

GEA, FLORA ET FAUNA

Un endemisme ornitològic ignorat: el trencapinyons balear (*Loxia balearica*)

Cristian R. Altaba*

Rebut: 25.09.00

Acceptat: 21.12.01

Resum

Els trencapinyons (gènere *Loxia*) són un dels grups d'ocells extratropicals menys coneguts. La seva diversificació ha estat associada als grans canvis que han sofert al llarg del Pleistocè els boscos boreals on viuen. A les Balears n'hi ha una població sedentària a Mallorca, i la presència ocasional a les altres illes sembla deguda a l'arribada d'ocells que irrompen esporàdicament a Europa occidental i la Mediterrània. Els trencapinyons residents es distingeixen pel seu cos petit, el bec més curt, més gruixat i arquejat, amb la mandíbula inferior curta, les ales comparativament curtes i el plomatge pàl·lid i més grisós. Han mantingut la seva identitat des del Pleistocè superior almenys, cosa que indica un aïllament reproductiu dels congèneres continentals, amb els quals presenten diferències genètiques fixes. La seva morfologia divergent es pot interpretar com una adaptació a explotar pinars amb subministrament alimentari irregular, en condicions d'insularitat. L'evidència que aporten la morfometria, la paleontologia, la genètica molecular, l'ecologia i la biogeografia indica que es tracta d'una espècie endèmica: *Loxia balearica* (Homeyer, 1862). El trencapinyons balear hauria de constar entre les espècies que mereixen ésser objecte d'estudi detallat, i que potser requereixen unes mesures de conservació prioritàries. El seu reconeixement com a espècie distinta, juntament amb el que s'ha fet de la

baldrítja balear, implica que les Balears són una àrea d'endemisme ornitològic d'importància global, l'única a Europa occidental.

PARAULES CLAU: *Loxia balearica*, Fringillidae, illes Balears, taxonomia, biogeografia.

Abstract

An unknown ornithological endemic: the Balearic Crossbill (*Loxia balearica*)

Crossbills (genus *Loxia*) are one of the least known groups of extratropical birds. Their diversification has been associated with the large changes suffered throughout the Pleistocene by the boreal forests in which they live. In the Balearics there is a sedentary population in Mallorca, and their occasional presence on the other islands seems due to the arrival of birds sporadically irrupting into western Europe and the Mediterranean. Resident crossbills are distinguished by their small body size; shorter, thicker, and more arched bill, with a shorter lower mandible; comparatively shorter wings; and paler, greyer plumage. They have maintained their identity since the upper Pleistocene at least, indicating reproductive isolation from their continental congener, from which they exhibit fixed genetic differences. Their divergent morphology can be interpreted as an adaptation to the exploitation of pine woods with an irregular food yield in insular conditions. The evidence from morphometrics, palaeontology, molecu-

* Institut Mediterrani d'Estudis Avançats (CSIC-UIB). Ctra. de Valldemossa, km 7,5. 07071 Palma de Mallorca. e-mail: ieacra4@ps.uib.es

lar genetics, ecology and biogeography indicates that this is an endemic species: *Loxia balearica* (Homeyer, 1862). The Balearic crossbill is a species deserving closer study, and perhaps priority conservation measures. Its recognition as a distinct species, together with what has been done for the Balearic shearwater, implies that the Balearics are an endemic bird area of global importance, unique in western Europe.

KEY WORDS: *Loxia balearica*, Fringillidae, Balearic Islands, taxonomy, biogeography.

Resumen

Un endemismo ornitológico ignorado: el piquituerto balear (*Loxia balearica*)

Los piquituertos (Aves: Fringillidae: *Loxia*) se han diversificado en asociación con los grandes cambios que han sufrido los bosques boreales a lo largo del pleistoceno. En las Baleares existe una población sedentaria en Mallorca, además de aves que irrumpen esporádicamente en el Mediterráneo. Los piquituertos residentes son claramente distintos, y han mantenido su identidad desde el pleistoceno superior, lo que indica un aislamiento reproductivo de sus congéneres continentales, con los que presentan diferencias genéticas fijas. Su morfología divergente se puede interpretar como una adaptación a explotar pinares con suministro alimenticio irregular, en condiciones de insularidad. Las pruebas que aportan la morfometría, la paleontología, la genética molecular, la ecología y la biogeografía indican que se trata de una especie endémica: *Loxia balearica* (Homeyer, 1862). Su reconocimiento como especie distinta, junto al de la pardela balear, implica que las Baleares son un área de endemismo ornitológico de importancia global, la única en Europa occidental.

PALABRAS CLAVE: *Loxia balearica*, Fringillidae, islas Baleares, taxonomía, biogeografía.

Els trencapinyons, ocells sorprenents

El gènere *Loxia* comprèn els trencapinyons (o trencapinyes), un grup de fringíl·lids altament especialitzats a la vida als boscos de coníferes. Són inconfusibles pel fet de tenir les mandíbules creuades, la qual cosa els permet

de fer servir el bec com a tenalles; així poden obrir les pinyes de les coníferes i menjar-se'n les llavors. Els trencapinyons són característics dels grans boscos boreals (la taigà), encara que hom els pot trobar a quasi tots els boscos de coníferes de l'hemisferi nord.

Fins fa pocs anys, el consens entre els ornitòlegs era reconèixer només tres espècies de trencapinyons a tot el món: *Loxia curvirostra* Linnaeus, *L. leucoptera* Gmelin i *L. pytyopsittacus* Borkhausen. Les dues primeres tindrien una distribució molt àmplia, holàrtica, mentre que la darrera no es coneix més que de l'Europa boreal. Als boscos d'aquesta darrera regió, situats en països amb gran tradició ornitològica, es coneix des de fa molt la presència de les tres espècies. Allà sovint nien en simpatria, una observació que indica que són unitats evolutives distintes; de fet, nombrosos estudis avalen aquesta consideració, malgrat que la distinció específica sigui sovint molt difícil al camp (Knox, 1975, 1990a; Svensson, 1992).

Fora de la regió fennoscàndica, però, la situació és més complicada. D'una banda, s'ha proposat que les variacions morfològiques entre trencapinyons eurasiàtics s'ordenarien gradualment en l'espai; és a dir, que hi hauria clines: d'est a oest al llarg de les enormes extensions siberianes, i de nord a sud a través d'Europa occidental (Knox, 1975, 1992; Massa, 1987). De l'altra, les poblacions de trencapinyons rarament són sedentàries, perquè cerquen indrets amb producció elevada de pinyons (Benkman, 1987, 1993a; Groth, 1993a; Senar *et al.*, 1993; Sheftel & Harcourt, 1997), cosa que no s'esdevé en una mateixa zona de taigà tots els anys.

Així, de manera irregular es produeixen onades invasives de trencapinyons sobre territoris normalment no ocupats per aquests ocells. Atesa la diferenciació geogràfica a les regions on normalment resideixen, les poblacions que arriben a una regió nova acostumen a diferir força de les que envaeixen altres zones, o fins i tot de les que han envaït la mateixa re-

gió en anys anteriors. Hom ha constatat en diverses ocasions que els individus procedents d'onades invasives arriben a reproduir-se a les noves àrees. Una implicació raonable d'aquests moviments a través de la clina seria que, a la llarga, tots els trencapinyons podrien constituir una unitat panmíctica, és a dir, una sola unitat reproductiva i, per tant, evolutiva (Eck, 1981; Massa, 1987; Clouet & Goar, 1999).

Aquests ocells, però, són més interessants. De vegades coincideixen poblacions invasores procedents de zones de residència habitual diferents, que es comporten com a espècies distintes en mantenir-se separades genèticament: no s'hibriden i són distingibles per llur mida, plomatge, complexió i veu. Després d'un període que pot arribar als dos anys, els trencapinyons abandonen les noves àrees, sembla que per a retornar al seu país d'origen (Knox, 1992). Aquesta situació evolutiva tan peculiar ha permès encunyar el terme *pseudoespècies* per designar aquelles poblacions que formarien part d'una variabilitat geogràfica sense discontinuïtats reproductives allà on resideixen normalment, però que quan es troben fora de la seva pàtria habitual es comportarien com a espècies isolades reproductivament (Knox, 1992).

La realitat encara és més complexa. L'estudi aprofundit dels trencapinyons rojos de l'Amèrica del Nord, basat en observacions morfològiques, etològiques i químic-taxonomiques, ha demostrat que hi ha com a mínim 7 espècies distintes, que fins ara es confonien amb *Loxia curvirostra* (Groth, 1993a). Les diferents espècies estan separades per barreres etològiques demostrades, les quals sovint estan associades a diferències morfològiques. Entre dues d'aquestes espècies almenys, s'ha comprovat l'aïllament reproductiu (Groth, 1993b). A més, hi ha àmplies diferències ecològiques entre totes elles (Benkman, 1993a). Les característiques de cadascuna d'aquestes espècies són ben definides, i no presenten variacions clínals.

De fet, la diferenciació és a una escala geogràfica molt fina, en un mosaic de règims de selecció que afavoreix l'especiació. La magnitud de la diferenciació dels trencapinyons nord-americans havia restat incompresa fins ara, perquè hi ha indrets on ocells que no s'hibriden mai en simpatria poden ser molt difícils de distingir si no se'n poden observar el comportament i la veu (Groth, 1988, 1993a). Resta encara per aclarir la taxonomia d'aquest complex d'espècies, però això no significa de cap manera que siguin «fases o variants d'edat» (Bernis, 1997: 149). El que passa realment és que no hi ha cap indicatiu que la taxonomia hagi de ser sempre fàcil, ni tampoc que el reconeixement de les espècies al camp es pugui fer amb un cop d'ull (Altaba, 1999).

És probable que hi hagi altres situacions comparables dins del gènere *Loxia* (Sangster, 1996). D'una banda, existeixen diferències regionals en les vocalitzacions de *Loxia curvirostra* (Knox, 1992). De l'altra, hi havia diferències prou clares en els reclams de vol de diferents onades que irrompera a Alemanya al llarg dels anys seixanta (Weber, 1972), com també a l'Itàlia un quart de segle després. A més, les diverses espècies que habiten a l'Amèrica del Nord probablement són el resultat de tres invasions distintes des de Sibèria (Griscom, 1937; Groth, 1993a). També hi ha una diversitat per estudiar dintre del que es coneix com a *Loxia leucoptera*. Pel que fa a les poblacions continentals, els cants que emeten els animals d'Euràsia i l'Amèrica del Nord són ben diferenciats, cosa que podria indicar un rang superior al de subespècie per als respectius tàxons *bifasciata* i *leucoptera* (Elmberg, 1993).

És evident que el gènere *Loxia* és un grup en plena diversificació. Els grans canvis que s'han esdevingut al llarg del Pleistocè, propiciant l'origen de la taigà i fragmentant repetidament aquests boscos, han tingut una repercussió directa sobre els processos d'especiació

en la fauna associada (Helle & Niemi, 1996; Avise & Walker, 1998). També és prou clar que constitueix un dels gèneres menys coneguts d'ocells extratropicals (Knox, 1990c; Groth, 1993a; Sangster, 1996). Ara bé, la dificultat de la seva taxonomia es veu amplament compensada per la possibilitat d'estudiar un procés evolutiu en marxa. Amb un alicient agredolç: la destrucció a gran escala de les bosquíries de coníferes (Sokolova *et al.*, 1997) pot acabar amb tota la superfície ocupada per una espècie, o comprometre'n els moviments que li són imprescindibles de manera esporàdica però recurrent (Benkman, 1993b). La pèrdua de coberta forestal és una amenaça directa i molt greu per a la supervivència d'un dels grups d'ocells més extraordinaris (Benkman, 1993b).

Evolució a les illes i biodiversitat

Les poblacions aïllades de trencapinyons són en general un cas a part de la dinàmica de les espècies continentals (o pseudoespècies, si n'hi ha). Es tracta d'ocells diferenciats morfològicament i de costums sedentaris, endèmics de determinades illes o muntanyes. L'origen d'aquestes poblacions diferenciades i aïllades està sens dubte en invasions episòdiques: una població invasora hi hauria arribat, s'hi hauria instal·lat en trobar un ambient favorable, i hauria seguit un camí evolutiu propi en l'absència d'intercanvis genètics amb la població original (Knox, 1975; Eck, 1981).

Quasi totes les poblacions insulars de trencapinyons deriven de la mateixa espècie continental. En efecte, *Loxia curvirostra* ha originat moltes poblacions aïllades i ben diferenciades a la Mediterrània, a l'Extrem Orient, a Terranova i a diverses serralades amb boscos de coníferes (Knox, 1975; Groth, 1993a; Clouet & Goar, 1999). En canvi, *L. leucoptera* ha donat lloc a una sola població insular, fortament dife-

renciada: l'endemisme caribeny *megaplaga* Riley, exclusiu dels pinars culminals de la Hispaniola (Benkman, 1994). D'acord amb el costum taxonòmic més estès en ornitologia, semblaria correcte considerar com a subespècies al·lopàtriques totes aquestes poblacions insulars (Knox, 1975).

Ara bé, cal destacar que el grau de diferenciació de les poblacions insulars respecte a l'espècie soca és força desigual (Knox, 1976; Massa, 1987; Tyrberg, 1991; Groth, 1993a; Clouet & Goar, 1999). Aquesta agrupació de «subespècies» en amples espècies politípiques, doncs, és bàsicament utilitària. A més, i de manera particularment greu en el cas dels tàxons insulars, no expressa ni la història evolutiva ni la realitat biològica dels ocells. Per tant, el reconeixement d'espècies individuals, com a llinatges filogenètics que són, ha de basar-se en la totalitat de l'evidència, i no en preferències nomenclaturals (McKittrick & Zink, 1988; Groth, 1993a; Livezey, 1991, 1993; Altaba, 1994; Benkman, 1994; Davison & Bridle, 1996; Sangster, 1996; Hazevoet, 1996, 1997).

