

BIOLOGIA DE LA CONSERVACIÓ D'UN OCELL CRÍTICAMENT AMENATJAT: LA BALDRITJA *Puffinus mauretanicus*

Maite LOUZA O^{1,2}
José Manuel ARCOS^{3,4}
Daniel ORO¹

RESUM.- *Biologia de la conservació d'un ocell críticament amenaçat: la baldritja *Puffinus mauretanicus*.* Una de les aus marines més amenaçades de la Mediterrània és la baldritja *Puffinus mauretanicus*. El present article resumeix l'estudi de la seva problemàtica de conservació al dos hàbitats que ocupen: les colònies de cria a terra i les zones d'alimentació a la mar. Una anàlisi demogràfic detallat va permetre determinar que la mortalitat adulta és la principal causa del declivi poblacional. La baixa supervivència adulta (0.78, SE = 0.02) en colònies lliures de depredadors suggeria que, a part de la depredació, devia haver altres fonts de mortalitat (arts de pesca, per exemple). L'anàlisi de viabilitat de la població va mostrar que les probabilitats d'extinció de la baldritja són extremadament altes, classificant a l'espècie en Perill Crític, segons criteris de la IUCN. En relació a la seva distribució a la mar, a rel d'una anàlisi de l'hàbitat oceanogràfic d'aquesta espècie durant l'època reproductora es va proposar la delimitació d'una àrea marina protegida. Així, les àrees d'alta densitat (principalment zones d'alimentació) definirien el nucli, d'especial interès per a la seva conservació, on s'implementarien mesures de protecció rigoroses: l'àrea d'influència del riu Ebre i l'entorn del cap de la Nau. Dins l'àrea de distribució (aigües costaneres de la plataforma continental Ibèrica caracteritzades per sistemes frontals en àrees properes a les colònies de cria), s'implementarien altres mesures de protecció més difuses.

Paraules clau: Biologia de la Conservació, *Puffinus mauretanicus*, anàlisi demogràfic, àrees marines protegides.

SUMMARY.- *Conservation biology of a critically threatened bird: the Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus*.* The Balearic shearwater *Puffinus mauretanicus* is one of the most threatened seabirds in the Mediterranean. This article summarises the conservation problems in the two habitats they occupy: the breeding colonies on land and the feeding areas at sea. A detailed demographic analysis indicates that adult mortality is the principal cause of population decline. The low adult survival rate (0.78, SE = 0.02) in colonies free of predators suggests that, in addition to predation, there must be other sources of mortality (fishing gears, for example). The analysis of population viability shows that the probability of extinction for the Balearic shearwater is extremely high, classifying the species as Critically Endangered according to the criteria of the IUCN. With regard to its distribution at sea, by means of an analysis of the oceanographic habitat of this species during the breeding season, a marine protected area can be proposed. The areas of high density (mainly feeding zones) would determine the core, of special conservation interest for the species, where strict protection measures would be implemented: the area of influence of the Ebro river and the sea around the cap de la Nao. Elsewhere within the foraging

range of the species (coastal waters of the Iberian continental platform characterised by frontal systems in areas close to breeding colonies), more diffuse protection measures could be applied.

Key words: Conservation Biology, *Puffinus mauretanicus*, demographic analysis, marine protected areas.

¹ IMEDEA (CSIC-UIB), Miquel Marquès 21, 07190 Esporles, Mallorca, Spain

² Departamento de Biología de Organismos y Sistemas, