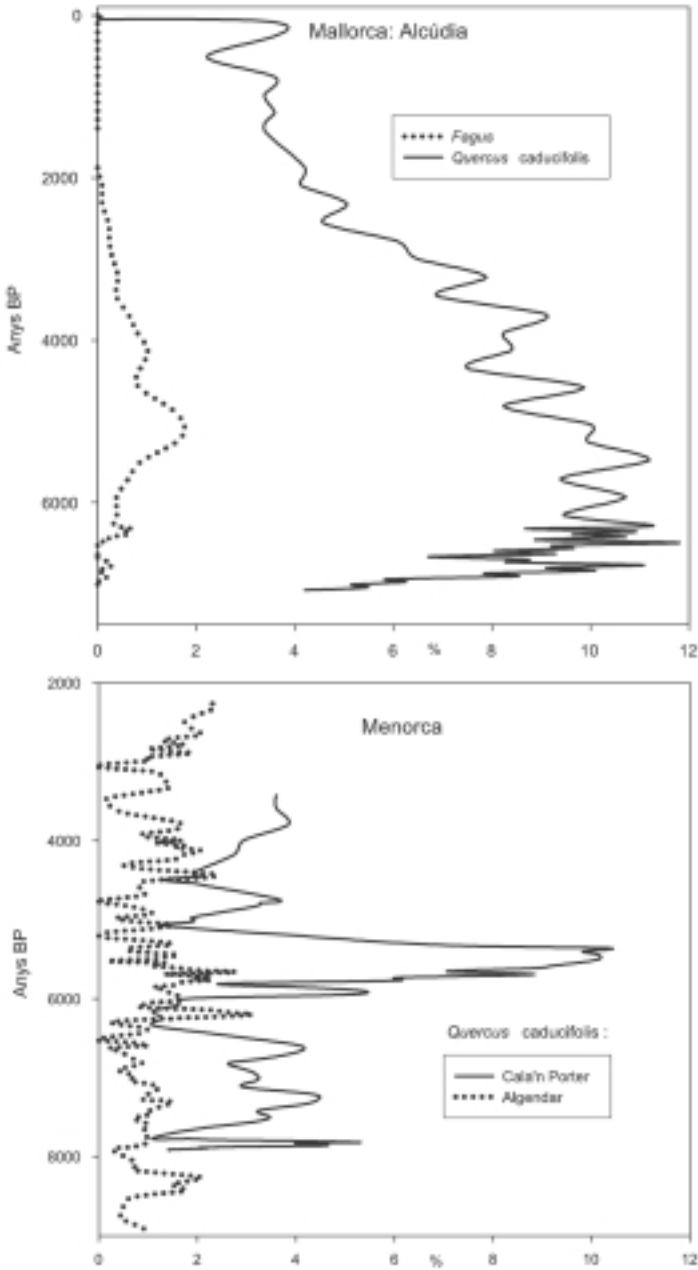
En les anàlisis de les mostres de pluja pol·línica actual (figures 3 i 4) s'ha utilitzat la base de dades europea més completa de les que actualment existeixen (J. Guiot, com. pers.) on la majoria dels espectres actuals provenen de l'anàlisi pol·línica de briòfits ja que aquests representen bones trampes de captació pol·línica. La graficació dels valors percentuals de pluja pol·línica actual de *Corylus* en relació a la temperatura mitjana anual i precipitació mitjana anual de les diferents localitats mostrejades s'ha utilitzat per a poder tenir una comparació amb els valors de la primera meitat de l'Holocè a les Balears i poder fer una funció de transferència dels paràmetres climàtics pretèrits.

## Resultats i discussió

### *Les zones culminals muntanyoses*

Gairebé tots els autors que han estudiat la vegetació i la flora de la muntanya mallorquina coincideixen en el reconeixement d'un estatge balearic (Bolòs &

Vigo, 1984; Fiol, 1995; Rita, 1998a) propi de les zones culminals (1100-1400 m d'altitud). Aquest estatge estaria caracteritzat per la manca de comunitats forestals estructurades i per l'abundància relativa de plantes endèmiques. És precisament en determinades situacions topogràfiques d'aquestes zones culminals on actualment es troben refugiades moltes de les espècies que poden ser considerades com a vestigis de temps més humits i freds. Entre aquestes espècies destaquen les arbòries o arbustives caducifòlies (*Acer opalus* subsp. *granatense*, *Amelanchier ovalis*, *Sorbus aria*) i algunes perennifòlies (*Ilex aquifolium*, *Taxus baccata*). Autors com Rita (1998a, 1998b) assenyalen que aquestes espècies arbòries devien de configurar un bosc caducifoli propi de les zones elevades de Mallorca durant el Quaternari. Evidències basades en les anàlisis pol·líniques donarien suport a aquesta hipòtesi (Pérez-Obiol et al., 2000). Durant l'Holocè inferior, la presència de tàxons com *Quercus caducifolis*, i *Fagus* (figura 1) evidenciarien la presència de boscos caducifolis a la Serra de Tramuntana de Mallorca. S'observa, fins i tot, un lleuger predomini de *Quercus caducifolis* sobre els perennifolis durant l'anomenat "òptim climàtic Holocè" entre els 8000 i 6000 anys BP (dades radiocarbòniques no calibrades). Amb posterioritat als 6000 anys BP s'adverteix un canvi dràstic del paisatge vegetal, caracteritzat per una substitució d'espècies i per un canvi en la fisiognomia de la vegetació. A partir d'aquesta època els *Quercus perennifolis* passen a predominar sobre els caducifolis. Aquest canvi no es detecta litològicament en el contingut biòtic del sediment. La detecció d'una corba contínua de pol·len de *Fagus* a Mallorca amb posterioritat als 6000 anys BP planteja alguns interrogants en un escenari en el que predomina una expansió de la vegetació perennifòlia. Una possible interpretació d'aquest fenomen podria interpretar-se com la resposta a un increment de la temperatura de la superfície del mar que permetria la formació de boires i precipitacions en les parts altes de la serra de Tramuntana, que són drenades cap a l'albufera d'Alcúdia. La presència de *Fagus* durant gran part de l'Holocè es mostra com un fet, en principi, sorprenent a les Balears. Segons Costa et al. (1990) el faig sembla haver arribat recentment en zones de la península Ibèrica en les que apareix en mosaic en boscos mixts muntanyencs. Aquest fenomen sembla tenir una interpretació distinta a la serra de Tramuntana de Mallorca ja que apareix amb molta anterioritat i la seva desaparició sembla estar lligada, si observem les formacions boscoses actuals, a la falta d'unes condicions climàtiques requerides pel seu desenvolupament. Tot sembla indicar, a falta de més dades pol·líniques o antracològiques, que *Fagus* podria haver estat refugiat en algunes fondalades del territori insular durant el Pleistocè superior i l'Holocè inferior. Igualment, Pott (2000), indica que hi ha suficients evidències per afirmar que durant els darrers 9000 anys, *Fagus* s'ha anat estenent des de diversos refugis pleistocènics mediterranis cap a localitats més septentrionals. La presència de petits boscos refugis de *Fagus* a Mallorca molt abans que es produïssin les colonitzacions dels Pirineus per part d'aquesta espècie, és una afirmació agosarada però que va prenent cos i que només podrà ser corroborada o refutada mitjançant estudis paleogenètics.



**Figura 1.** Evolució de les corbes pol·líniques de *Fagus* i *Quercus* (al sondatge d'Alcúdia, Mallorca, segons Burjachs et. al, 1994) i de les de *Quercus caducifolia* a Menorca (segons Pérez-Obiol & Yll, 2003).

Actualment l'àrea de dispersió de les espècies arbustives o arbòries que poden ser considerades com a vestigis de temps més humits, coincideix amb les àrees de precipitació més elevada de l'illa de Mallorca. Així, és al sector central de la serra de Tramuntana on es concentren les seves principals poblacions. Aquesta serralada actua com una anomalia pluviomètrica positiva molt destacable, amb registres totals superiors als 1200 mm, quatre vegades més altes que les precipitacions del Migjorn illenc (Grimalt, 1998). A la zona d'Almallutx, situada a 698 m s.n.m., les precipitacions anuals arriben als 1402 mm, mentre que la temperatura mitjana és de 16,5°C (Guijarro, 1995). La presència de núvols orogràfics a la zona alta de la serra de Tramuntana, causada per l'efecte de barrera amb les parets exposades als vents humits, provoca rosades mantingudes (Grimalt, 1998) que afavoreixen aquesta vegetació mesòfila de caràcter vestigial.

Entre les espècies arbòries o arbustives de caràcter mesòfil que encara compten amb poblacions importants a Mallorca destaca *Acer opalus* subsp. *granatense*. Aquesta espècie presenta una distribució relativament ampla a la serra de Tramuntana i és present a gairebé tots els grans massissos d'aquesta serralada, on creix en penya-segats generalment orientats al N, en un gradient altitudinal prou destacable (Taula 1). De manera excepcional pot constituir petits bosquets on esdevé l'arbre dominant, com ara al vessant N del Puig Major. *Sorbus aria* també està representat a les muntanyes més elevades de la serralada, però és general és força més escàs que l'espècie precedent i mai constitueix poblaments monoespècífics, apareixent de manera molt dispersa. *Amelanchier ovalis* presenta una àrea de distribució a les Balears que coincideix perfectament amb les zones de major precipitació, ja que es troba restringit al sector central de la serra de Tramuntana. Únicament es pot observar amb certa freqüència al vessant N del Puig Major, entre 1200 i 1440 m. A la resta de massissos (Massanella, Alfàbia, Teix i Tossals) es troba de manera molt dispersa.

Associades amb aquestes espècies caducifòlies creixen dues espècies perennifòlies: *Ilex aquifolium* i *Taxus baccata*. Es tracta d'espècies que compten amb un baix nombre d'efectius (de l'ordre d'alguns centenars) i que han estat considerades com un vestigi de temps més freds i humits, i actualment es trobarien en regressió a les Balears (Sáez & Rosselló, 2001). Colonitzen peus de penyals, esclerxes i canals ombrívols i humits, de les zones més elevades. Atesa l'extraordinària raresa d'aquestes espècies arbustives o arbòries, en algun cas han estat descobertes molt recentment, com és el cas de dues espècies arbustives: *Rosa squarrosa*, tàxon del grup de *R. canina* i que ha estat trobat en canals molt humides només al massís del Puig Major (Sáez & Fraga, 1999). Recentment s'ha descobert, també al mateix massís, un arbust del gènere *Cotoneaster* que es troba actualment en procés d'estudi (Sáez et al., dades inèdites). És una planta molt escassa que colonitza canals, peus de penyals i esclerxes en llocs excepcionalment humits i ombrívols. La presència d'aquest gènere en ambients insulars mediterranis és força destacable, doncs no existeix a cap illa mediterrània amb l'excepció de Sicília, on viu *C. nebrodensis* (Guss.) K. Koch.

Com a conseqüència del particular hàbitat que ocupen aquestes espècies arbòries i arbustives (penyals, canals verticals, etc.) no és possible trobar espècies herbà-

cies pròpies d'un sotabosc de caràcter mesòfil, tanmateix hi ha algunes excepcions, com ara *Cystopteris fragilis*, *Polystichum aculeatum*, *Geranium robertianum*, entre d'altres. Aquesta manca d'espècies pròpies d'ambients forestals ombrívols també es fa palesa als alzinars de muntanya. Tot i que aquests boscos han estat més o menys modificats per l'acció de l'home, alguns autors com Rita (1998b), consideren que aquests boscos madurs probablement devien de ser igualment oberts i pobres, atenent a la seva composició florística.

En el context de relativa aridesa de la muntanya mallorquina, es possible trobar diverses espècies de briòfits de caràcter relictual pròpies de boscos humits boreals (fagedes i avetoses). Entre aquestes destaquen *Hylocomium splendens* *Rhytidiadelphus triquetrus* i *Thuidium delicatulum*, aquesta darrera recentment descoberta al vessant N del Puig Major. Com a conseqüència de la desaparició d'un estrat arbori, l'àrea d'aquestes espècies a Mallorca s'hauria restringit de manera important (Rosselló, 1981), trobant-se en l'actualitat refugiades a canals i peus de penyals excepcionalment humits, sovint sota la protecció d'arbusts com ara *Hypericum balearicum* L. El cas de la presència de la molsa *Neckera bessiari* creixent sobre roques és destacable (Sáez et al., 2002), ja que es tracta d'una espècie pròpia de rouredes montanes, on colonitza, de forma preferent, l'escorça de *Buxus sempervirens* L. Altres espècies de briòfits més o menys relacionades amb boscos mesòfils apareixen indicades a la taula 1 —aquesta enumeració no pretén ser exhaustiva—, i en general es localitzen als mateixos llocs on es troben les espècies forestals de caràcter relictual aquí tractades.

### *Cavitats càrstiques*

Els avencs i altres cavitats càrstiques, per les seves particulars condicions climàtiques que contrasten fortament amb la relativa aridesa general de les zones on es troben, constitueixen un ambient favorable per al desenvolupament de plantes exigents pel que fa al grau d'humitat (Ginés & Ginés, 1992). A tall d'exemple de les singulars condicions d'aquests ambients, en una cavitat càrstica d'escassa fondària (13 m) i situada a l'extrem meridional de la serra de Tramuntana, en un context climàtic càlid i molt xèric (precipitació mitjana anual = 600 mm, temperatura mitjana = 16°C) es registren, al fons de la cavitat, unes temperatures que queden compreses entre els valors extrems d'1,5°C (mínima hivernal) i 16°C (màxima estival), mentre que la humitat relativa es manté entre 88% i el 100% (Ginés & Ginés, 1992). Per tant, les cavitats càrstiques són capaces de distorsionar intensament el marc climàtic que les envolta, i per tant constitueixen un refugi per les plantes pròpies d'un ambient humit i relativament fred. La presència d'aquestes plantes a l'àrid i calorós exterior seria impossible en les actuals condicions climàtiques (Ginés & Ginés, 1992). Per tant, aquestes cavitats situades en àrees sotmeses a un clima mediterrani constitueixen un veritable refugi per a espècies vegetals relictives de temps més freds i que ara són pròpies de regions centreeuropees (Tosco, 1959; Trias, 1987).

En aquestes cavitats es desenvolupa un veritable poblament vegetal que pot ser relacionat amb el que existeix a determinades comunitats forestals mesòfiles

**Taula 1.** Relació d'espècies relacionades amb ambients mesòfils o nemorals existents a les Balears. Amb un asterisc (\*) s'assenyalen els tàxons actualment extingits.

Tàxon	límits altitudinals (m)	zones culminals	cavitats càrstiques	engorjats
<b>BRYOPHYTA</b>				
<i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp.	1150	+	-	-
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dum.	200-1100	-	+	+
<i>Marchesinia mackai</i> (Hook.) S. Gray	480	-	-	+
<i>Mnium marginatum</i> (With.) P. Beauv.	1210-1410	+	+	-
<i>Neckera besseri</i> (Lobarz.) Jur.	1400	+	-	-
<i>Orthothecium intricatum</i> (Hartm.) Schimp.	1040	-	+	-
<i>Pseudoleskea incurvata</i> (Hedw.) Loeske	1050	+	-	-
<i>Pseudoleskeella catenulata</i> (Brid.) Kindb.	800-1300	+	-	-
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. Kop.	1040	-	+	-
<i>Rhytidadelphus triquetrus</i> (Hedw.) Warnst.	850-1300	+	-	-
<i>Solenostoma triste</i> (Nees.) K. Müll.	600-1040	-	+	-
<i>Taxiphyllum wissgrillii</i> (Garov.) Wijk & Margad.	1200-1400	-	+	-
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Gangulee	120-1380	-	+	+
<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.	1320	+	-	-
<i>Timmia bavarica</i> Hessel.	1250-1410	+	-	-
<b>PTERIDOPHYTA</b>				
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	1300-1370	+	+	-
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	1390	-	+	-
<i>Phyllitis scolopendrium</i> (L.) Newman	400-1350	-	+	+
<i>Polystichum aculeatum</i> (L.) Roth	1300-1390	+	+	-
<i>Polystichum setiferum</i> (Forsskal) Woyнар	700-1390	-	+	-
<b>SPERMATOPHYTA</b>				
<i>Acer opalus</i> subsp. <i>granatense</i> (Boiss.) Font Quer & Rothm.	50-1440	+	+	+
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.	450-1440	+	-	+
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	450	-	-	+
<i>Corylus avellana</i> L.	450-500	-	-	+
<i>Cotoneaster</i> sp.	1300-1400	+	-	-
<i>Fagus sylvatica</i> L. (*)				
<i>Geranium robertianum</i> L.	1000-1400	+	+	-
<i>Ilex aquifolium</i> L.	400-1440	+	+	-
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	800-1000	+	-	-
<i>Quercus</i> (*) [caducifolis]				
<i>Rosa squarrosa</i> (A. Rau) Boreau	1250-1400	+	+	-
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	450-1440	+	+	+
<i>Taxus baccata</i> L.	800-1440	+	+	-

pròpies del continent. Entre aquestes espècies destaquen pteridòfits com ara *Polystichum setiferum*, *P. aculeatum*, *Dryopteris filix-mas*, *Phyllitis scolopendrium* i *Cystopteris fragilis*, falgueres ben representades en boscos humits (generalment formacions de *Corylus avellana*) de la muntanya mitjana al N de la Península Ibèrica. És molt destacable el fet que a les Balears, totes aquestes espècies es troben, de forma gairebé exclusiva, refugiades dins de cavitats càrstiques (Taula 1).

Les espècies arbòries i arbustives com *Ilex aquifolium*, *Acer opalus* subsp. *granatense*, *Rosa squarrosa*, *Sorbus aria* i *Taxus baccata*, són freqüentment presents als sortints d'aquestes cavitats (Taula 1). Els avencs constitueixen un hàbitat secundari apte per al desenvolupament d'aquestes espècies, i es troben protegides de la predació per part dels herbívors.

El poblament briofític de caràcter nemoral existent a les Balears està íntimament lligat a les cavitats càrstiques, tal i com es pot comprovar a la taula 1. Espècies com ara *Orthothecium intricatum*, *Rhizomnium punctatum* i *Taxiphyllum wisgrilii* creixen a les Balears únicament dins cavitats càrstiques (Rosselló & Ginés, 1980; Fiol, 1995), mentre que la majoria d'aquestes espècies al continent colonitzen indrets humits de boscos caducifolis o perennifolis montans i subalpins (Casas et al., 2001). D'altra banda un conjunt de briòfits com *Mnium marginatum*, *Solenostoma triste*, *Thamnobryum alopecurum*, entre d'altres, troben la major part de les seves estacions en avencs, però també dins d'engorjats i canals ombrívols i humides de l'alta muntanya balearica. Sembla raonable que aquest poblament briofític de les cavitats càrstiques devia tenir el seu origen a les zones externes als avencs. Així, Rosselló & Ginés (1980) i Fiol (1995), analitzant la composició florística d'una sèrie de cavitats càrstiques, indiquen que a la serra de Tramuntana devia d'existir un bosc format per caducifolis, el qual constituïa l'hàbitat idoni per a diverses espècies de briòfits de caràcter nemoral. La desaparició d'aquest estrat arborei hauria determinat que els briòfits (i també altres plantes com ara els pteridòfits) ocupessin llocs amb condicions ambientals semblants, i aquí els avencs haurien actuat passivament com a refugi amb un microclima adequat per a algunes d'aquestes espècies.

### *Engorjats i barrancs càrstics*

Es tracta de profunds i estrets canons de difícil accés, que solquen els sectors septentrional i central de la serra de Tramuntana de Mallorca. Han estat formats mitjançant l'acció abrasiva de l'aigua sobre la roca calcària i per processos de dissolució càrstics que han actuat a favor de grans fractures d'origen tectònic (Ginés & Ginés, 1995). En alguns d'aquests engorjats les parets verticals poden assolir alçades de 250-300 m (torrents de Gorg Blau i de Pareis). A diferència dels dos ambients tractats precedentment, aquest particular hàbitat ha actuat com a àrea de refugi per a diverses espècies vegetals de diversa filiació corològica. Els poblaments de *Laurus nobilis* L. als engorjats de la Serra de Tramuntana han estat considerats com una relíquia dels boscos del Terciari (Trias & Ramon, 2000), tot i que la condició d'espontaneïtat d'aquesta espècie a les Balears és un tema, si més no, a debat.



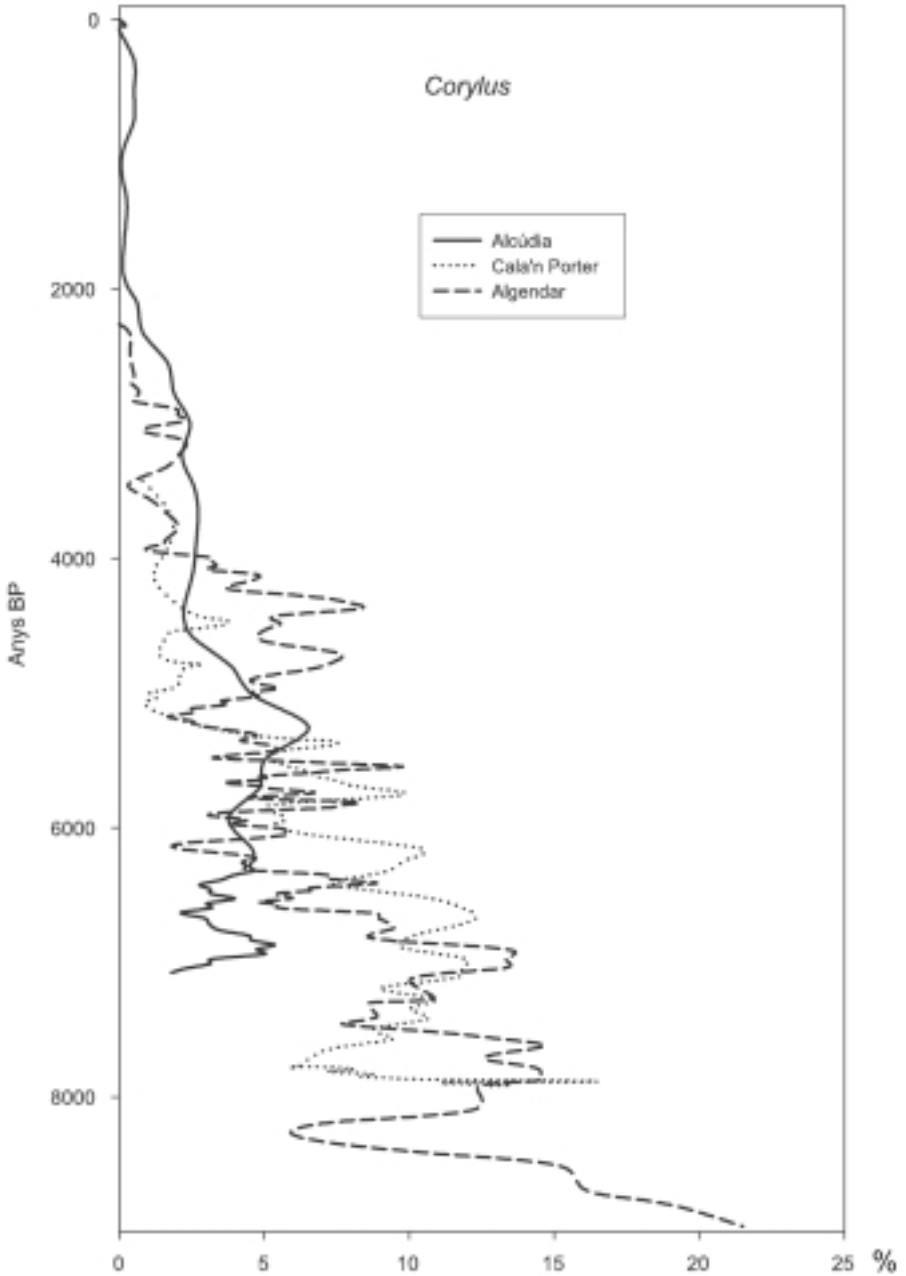
El particular microclima d'aquests engorjats, situats en àrees on les precipitacions són en general superiors als 1000 mm anuals, afavoreix també la preservació de espècies caducifòlies com ara *Acer opalus* subsp. *granatense*, *Amelanchier ovalis* i *Sorbus aria*. De fet en aquests barrancs és on aquestes espècies assoleixen les cotes altitudinals més baixes: *Acer opalus* subsp. *granatense* baixa fins els 50 m s.n.m al torrent de Pareis, mentre que *Amelanchier ovalis* i *Sorbus aria* poden créixer a poc més de 400 m al torrent de Biniaraiç. En l'engorjat del torrent del Gorg Blau, a uns 480 m d'altitud, abans del tram conegut com Sa Fosca, fou observat *Corylus avellana* (23-XII-1989, L. Abad & L. Sáez) en una zona d'accés extraordinàriament complex. La presència en el sector central de la Serra de Tramuntana de vestigis de boscos humits amb presència de *Corylus avellana* que serien assimilables a les avellanoses de l'associació *Polysticho-Coryletum* ja havia estat posada de manifest prèviament (Bolòs & Vigo, 1972), concretament a la zona de Lluc. Aquests autors assenyalen que la condició d'espontaneïtat de *Corylus* no és segura i que podria haver estat introduït per l'home, però que certes espècies acompanyants de caràcter mesòfil com *Carex sylvatica* podrien ser espontànies.

La presència de *Corylus* des de la base de diversos sondeigs permet afirmar que existeixen similituds en l'evolució del paisatge de les Balears amb altres indrets mediterranis (on s'hi han efectuat diversos sondeigs marins i continentals) en els quals també es registren uns valors elevats de *Corylus* a la meitat inferior de l'Holocè (Triat-Laval, 1979). És lògic pensar que durant aquesta etapa les illes Balears posseïen un paisatge vegetal configurat per distintes formacions caducifòlies distribuïdes segons el relleu i el substrat, apareixent de forma abundant *Corylus*, en espais com torrenteres, engorjats, etc. Posteriorment, aquest tàxon sembla haver estat en un precari equilibri amb el clima durant la segona meitat de l'Holocè (figura 2), apareixent actualment en àrees de distribució realment reduïdes.