Una de les poblacions aïllades, el trencapinyons d'Escòcia, és un cas paradigmàtic: és distingible morfològicament i no s'hibrida mai amb el trencapinyons continental, el qual envaeix periòdicament Gran Bretanya. Així doncs, es reconeix com a una quarta espècie, *Loxia scotica* Hartert. És un ocell amenaçat, que viu només als pocs retalls de boscos inalterats del nord-est d'Escòcia; la seva població total oscil·la, segons els anys, entre 1.500 i només 200 individus adults. Hom suposa que l'especiació de *L. scotica* tingué lloc quan una població petita quedà aïllada, per ventura en un refugi boscos al nord de les Illes Britàniques durant la darrera glaciació (Nethersole-Thompson, 1975; Knox, 1975, 1976, 1990a, b, c).

La història del coneixement del trencapinyons d'Escòcia és il·lustrativa del grau d'ig-

norància que tenim dels ocells del món: en un país amb una tradició naturalística ben sòlida i una avifauna molt pobra, aquest ocell no es reconegué com a varietat local fins el 1904, i el descobriment de *L. scotica* com a espècie biològica no fou possible sinó després d'una sèrie d'estudis aprofundits, fa poc més de vint anys. Aquests estudis tingueren l'ajut d'una gran quantitat de fonts escrites, fet excepcional a escala global.

Tenint aquest cas present, hom pot sospitar que entre els trencapinyons existeixen altres espècies reals però no reconegudes. És important remarcar que el reconeixement del rang d'espècie és independent del fet que pugui costar d'identificar-les al camp o al museu. Això és rellevant, perquè la distribució geogràfica limitada d'algunes espècies indueix a pensar que tal vegada estiguin greument amenaçades. Per exemple, en relació amb la població insular caribenya (*megaplaga*), una revisió de tot el que se'n sap mena a la conclusió que es tracta d'una espècie distinta i amenaçada (Benkman, 1994). Un cas paral·lel és el de la població de Terranova (*Loxia curvirostra perna* Bent), igualment diferenciada respecte a les poblacions continentals, i que està també en una situació crítica (Pimm, 1990; Benkman, 1993c).

***Loxia* a les Balears: illencs i turistes**

Els trencapinyons de les Balears plantegen un problema interessant. Segons les dades de què es disposa (GOB, 1994-1999; Senar, 1986; Avellà & Muñoz, 1997), són sedentaris a Mallorca, encara que també hi ha un nombre moderat d'individus suposadament procedents de les migracions irregulars que fan les poblacions continentals. A Menorca són només un visitant hivernal molt ocasional i

escàs (Moll, 1957; Muntaner & Congost, 1979; Ramos, 1994). En canvi, a les Pitiüses, on també són esporàdics i es consideren migrants i hivernants escassos, han arribat a niar en almenys una ocasió.

La població resident a Mallorca, descrita com a *Crucirostra curvirostra* var. *balearica* per Homeyer (1862), és una de les poblacions de trencapinyons insulars més diferenciades. Actualment es reconeix com una subespècie geogràfica: *Loxia curvirostra balearica* (Homeyer). Es distingeix pel seu cos petit, el bec més curt, més gruixat i arquejat, amb la mandíbula inferior curta, les ales comparativament curtes i el plomatge pàl·lid i més grisós (figura 2) (Jordans, 1928; Griscom, 1937; Knox, 1975; Massa, 1987; Svensson, 1992).

La figura 1 mostra algunes de les diferències biomètriques amb altres representants del gènere *Loxia* al Paleàrtic occidental. Aquesta comparació permet copsar amb claredat que *balearica* constitueix un tàxon ben diferenciat, a l'extrem de la variació morfològica del grup. Resulta evident que l'endemisme balear està ben separat de la regió de la gràfica, comparativament reduïda, que abasta totes les altres poblacions assignades fins ara a l'espècie politípica *L. curvirostra*. Encara que algunes d'aquestes poblacions (de Xipre i el Magrib) atenyen els extrems d'aquesta zona, no exhibeixen caràcters tan distintius com *balearica*, i sí que se situen a la clina descrita en aquesta espècie (Vaurie, 1959; Knox, 1975, 1992; Massa, 1987). Un altre fet que es dedueix de la figura 1 és que existeix una relació al·lomètrica entre *pytyopsittacus* (la més grossa), *balearica* (la més petita), el conjunt de *curvirostra* (sense *balearica*), i *scotica* (a penes distingible de *curvirostra*). La interpretació d'una al·lometria interespecífica és sempre arriscada (Bales, 1996), però pareix raonable cercar-la en la dieta especialitzada d'aquests ocells (vegeu més endavant).

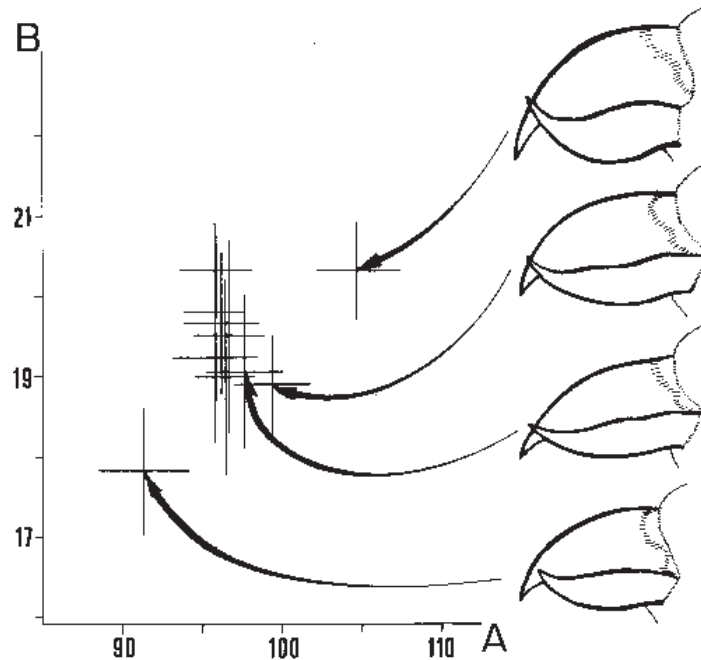


FIGURA 1. Comparació biomètrica de diferents tàxons del gènere *Loxia* al Paleàrtic occidental. Les mesures (en mm; mitjana, més/minus una desviació estàndard) pertanyen a mascles adults. A = longitud de l'ala; B = longitud del bec. Els becs dibuixats corresponen, de dalt a baix, a *L. pytyopsittacus*, *L. scotica*, *L. curvirostra* (del nord d'Europa) i *L. balearica*. Noteu la separació neta de *pytyopsittacus* i *balearica*, i l'agrupament de *scotica* amb el conjunt de poblacions atribuïbles a *curvirostra* (a l'esquerra de la mostra del nord d'Europa, hi ha representades diverses poblacions mediterrànies, incloent les més diferenciades de Còrsega, Xipre i el Magrib). Dades de Massa (1987; excloent la seva mostra de França, que és una mescla heterogènia d'ocells irruptors i sedentaris) i Knox (1976, per a *L. scotica* i *L. pytyopsittacus*).