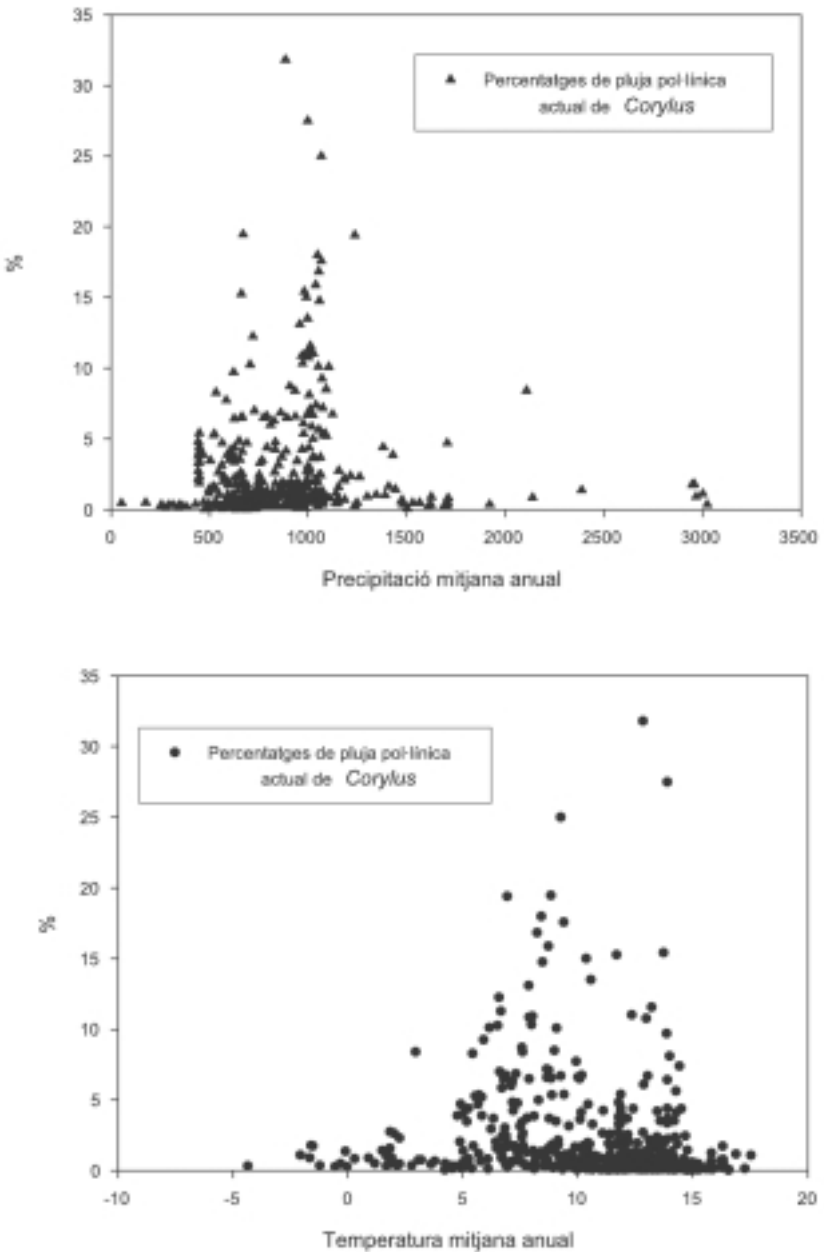
L'explicació dels elevats percentatges pol·línics i de la seva posterior dràstica reducció de *Corylus* recau en una dissertació climàtica. Si observem la pluja pol·línica actual de diferents localitats d'Europa (representats en la figura 4, a partir de dades de Guiot, comm. pers.) i advertim els percentatges pol·línics de *Corylus* en relació a la temperatura i precipitació mitjanes anuals de cada localitat (figura 3), es posa en evidència que aquests percentatges que es mesuren a les Balears durant l'Holocè inferior es donen en l'actualitat en climes força més frescals i humits que els que presenten les illes Balears actualment.

Els pteridòfits de caràcter nemoral, com ara *Asplenium scolopendrium*, considerat per Trias & Ramon (2000) com una de les espècies més característiques d'aquest hàbitat, també troben refugi en aquests barrancs. També *Polystichum setiferum* es pot trobar en aquests engorjats, tot i que el seu òptim actualment a les Balears el troba actualment a les cavitats i depressions càrstiques.

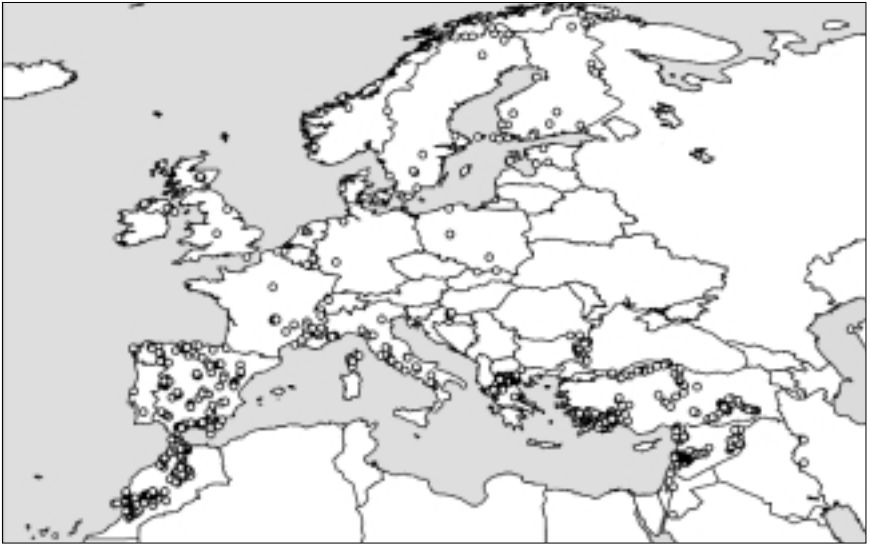
El poblament briofític d'aquests engorjats presenta diversos trets característics des del punt de vista corològic: a banda de les espècies mediterrànies i pluriregionals, existeixen algunes singularitats de caràcter oceànic com l'hepàtica *Marchesinia mackai* recentment descoberta a les parets de l'engorjat del Torrent



**Figura 2.** Evolució de les corbes pol·líniques de *Corylus* a Mallorca i Menorca (segons Pérez-Obiol & Yll, 2003).



**Figura 3.** Valors percentuals de pluja pol·línica actual de *Corylus* en relació a la temperatura mitjana anual i precipitació mitjana anual de les diferents localitats mostrades a la figura anterior (només es mostren les localitats on el valor percentual és superior a zero).

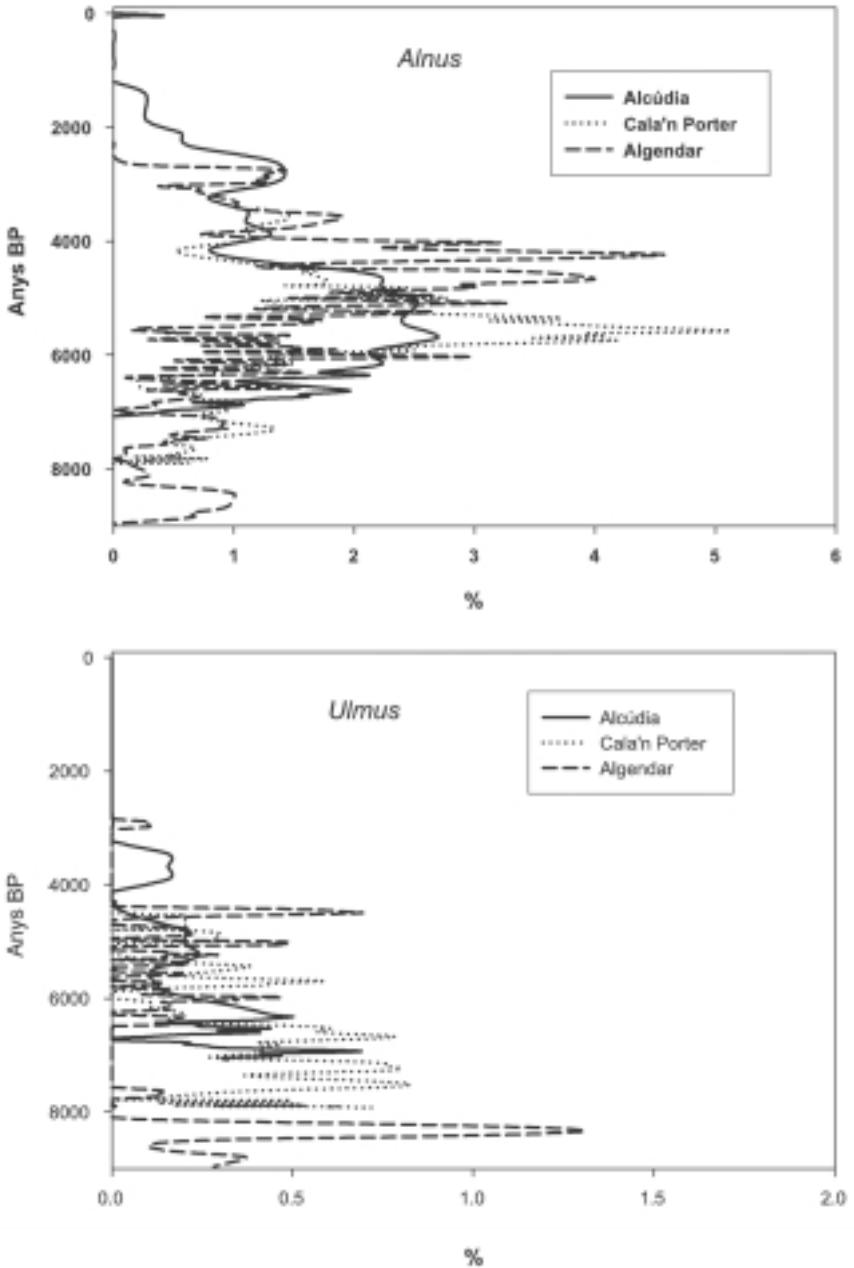


**Figura 4.** Distribució de les localitats d'on s'han recollit mostres de pluja pol·línica actual.

del Gorg Blau. També entre els briòfits podem trobar alguns exemples que permeten considerar aquest engorjats com a zones de refugi d'una vegetació relictiva pròpia del Terciari, o si més no prèvia a la crisi Messiniana, quan el clima devia ser més humit i càlid. Aquest fet podria quedar il·lustrat amb la recent troballa a un engorjat de la serra de Tramuntana de l'hepàtica *Plagiochasma appendiculatum* Lehm. & Lindenb., espècie difosa per zones de clima sotmès a influència monzònica del S i E asiàtic, Iemen i extrem oriental d'Àfrica) que està actualment en fase d'estudi i que té a Mallorca la seva única localitat europea coneguda.

#### *Els boscos de ribera*

La vegetació arbòria de ribera a les Balears presenta actualment una escassa significació des del punt de vista del paisatge vegetal. Segons Bolòs (1997) les poblacions d'*Ulmus minor*, *Fraxinus angustifolia*, i *Populus alba* serien resultat d'una introducció més o menys moderna. Segons aquest autor, tot i que els espècies arbòries no correspondrien a elements autòctons, les espècies herbàcies presenten una condició d'espontaneïtat indiscutible, ocupant sempre ambients humits i ombrívols i trobant-se de vegades al sotabosc de les poblacions d'arbres de ribera, introduïts per l'home. Per la nostra part, creiem que la condició d'espontaneïtat de diverses espècies arbòries hauria de ser reconsiderada a la llum de les dades pol·líniques. A la figura 5 queda reflectida la presència de bos-



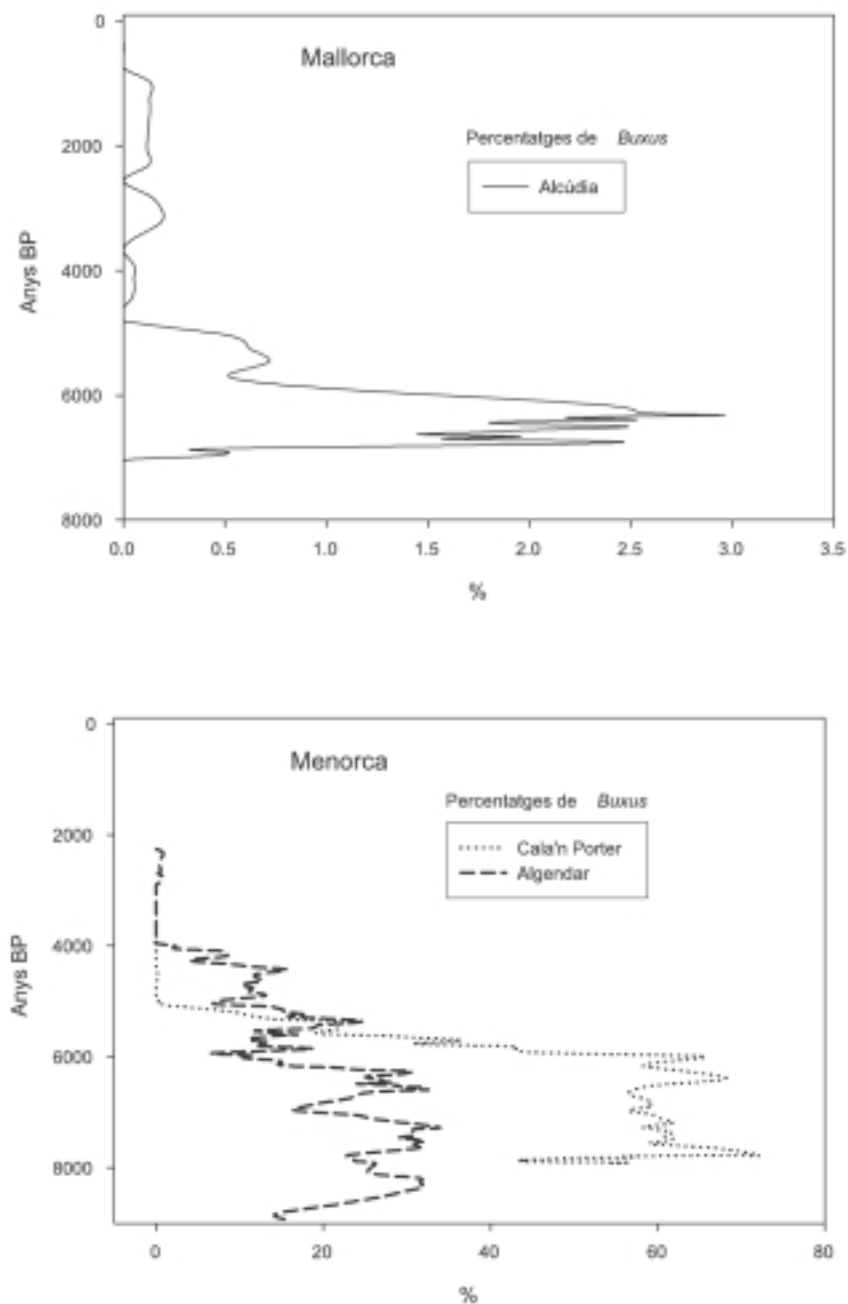
**Figura 5.** Evolució de les corbes pol·líniques d'*Alnus* i *Ulmus* a Mallorca i Menorca (segons Pérez-Obiol & Yll, 2003).