Biometric comparison of different taxa from the western Palearctic belonging to the genus *Loxia*. The measurements (in mm; mean plus/minus one standard deviation) belong to adult males. A = wing length; B = bill length. The bills drawn correspond, from top to bottom, to *L. pytyopsittacus*, *L. scotica*, *L. curvirostra* (from northern Europe), and *L. balearica*. Notice the clear separation of both *pytyopsittacus* and *balearica*, and the clustering of *scotica* with the set of populations attributable to *curvirostra* (to the left of the sample from northern Europe, several Mediterranean populations are represented, including the most differentiated ones from Corsica, Cyprus, and the Maghreb). Data from Massa (1987; excluding his sample from France, which is a heterogeneous mixture of irruptive and sedentary birds), and Knox (1976; for *L. scotica* and *L. pytyopsittacus*).

Dissortadament, després que fos descrit fa quasi un segle i mig, poques vegades s'ha fet constància de les diferències del trencapinyons balear. Encara que els naturalistes illencs reconegueren la subespècie endèmica fins a mitjans de segle (Garcias Font, 1954; Colom, 1957), són molt poques les referències recents on es comenta expressament que la població

mallorquina és distinta (Maluquer, 1973; GEC, 1995: 58; Avellà & Muñoz, 1997). Fins i tot s'ha negat l'existència de cap raça endèmica, basant-se en exemplars suposadament parells a la península Ibèrica (hipòtesi apuntada per Griscom, 1937, i afirmada sense gaire fonament per Compte, 1955). Finalment, a una compilació recent (Pons & Palmer,

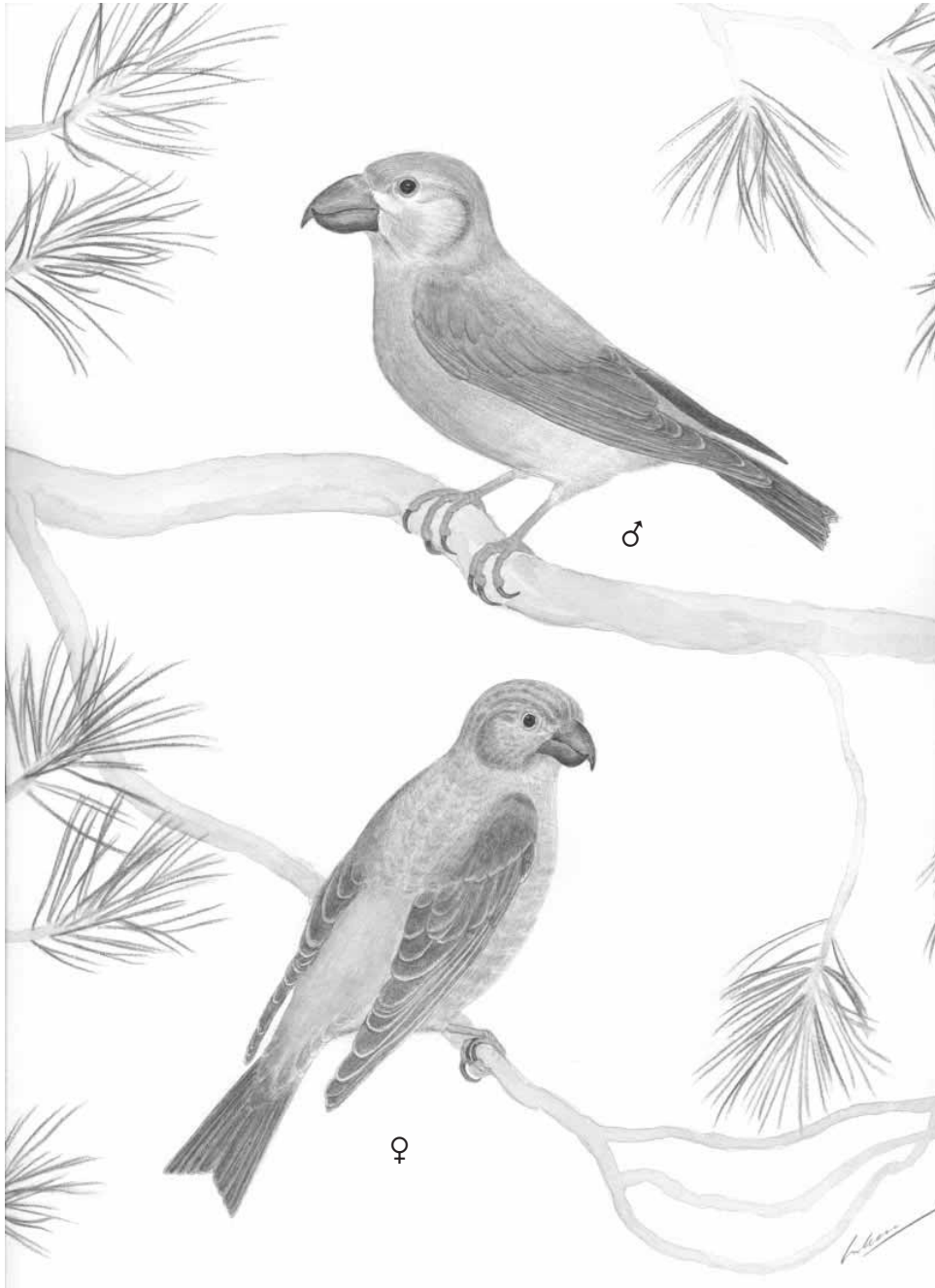


FIGURA 2. *Loxia balearica*, Fringillidae.
Loxia balearica, Fringillidae.

1996) se'n qüestiona el caràcter endèmic basant-se en a una diagnòsi errònia, encara que s'hi recull l'opinió d'aquest treball.

Malgrat les opinions desfavorables, els estudis rigorosos consideren ben possible que el cas de *L. scotica* es repeteixi en altres poblacions aïllades de trencapinyons a la Mediterrània, les quals constituïrien, doncs, espècies distintes (Knox, 1975, 1992; Murray, 1978; Massa, 1987). En concret, diversos autors han suggerit que els trencapinyons de Còrsega, Mallorca, l'Atles i Xipre són probablement espècies endèmiques (Tyrberg, 1991; Sangster, 1996). L'argument es basa en l'existència de diferències morfològiques i ecològiques associades a un subministrament alimentari prou diferent del que es troba als boscos boreals.

L'origen del trencapinyons balear

L'existència a Mallorca de trencapinyons relativament petits i de bec gruixat podria tenir una antiguitat considerable, dintre de l'escala temporal de l'evolució del gènere *Loxia*. S'ha de tenir present que el fòssil més antic que es coneix d'aquest gènere és del Pleistocè mitjà (Tyrberg, 1991), i que Mallorca és l'única illa mediterrània on se n'han trobat (Alcover *et al.*, 1992; Seguí, 1997). El material recollit fins ara és escàs però interessant: un fragment d'húmer a la Cova des Moro de Manacor, probablement del Pleistocè superior (Seguí, 1997); un fragment de tars-metatars a la Cova de Moleta de Sóller, amb una antiguitat entre 6.000 i 9.000 anys (Seguí, Mourer-Chauviré & Alcover, 1997); i una mandíbula trobada a la Cova Nova de Capdepera, en sediments acumulats durant la darrera glaciació (Florit & Alcover, 1987; Alcover *et al.*, 1992). Aquesta darrera troballa indica que la presència d'un bec força robust és una característica que molt probablement ha estat pròpia de la població mallorquina durant un període

extens. Atesa l'antiguitat d'aquests fòssils, un origen postglacial per a la població de Mallorca (Tyrberg, 1991; McMinn & Alcover, 1992) pareix molt menys probable que una diferenciació anterior, durant el Würm o fins i tot abans. Cal dir aquí que els escenaris biogeogràfics proposats per Tyrberg (1991) no són els únics possibles, perquè ignoren tant la possibilitat d'orígens diversos per als trencapinyons mediterranis (Griscom, 1937; Knox, 1990c), com la plasticitat evolutiva del gènere *Loxia*.