cos de ribera a Mallorca fins a temps ben recents. Diversos factors (climàtics, edàfics, antròpics) degueren influir en la seva dinàmica i pràctica desaparició. De tota manera, no creiem que aquest esvaïment s'hagi donat de forma sobtada ni en un passat molt llunyà. En excavacions del jaciment del Coval Simó (Escorca), s'ha trobat pol·len d'*Alnus* en mostres força recents (dels darrers 2000-3000 anys), fet que indicaria la presència de verns en el curs d'un rierol proper al jaciment.

### *Les formacions de Buxus*

Un problema que resta per dilucidar és el de les formacions de *Buxus balearica*. Actualment, a les Balears, les formacions més importants d'aquest arbust tenen un marcat caràcter supraforestal, situant-se altitudinalment per sobre els boscos i per sota de les comunitats arbustives culminals. L'espècie tendeix a ocupar carenes i vessants rocosos, comportant-se de vegades de manera subrupícola. Hi ha dades històriques (Marès & Vigineix, 1880) que indiquen que *B. balearica* configurava importants boscos i que per l'acció humana l'àrea de l'espècie hauria minvat notablement. Segons es dedueix de les restes pol·líniques analitzades, sembla que alguna espècie del gènere *Buxus* era abundant a Mallorca a mitjans de l'Holocè (Pérez-Obiol et al., 2000) i va desaparèixer de Menorca entre 5000 i 4000 BP (Yll et al., 1997) (figura 6). Possiblement sobre la base d'aquestes dades Alcover et al. (2000) consideren que *Buxus balearica* formava boscos extensos a les Gimnèsies. L'anàlisi pol·línic de copròlits de *Myotragus balearicus*, bòvid extingit a les Gimnèsies durant el Plio-Quaternari, indiquen que *Buxus* era aparentment utilitzada com a aliment per aquest mamífer a l'Holocè mitjà (Alcover et al., 1999), tot i que no es coneix si aquest hàbit fou només circumstancial (Alcover et al., 2000). L'anàlisi pol·línica no permet la distinció entre les dues espècies de *Buxus* que existeixen a Europa: *B. sempervirens* i *B. balearica*, per tant no es pot descartar que l'espècie que podria haver estat més abundant al Plio-Quaternari fos en realitat *B. sempervirens*. Aquest argument troba fonament en què a determinades localitats (S d'Espanya, Turquia, Marroc) on existeixen les dues espècies, aquestes ocupen hàbitats diferents, i en el cas de *B. balearica*, mostra tendència per ocupar zones topogràficament favorables, com ara penyals, carenes, vessants rocosos, etc. Actualment, *Buxus sempervirens* és una espècie que a territoris geogràfics de la península Ibèrica, propers a les Balears, pot constituir formacions mixtes amb *Corylus avellana* i també és una de les espècies més importants de l'estrat arbustiu de diversos boscos caducifolis (rouredes i fagedes calcícoles). En aquest context sembla versemblant atribuir la presència d'alts nivells pol·línics de *Buxus* a mitjans de l'Holocè a l'espècie *B. sempervirens*, sense excloure, lògicament, la coexistència de *B. balearica* en certs ambients favorables.

La substitució de les comunitats de *Buxus* per màquies termòfiles dominades per *Olea* és un fenomen exclusiu de les illes Balears, representant l'història de *Buxus* (Pérez-Obiol et al., 1996) un fascinant exemple de la complexitat de la dinàmica vegetal holocènica. Malgrat que la major part de les espècies eurasiàtiques



**Figura 6.** Evolució de les corbes pol·líniques de *Buxus* a Mallorca i Menorca (segons Pérez-Obiol & Yll, 2003).

de *Buxus* estan adaptades a climes estacionals, la seva anatomia interna representa una adaptació a condicions mesòfiles, de forma que aquest tàxon no pot ser utilitzat com a indicador d'ambients xèrics (Bessedik, 1983). En l'actualitat les comunitats dominades per *Buxus balearica* es troben únicament en determinades zones de les illes de Mallorca i Cabrera i, d'acord amb Folch (1986), representen una formació transicional extramediterrània al paisatge balear. En aquest sentit, l'existència d'un període d'alta variabilitat estacional i de baixes precipitacions pot apuntar-se com l'element principal determinant de la desaparició de les comunitats de *Buxus*. A diferència de Mallorca, de major grandària i relleu destacable, l'illa de Menorca, amb inexistència d'un gradient altitudinal important i d'un substrat càrstic, no hauria permès la pervivència de comunitats submediterrànies.

Aquest canvi (la substitució de les comunitats de *Buxus* per màquies termòfiles) s'atribueix a un increment de les condicions d'aridesa de les illes ja que sovint representa un canvi fisiognòmic. D'altra banda, Alcover et al. (2000) suggereixen que aquest canvi podria haver estat fortament influenciat per l'arribada de l'home a les Balears, el qual coincideix amb el canvi detectat en la vegetació (Alcover et al., 2001). Tanmateix, diversos processos de canvi climàtic vers una aridificació del territori s'han enregistrat a nombroses localitats de la conca mediterrània a l'Holocè mitjà (Pérez-Obiol et al., 2000) i per tant la primera d'aquestes hipòtesis queda emmarcada dins el context d'un canvi climàtic global que es va produir a l'Holocè mitjà i que es detecta de forma més patent a les zones de clima mediterrani.

## Agraïments

Agraïm a J. Guiot l'aportació de dades de pluja pol·línica actual de diverses localitats europees.

## Bibliografia

- Alcover, J.A.; Llabrés, M.; Moragues, Ll. (coord.) 2000. Les Balears abans dels humans. Monogr. Soc. Hist. Natural 8. Ciutat de Mallorca.
- Alcover, J.A.; Pérez-Obiol, J.; Yll, E.I.; Bover, P. 1999. The diet of *Myotragus balearicus* Bate 1909 (Artiodactyla: Caprinae), an extinct bovid from the Balearic Islands: evidence from coprolites. Biol. J. Linn. Soc. 66: 57-74.
- Alcover, J.A.; Ramis, D.; Coll, J.; Trias, M. 2001. Bases per al coneixement del contacte entre els primers colonitzadors humans i la naturalesa de les Balears. Endins 24: 5-57.
- Bessedik, M. 1983. Le genre *Buxus* L. (*Nagyipollis* Kedves 1962) au Tertiaire en Europe occidentale: évolution et implications paléogéographiques. Pollen et Spores, 25(3-4): 461-486.
- Bolòs, O. 1997. La Vegetació de les Illes Balears, comunitats de plantes. Arxius de la Secció de Ciències, CXIV. Secció de Ciències Biològiques. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Bolòs, O.; Vigo, J. 1972. Contribution à la géobotanique de l'île de Majorque. Rapp. Procès-Verbaux Réunion. Commiss. Int. Explor. Sci. Mer (Médit.) 21: 81-82.



- Bolòs, O.; Vigo, J. 1984. Flora dels Països Catalans. Vol. 1. Ed. Barcino. Barcelona.
- Burjachs, F.; Pérez-Obiol, R.; Roure, J.M.; Julià, R. 1994. Dinámica de la vegetación durante el Holoceno en la isla de Mallorca. In Mateu, I.; Dupré, M.; Güemes, J.; Burgaz, M.E. (eds.) Trabajos de Palinología Básica y Aplicada: 199-210. Universitat de València.
- Casas, C.; Brugués, M.; Cros, R.M. Flora dels briòfits dels Països Catalans. I. Molses. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Costa, M.; García Anton, M.; Morla, C. & Sainz, H. 1990. La evolución de los bosques de la Península Ibérica: una interpretación basada en datos paleobiogeográficos. Ecología, Fuera de Serie, 1: 31-58.
- Fiol, L. 1995. La flora de les entrades de les cavitats de Mallorca. Monogr. Soc. Hist. Natural 3: 145-153. Palma de Mallorca.
- Folch, R. 1986. La vegetació dels Països Catalans. Ketres, Barcelona.
- Follieri, M.; Roure, J.M., Giardini, M., Magri, D.; Narcisi, B.; Pantaleón Cano, J.; Pérez-Obiol, R.; Sadori, L.; Yll, E.I. 1998. Vegetations Changes in Italy and Spain during the las Millenia. In Farina, A.; Kennedy, J.; Bossù, V. (eds.). Proceedings of INTECOL. VII International Congress of Ecology. Florence.
- Ginés, A.; Ginés, P. 1992. Principals característiques climàtiques des Clot des Sero, Calvià, Mallorca. Endins 17-18 : 37-42.
- Ginés, A.; Ginés, J. 1995. Les formes exocàrstiques de l'illa de Mallorca. Monogr. Soc. Hist. Natural 3: 59-70. Palma de Mallorca.
- Grimalt, M. 1998. El Clima. In Blàzquez, M.; Díaz, R.; Rullan, O. (coord.). La Serra de Tramuntana, natura i cultura: 33-36. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- Guijarro, J.A. 1995. Aspectes bioclimàtics del carst de Mallorca. Monogr. Soc. Hist. Natural 3: 17-26. Palma de Mallorca.
- Marès, P.; Vigineix, G. 1880. Catalogue raisonné des plantes vasculaires des Iles Baléares. Edit G. Masson. Paris.
- Pérez-Obiol, R.; Yll, E.I.; Pantaleón Cano, J.; Roure, J.M. 1996. Historia de *Buxus* y *Corylus* en las Islas Baleares durante el Holoceno. In Ramil-Rego, P.; Fernández Rodríguez, C.; Guitián, M. (eds.), Paleoambiente Cuaternario en la Península Ibérica: 87-97. Xunta de Galicia. Santiago de Compostela.
- Pérez-Obiol, R.; Yll, E.I.; Pantaleón Cano, J.; Roure, J.M. 2000. Evaluación de los impactos antrópicos y los cambios climáticos en el paisaje vegetal de las islas Baleares durante los últimos 8000 años. In Guerrero, V.M.; Gornés, S. (coord.), Colonización humana en ambientes insulares. Interacción con el medio y adaptación cultural. Universitat de les Illes Balears: 444-454. Palma de Mallorca.
- Pérez-Obiol, R.; Yll, E.I. 2003. Quaternary Palynology of Balearic Islands. In: Quaternary Climatic Changes and Environmental crises in the Mediterranean region. Ed: M. Blanca Ruiz, Miriam Dorado Ana Valdeomillos, M<sup>a</sup> José Gil, Teresa Vardagí, Irene de Bustamante i Ignacio Martínez. pp: 123-132.
- Pott, R. 2000. Paleoclimate and vegetation – long term vegetation dynamics in central Europe with particular reference to beech. Phytocoenologia 30 (3-4): 285-333.
- Rita, J. 1998a. Els pisos de vegetació de la serra de Tramuntana. In: Tolosa, F. (coord.) La Serra de Tramuntana, aportacions per a un debat: 59-69. Sa Nostra Palma de Mallorca.
- Rita, J. 1998b. La cobertora vegetal. In Blàzquez, M.; Díaz, R.; Rullan, O. (coord.). La Serra de Tramuntana, natura i cultura: 39-50. Ed. Moll. Palma de Mallorca.
- Rosselló, J.A. 1981. Notes sobre la brioflora balear. 1 Briòfits noves per Balears. Boll. Soc. Hist. Nat. Balears 25: 39-52.

- Rosselló, J.A.; Ginés, A. 1980. Introducció a la brioflora dels avencs mallorquins. *Endins* 7: 27-35.
- Sáez, L.; Casas, C.; Cros, R.M.; Brugués, M. 2002. New Bryological Data from the Balearic Islands. *Cryptogamie, Bryologie*. 23(2): 181-187.
- Sáez, L.; Fraga, P. 1999. Noves aportacions al coneixement de la flora balear. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears* 42: 85-95.
- Sáez, L.; Rosselló, J.A. 2001. Llibre vermell de la Flora vascular de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. Govern de les Illes Balears. Palma de Mallorca. 232 pp.
- Tosco, U. 1959. Contributi alla conoscenza della vegetazione e della flora cavernicola italiana. *Le Grotte d'Italia* ser. 3, vol. 2: 37-70.
- Triat-Laval, H. 1979. Histoire de la forêt provençale depuis 15000 ans d'après l'analyse pollinique. *Fôret méditerranéenne*, t1. 19-24.
- Trias, M. 1987. Apunts sobre els avencs del Puig Major (Escorca, Mallorca). *Endins* 13: 21-26.
- Trias, M.; Ramon, F. 2000. Els torrents clàssics de la serra de Tramuntana. M. Font editor. Palma de Mallorca.
- Yll, E.I.; Pantaleón Cano, J.; Pérez Obiol, R.; Roure, J.M. 1999. Cambio climático y transformación del medio durante el Holoceno en las islas Baleares. In Bernabeu, J.; Orozoco, T. (eds.). *II Congrès del neolític a la Península Ibèrica*. Universitat de València. *Saguntum-Extra* 2: 45-51. València.