El manteniment de la identitat del trencapinyons balear a través del Pleistocè superior i de l'Holocè és un fet remarcable. Actualment, les poblacions invasives de *Loxia curvirostra* travessen la mar del Nord (Knox, 1990b), la mar de Noruega (Óskarsson, 1995) i les planúries subalpines d'Itàlia (Massa, 1987), i amb desplaçaments equivalents atenyen les illes mediterrànies i el Magrib (Sangster, 1996). A Creta i Sicília els nouvinguts arriben a niar (Priolo & Sarà, 1981; Massa, 1984, 1987), de la mateixa manera com sembla que han fet a les Pitiüses. Els trets diferencials de la població insular mallorquina s'haurien diluït amb només incursions esporàdiques de contingents reproductors procedents del continent. A més, les recerques en genètica molecular han detectat únicament un haplotip a les poblacions mallorquines, distint dels que s'han trobat a les poblacions continentals (Clouet & Goar, 1999; Questiau *et al.*, 1999). Encara que la magnitud de les distàncies genètiques dins del gènere *Loxia* és prou petita, això no es pot interpretar com a evidència de coespecificitat o de flux gènic (com fan els autors suara citats); simplement, indica que la divergència no és molt antiga, perquè els diferents tàxons comparteixen polimorfismes d'haplotips, i po tant corrobora el que el registre fòssil indica: que es tracta d'un grup en plena radiació adaptativa. En el cas que ens ocupa, la diferenciació genètica de la pobla-

ció insular dóna suport a la hipòtesi que ha sofert especiació. Cal admetre, doncs, que hi ha barreres reproductives, les quals són responsables de la persistència del trencapinyons balear al llarg del temps.

De la mateixa manera que a d'altres poblacions insulars de trencapinyons (inclosa *Loxia scotica*), la conífera de què s'alimenten els trencapinyons de Mallorca és del gènere *Pinus*. La producció de llavors d'aquests arbres és força més regular que no la de les coníferes predominants a la taigà. A més, les pinyes dels pins són més dures. Per una banda, doncs, la fiabilitat del subministrament de pinyons afavoreix el sedentarisme, i per tant l'aïllament genètic. Per una altra, a la Mediterrània aquest aïllament afecta al seu torn l'evolució morfològica, perquè se seleccionen becs més gruixats i potents, capaços d'obrir les pinyes dels pins, fins i tot molt abans de que madurin. La relació entre la gruixària de les esquames de les pinyes i les dimensions del bec dels trencapinyons és significativa, la qual cosa dóna suport a la hipòtesi d'una relació causal per selecció natural (Lack, 1944; Knox, 1975, 1990c; Massa, 1987; Benkman, 1987b, 1989).

L'únic pi que creix espontani a les Balears és *Pinus halepensis*, de distribució circummediterrània. Aquesta conífera és poc profitosa per als trencapinyons, perquè deixa caure les llavors tan bon punt maduren. A la península Ibèrica, els boscos de *P. halepensis* no sustenten poblacions estables de trencapinyons, els quals s'han de moure sovint a la recerca d'aliment (Senar, 1986). En canvi, als Pirineus hi ha poblacions ben sedentàries als boscos subalpins de *P. uncinata*, on el subministrament de pinyons és força regular (Senar *et al.*, 1993). La mateixa observació s'ha fet a la península Itàlica, Còrsega, Sicília, Creta i Xipre, regions on els trencapinyons eviten els boscos de *P. halepensis* i es concentren als de *P. nigra* (Massa, 1987). A Mallorca, els trencapinyons són força sedentaris (Mayol, 1978)

i no poden realitzar grans moviments entre àrees que difereixin en la disponibilitat de pinyons. Però un bec poderós permet extreure els pinyons en diferent estadi de maduració (Benkman, 1987b, 1993c). Així, el trencapinyons balear pot explotar amb èxit els boscos de *P. halepensis*.

La taula 1 mostra la relació entre la mida de les pinyes que són consumides i el gruix (alçada) del bec a algunes poblacions aïllades de *Loxia* a la Mediterrània. L'escassa diferenciació dels ocells de Còrsega és atribuïble a la presència en aquesta àrea de recursos semblants als emprats per les poblacions continentals; també apunta a una manca d'isolament genètic, relacionada amb la proximitat geogràfica, i per tant deguda a un flux genètic mai interromput del tot. De manera semblant, la població nord-africana podria haver començat la seva diferenciació ja dintre de l'Holocè, coincidint amb la contracció dels pinars, que havien arribat a estendre's fins al Sàhara central. En contrast, la separació de les poblacions de Xipre i de Mallorca seria el resultat de l'adaptació a un recurs prou diferent: les pinyes molt grosses de *Pinus nigra pallasiana* per a la primera, i les molt petites de *P. halepensis* per a la segona.

Aquesta adaptació al medi insular seria responsable, al seu torn, de la mida reduïda que tenen les ales dels trencapinyons que viuen a Mallorca (Massa, 1987). De fet, l'escassa capacitat de vol es fa patent en considerar que mai no s'han observat trencapinyons a les illes més properes, com són Cabrera i Dragonera; i això malgrat que en aquestes illes hi ha pinars potencialment adients, i que s'hi han dut a terme recerques ornitològiques intensives des de fa anys. Cal recordar aquí que la insularitat ha causat una reducció de les ales i dels ossos llargs en ocells pertanyents a grups molt diferents (Livezey, 1993).

El trencapinyons balear com a tàxon diferenciat és prova que a Mallorca hi ha hagut

TAULA 1. Comparació de les poblacions insulars de trencapinyons de la Mediterrània. La potència del bec està relacionada amb la mida de les pinyes disponibles a cada illa. Entre parèntesis s'indiquen les coníferes que no es consumeixen. Els pinars del Magrib constitueixen en conjunt una illa per al gènere *Loxia*.

Comparison of the island populations of crossbills in the Mediterranean. The beak's strength is related to the size of pine cones available on each island. Conifers that are not consumed are indicated in parentheses. As a whole, the pine woods of the Maghreb constitute an island for the genus *Loxia*.

<i>Illa</i>	<i>Coníferes</i>	<i>Pinyes</i>	<i>Bec</i>	<i>(Sub)espècie</i>
Xipre	<i>P. nigra pallasiana</i> (<i>P. pinea</i>) (<i>P. halepensis</i>)	molt grans molt grans mitjanes	llarg i gruixat	<i>guillemardi</i>
Còrsega	<i>P. nigra laricio</i> (<i>P. pinaster pinaster</i>) (<i>P. halepensis</i>)	grans molt grans mitjanes	gruixat	<i>corsicana</i>
Atles	<i>P. halepensis</i>	mitjanes	curt i gruixat	<i>poliogyne</i>
Mallorca	<i>P. halepensis</i>	mitjanes	molt curt i gruixat	<i>balearica</i>

masses forestals compostes majoritàriament per pins, des del Pleistocè superior com a mínim. Aquests boscos haurien pogut ésser de poca extensió en qualque període, com ho suggereix l'escassa representació de pol·len de pi en sediments anteriors a l'arribada dels humans a les Balears (Yll *et al.*, 1994, 1997). A més, la poca extensió de l'hàbitat hauria pogut accelerar la divergència de la població de trencapinyons insular, necessàriament petita (com s'ha suggerit per a *Loxia scotica*; Knox, 1990c). D'altra banda, és possible que *Pinus halepensis* sigui l'únic pi autòcton de les Balears, cosa que estaria d'acord amb les dimensions del bec del trencapinyons balear. Probablement es tracta, doncs, d'un cas d'evolució concertada entre dues espècies (planta i depredador de llavors) en un medi insular (cal recordar que la taxonomia del gènere *Pinus* és complicada i poc coneguda; Lauria, 1991; Richardson, 1998). Així confirmaria les prediccions de Benkman (1989) sobre l'evolució del trencapinyons en isolament.

Conclusió

Tota l'evidència assenjala en una direcció: el trencapinyons balear ha d'ésser considerat una espècie endèmica. Està ben diferenciada morfològicament i ecològicament, i manté la seva identitat davant dels contingents erràtics procedents del continent eurasiàtic, perquè n'està reproductivament aïllada. Tot el que se sap d'aquest animal indica que es tracta d'una espècie sedentària, derivada de la forma continental molt abans de l'arribada dels humans a les Balears. D'acord amb els coneixements actuals, es pot afirmar que el nom científic apropiat per al trencapinyons balear és *Loxia balearica* (Homeyer, 1869).

Si la sistemàtica ha d'ésser una activitat científica, els límits entre les espècies són necessàriament hipòtesis formulades en el context de l'evidència disponible (Livezey, 1991; Cracraft, 1992; Altaba, 1994; Davison & Bridle, 1996; Hazevoet, 1996, 1997). Això és important tenir-ho present, perquè quan es tracta amb or-

ganismes com els ocells, que són objecte d'estudi per molts afeccionats, és freqüent trobar reticències que tenen poc a veure amb el mètode científic o amb la protecció efectiva de la natura. Un exemple proper i clar d'aquest fenomen està en la voluntat de diferents autors a l'hora d'acceptar les evidències de què la baldritja balear (*Puffinus mauretanicus*) és una espècie distinta i endèmica, un fet demostrat a bastament en termes morfològics, paleontològics, filogenètics i biogeogràfics (Altaba, 1994, 1999). A més de l'elaboració de llistats d'espècies (o fins i tot deixant a banda aquesta tasca), la recerca en sistemàtica ha de produir les bases taxonòmiques sobre les quals es basen totes les altres investigacions en història natural (Renner & Ricklefs, 1994; Boero, 1994; Hazevoet, 1996). Ignorar o menystenir l'evidència per continuar usant una nomenclatura obsoleta equivaldria a renunciar als principis de la ciència, contribuint a la pèrdua de biodiversitat per pura i simple ignorància de la mateixa.

No hi ha dubte que cal aprofundir en l'estudi de *Loxia balearica*, perquè resten molts aspectes de la seva biologia per esbrinar i documentar. Seria desitjable conèixer amb profunditat la seva història natural, i poder així contrastar millor les seves característiques amb les d'altres espècies del gènere. Un fet insòlit que val la pena recordar és que hi ha molt pocs exemplars de trencapinyons de les Balears als museus del món, i encara conservats de manera parcial (Griscom, 1937; Massa, 1987; McMinn, *com. pers.*). L'afany per protegir una espècie hauria d'anar acompanyat per l'interès en recollir materials representatius, suficients per adreçar les preguntes que la seva conservació imposa (Remsen, 1995). Pareix important aclarir la identitat dels exemplars menorquins i pitiusos, i amb quina freqüència arriben onades invasores des del continent a les Balears. També és urgent determinar la mida total de la població, així com

les seves probables fluctuacions interanuals i la magnitud dels seus desplaçaments.

Una cosa sí que pareix prou clara: l'endemisme ornitològic *Loxia balearica* està estretament lligat als pinars mallorquins. Potser val la pena reconsiderar algunes opinions esteses sobre el poc valor que tenen aquestes formacions forestals. Cal pensar que la fragmentació i reducció dels pinars a Mallorca poden comprometre la supervivència d'aquest ocell emblemàtic.

El trencapinyons balear hauria de constar a les llistes d'espècies que mereixen ésser objecte d'estudi i que potser requereixen unes mesures de conservació prioritàries. El seu reconeixement com a espècie distinta, juntament amb el que s'ha fet de la baldritja balear, comporta que l'arxipèlag de les Balears reuneixi els criteris per a ser inclòs al catàleg mundial d'àrees d'endemisme ornitològic (ICBP, 1992; WCMC, 1992). Així doncs, les Balears són l'única d'aquestes àrees a Europa occidental: l'avifauna balear té una rellevància global, i això fa més gran encara la responsabilitat de tenir-ne cura.

Agraïments

Catalina Ponsell ha col·laborat al camp, ha donat el suport necessari per a l'elaboració d'aquest treball i ha llegit críticament tot el manuscrit. Miguel McMinn, Joan Mayol, Josep Antoni Alcover, Alan Knox, George Sangster, Pere Garcias, Joan Rita, Maurici Mus, Carlos López Jurado, Nick Riddiford i Joan Carles Senar han contribuït amb informació i discussions valuoses.

Bibliografia

ALCOVER, J. A.; FLORIT, F.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. & WEESIE, P. D. M. 1992. The avifaunas of the isolated Mediterranean islands during the

- Middle and Late Pleistocene. In: (K. E. Jr. Campbell Ed.) «Papers in Avian Paleontology - Honoring Pierce Brodkorb». *Nat. Hist. Mus. Los Angeles County Sc. Ser.*, 36: 273-283.
- ALTABA, C. R. 1994. La sistemàtica i la conservació de la biodiversitat: el cas de les baldrigues (*Puffinus*). *Anuari Ornitol. Balears*, 8(1993): 3-14.
- ALTABA, C. R. 1999. *La diversitat biològica: una perspectiva des de Mallorca*. Ed. Moll, Palma de Mallorca. p. 1-110, làms. 1-12.
- AVELLÀ, F. J. & MUÑOZ, A. (ed.) 1997. *Atles dels aucells nidificants de Mallorca i Cabrera*. Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa, Palma de Mallorca. 315 + 12 pp, 1 mapa.
- AVISE, J. C. & WALKER, D. 1998. Pleistocene phylogeographic effects on avian populations and speciation process. *Proc. R. Soc. London, B*, 265: 457-463.
- BALES, G. S. 1996. Heterochrony in brontothere horn evolution: allometric interpretations and the effect of life history scaling. *Paleobiology*, 22: 481-495.
- BENKMAN, C. W. 1987a. Food profitability and the foraging ecology of crossbills. *Ecol. Monogr.*, 57: 251-267.
- BENKMAN, C. W. 1987b. Crossbill foraging behavior, bill structure, and patterns of food profitability. *Wilson Bull.*, 99: 351-368.
- BENKMAN, C. W. 1989. On the evolution and ecology of island populations of crossbills. *Evolution*, 43: 1324-1330.
- BENKMAN, C. W. 1993a. Adaptation to single resources and the evolution of crossbill (*Loxia*) diversity. *Ecol. Monogr.*, 63: 305-325.
- BENKMAN, C. W. 1993b. Logging, conifers, and the conservation of crossbills. *Conserv. Biol.*, 7: 473-479.
- BENKMAN, C. W. 1993c. The evolution, ecology, and decline of the Red Crossbill of Newfoundland. *Amer. Birds*, 47: 225-229.
- BENKMAN, C. W. 1994. Comments on the ecology and status of the Hispaniolan Crossbill (*Loxia leucoptera megaplagia*), with recommendations for its conservation. *Caribb. J. Sci.*, 30: 250-254.
- BERNIS, F. 1997. *La clase Aves. Un recorrido biológico por la taxonomía*. Ed. Complutense. Madrid. x + 193 pp.
- BIBILONI, G.; ALOMAR, G. & RITA, J. 1993. Flora vascular dels illots i addicions a la flora de Cabrera Gran. In: (J. A. Alcover; E. Ballesteros. & J. J. Fornós Ed.) *Història natural de l'Arxipèlag de Cabrera*. CSIC-Moll, Palma de Mallorca. p. 179-206.
- BOERO, F. 1994. Bright young people, biodiversity and species lists. *Trends Ecol. Evol.*, 9: 399.
- BONAFÉ, F. 1977-1980. *Flora de Mallorca*. Vols. 1-4. Moll, Palma de Mallorca.
- BONNER, A. 1980. *Plantas de les Balears*. Moll, Palma de Mallorca. 140 p.
- CLOUET, M. & GOAR, J.-L. 1999. Le beccroisé d'Annam *Loxia curvirostra meridionalis*. *Alauda*, 67: 53-62.
- COLOM, G. 1957. *Biogeografía de las Baleares. La formación de las islas y el origen de su flora y de su fauna*. Estudio General Luliano. Palma de Mallorca.
- COMPTE SART, A. 1955. La *Loxia curvirostra* var. *balearica* Hom. no es endémica. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1: 1-4.
- DAVISON, A. & BRIDLE, J. R. 1996. Exploding bird diversity brings biological species into question. *Trends in Ecology and Evolution*, 11: 509.
- ECK, S. 1981. Reflexionen über die Taxonomie westpalaearktischer *Loxia*-Arten (Aves, Passeriformes, Fringillidae). *Zool. Abh. St. Mus. Tierk. Dresden*, 37: 183-207.
- ELMBERG, J. 1993. Song differences between North American and European White-winged Crossbills (*Loxia leucoptera*). *Auk*, 110: 385.
- FLORIT, X. & ALCOVER, J. A. 1987. Els ocells del Pleistocè superior de la Cova Nova (Capdepera, Mallorca). I. El registre. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 31: 7-32.
- GARCÍAS FONT, L. 1954. Notas zoológicas. *Bol. Soc. Hist. Nat. Balears*, 1-4: 8-11.
- GEC. 1995. *Gran Enciclopèdia Catalana*, vol. 12. 504 p. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- GOB (GRUP ORNITOLÒGIC BALEAR). 1994. Registres ornitològics. *Anuari Ornitol. Balears*, 8 (1993): 67-104.
- GOB (GRUP ORNITOLÒGIC BALEAR). 1995. Registres ornitològics. *Anuari Ornitol. Balears*, 9 (1994): 69-105.
- GOB (GRUP ORNITOLÒGIC BALEAR). 1997. Estatus de l'avifauna balear. *Anuari Ornitol. Balears*, 11 (1996): 159-164.
- GOB (GRUP ORNITOLÒGIC BALEAR). 1998. Estatus de l'avifauna balear. *Anuari Ornitol. Balears*, 12 (1997): 251-256.
- GOB (GRUP ORNITOLÒGIC BALEAR). 1999. Estatus de l'avifauna balear. *Anuari Ornitol. Balears*, 13 (1998): 179-184.
- GRISCOM, L. 1937. A monographic study of the Red Crossbill. *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 41: 77-210.
- GROTH, J. G. 1988. Resolution of cryptic species in Appalachian Red Crossbills. *Condor*, 90: 745-760.
- GROTH, J. G. 1993a. Evolutionary differentiation in morphology, vocalizations, and allozymes among nomadic sibling species in the North American Red Crossbill (*Loxia curvirostra*) complex. *Univ. California Publ. Zool.*, 127: 1-143.
- Groth, J. G. 1993b. Call matching and positive assortative mating in Red Crossbills. *Auk*, 110: 398-401.
- HAZEVOET, C. J. 1996. Conservation and species lists: taxonomic neglect promotes the extinction of endemic birds, as exemplified by taxa from eastern Atlantic islands. *Bird Conserv. Intl.*, 6: 181-196.
- HAZEVOET, C. J. 1997. Notes on distribution, conservation, and taxonomy of birds from the Cape Verde Islands, including records of six species new to the archipelago. *Bull. Zool. Mus. Univ. Amsterdam*, 15: 89-100.
- HELLE, P. & NIEMI, G. J. 1996. Bird community dynamics in boreal forests. *Conservation of faunal diversity in forested landscapes* In: (R. M. De Graaf & R. I. Miller Ed.). Chapman & Hall. Londres.

- HOMEYER, A. VON. 1862. Die Balearen. *J. Ornithol.*, 10: 256.
- ICBP. 1992. *Putting biodiversity on the map: priority areas for global conservation*. International Council for Bird Preservation, Cambridge, U. K. vi + 90 pp.
- JORDANS, A. VON 1928. Die Ergebnisse meiner dritten Reise nach den Balearen. Nebst einer Übersicht der Balearen uns Pytiusen bekannten Vogelarten. *Novitates Zool.*, 34: 262-336.
- KNOX, A. G. 1975. Crossbill taxonomy. *Pine crossbills* In: (D. Nethersole-Thompson Ed.): 191-201. Poyser. Berkhamsted.
- KNOX, A. G. 1976. The taxonomic status of the Scottish Crossbill *Loxia sp.* *Bull. B. O. C.*, 96 (1): 15-19.
- KNOX, A. G. 1990a. Identification of Crossbill and Scottish Crossbill. *Brit. Birds*, 83: 89-94.
- KNOX, A. G. 1990b. Probable long-term sympatry of Common and Scottish Crossbills in northeast Scotland. *Scottish Birds*, 16: 11-18.
- KNOX, A. G. 1990c. The sympatric breeding of Common and Scottish Crossbills *Loxia curvirostra* and *L. scotica* and the evolution of crossbills. *Ibis*, 132: 454-466.
- KNOX, A. G. 1992. Species and pseudospecies: the structure of crossbill populations. *Biol. J. Linn. Soc.*, 47: 325-335.
- LACK, D. 1944. Correlation between beak and food in the Crossbill, *Loxia curvirostra* Linnaeus. *Ibis*, 86: 552-553.
- LAURIA, F. 1991. Taxonomy, systematics, and phylogeny of *Pinus*, subsection *Ponderosae* Loudon (Pinaceae). Alternative concepts. *Linzer biologische Beiträge*, 23: 129-202.
- LIVEZEY, B. C. 1991. A phylogenetic analysis and classification of Recent dabbling ducks (Tribe Anatini) based on comparative morphology. *Auk*, 108: 471-507.
- LIVEZEY, B. C. 1993. Comparative morphometrics of *Anas* ducks, with particular reference to the Hawaiian Duck *Anas wyvilliana*, Laysan Duck *A. laysanensis*, and Easton's Pintail *A. eatoni*. *Wildfowl*, 44: 75-100.
- MALQUER I SOSTRES, J. 1973. *Els ocells de les terres catalanes*. Ed. Barcino. Barcelona. 321 p. + 64 figs.
- MASSA, B. 1984. Il Crociere, *Loxia curvirostra*, nidifica nell'isola di Creta. *Riv. Ital. Orn.*, 54: 102-103.
- MASSA, B. 1987. Variations in Mediterranean Crossbills *Loxia curvirostra*. *Bull. Brit. Ornithol. Club*, 107: 118-129.
- MAYOL SERRA, J. 1978. *Els aucells de les Balears*. Ed. Moll. Palma de Mallorca. 151 pp.
- MCKITRICK, M. C. & ZINK, R. M. 1988. Species concepts in ornithology. *Condor*, 90: 1-14.
- MCMINN, M. & ALCOVER, J. A. 1992. Els ocells dels Pleistocè superior de la Cova Nova (Capdepera, Mallorca). III. Noves aportacions al registre. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 35: 17-31.
- MOLL CASASNOVAS, J. 1957. *Las aves de Menorca*. Estudio General Luliano. Palma de Mallorca. xxiii + 267 p.
- MUNTANER, J. & CONGOST, J. 1979. Avifauna de Menorca. *Treb. Mus. Zool. Barcelona*, 1: 1-173.
- MURRAY, R. D. 1978. Crossbill evolution. *Brit. Birds*, 71: 318-319.
- NETHERSOLE-THOMPSON, D. 1975. *Pine crossbills: A Scottish contribution*. Poyser. Berkhamsted. 256 pp + 17 pls.
- ÓSKARSSON, Ö. 1995. Fyrsta varptilraun krossnefs á Íslandi. *Bliki*, 15: 59-60.
- PIMM, S. L. 1990. The decline of the Newfoundland Crossbill. *Trends Ecol. Evol.*, 5: 350-351.
- PONS, G. X. & PALMER, M. 1996. *Fauna endèmica de les Illes Balears*. Institut d'Estudis Balearics, Direcció General de Medi Ambient, Societat d'Història Natural de les Balears. Palma de Mallorca. 307 p.
- PRIOLO, A. & SARÀ, M. 1981. Nidificazione del Crociere, *Loxia curvirostra*, in Sicilia. *Riv. Ital. Orn.*, 51: 249.
- QUESTIAU, S.; GIELLY, L.; CLOUET, M. & TABERLET, P. 1999. Phylogeographic evidence of gene flow among Common Crossbill populations at the continental level. *Heredity*.
- RAMOS, E. 1994. *Els aucells de Menorca*. Moll. Palma de Mallorca. 203 p. + 8 làms.
- REMSEN, J. V. JR. 1995. The importance of continued collecting of bird specimens to ornithology and bird conservation. *Bird. Cons. Intl.*, 5: 145-180.
- RENNER, S. S. & RICKLEFS, R. E. 1994. Systematics and biodiversity. *Trends Ecol. Evol.*, 9: 78.
- RITA, J. & CARULLA, J. 1996. *Arbres i arbusts de les Balears. Bosc i garrigues*. Ferran Sintès, Palma. 125 p. + 3 fitxes.
- RICHARDSON, D. M. (ed.) 1998. *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 480 p.
- ROSSELLÓ, J. A.; CUBAS, P. & TORRES, N. 1992. An annotated check-list of the Balearic vascular Flora. I. Pteridophyta-Coniferophytina. *Candollea*, 47: 61-69.
- SANGSTER, G. 1996. How many species of crossbill are there? *Dutch Birding*, 18: 29-32.
- SEGUÍ, B. 1997. Avifauna fòssil del jaciment plistocènic de la Cova des Moro (Manacor, Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 71-89.
- SEGUÍ, B.; MOURER-CHAUVIRÉ, C. & ALCOVER, J. A. 1997. Upper Pleistocene and Holocene fossil avifauna from Moleta Cave (Mallorca, Balearic Islands). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 40: 223-252.
- SENAR, J. C. 1986. Els fringíl·lids. *Història Natural dels Països Catalans* In: (X. Ferrer; A. Martínez i Vilalta & J. Muntaner Ed.), Vol 12 *Ocells*: 343-345, 346-348, 349-352.
- SENAR, J. C., BORRAS, A., CABRERA, T. & CABRERA, J. 1993. Testing for the relationship between coniferous crop stability and common crossbill residence. *J. Field Ornithol.*, 64: 464-469.
- SHEFTEL, B. I. & HARCOURT, C. 1997. La vida a la taigà: la fauna i el poblament animal. In: (A. M. Ghilarov Ed.) *Biosfera*, Vol. 8 *Praderies i taigà*: 312-330.
- SOKOLOVA, Z. P.; BASILOV, V. N.; SCOTT, G. A. J. & CAMARASA, J. M. 1997. Els humans a la

- taigà: els conflictes de gestió i els problemes ambientals. In: (A. M. Ghilarov Ed.) *Biosfera*, Vol. 8 «Praderies i taigà»: 405-420.
- SVENSSON, L. 1992. *Identification guide to European passerines*. Stockholm. 368 p.
- TYRBERG, T. 1991. Crossbill (Genus *Loxia*) evolution in the West Palearctic - a look at the fossil evidence. *Ornis Svecica*, 1: 3-10.
- VAURIE, C. 1959. *The Birds of the Palearctic Fauna. A Systematic Reference. Order Passeriformes*. H. F. & G. Witherby, Ltd. London. XII + 762 p.
- WCMC (WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE). 1992. *Global Biodiversity: Status of the Earth's living resources*. Chapman & Hall, Londres. xx + 594 p.
- WEBER, H. 1972. Über die Fichtenkreuzschnabelinvasionen der Jahre 1962-1968 im Naturschutzgebiet Serrahn. *Falke*, 19: 16-27.
- YLL, E. I.; PÉREZ-OBIOL, R. & JULIÀ, R. 1994. Vegetational change in the Balearic Islands (Spain) during the Holocene. *Hist. Biol.*, 9: 83-89.
- YLL, E.-I.; PÉREZ-OBIOL, R.; PANTALEÓN-CANO, J. & ROURE, J. M. 1997. Palynological evidence for climatic change and human activity during the Holocene on Minorca (Balearic Islands). *Quat. Res.*, 48: 339-347.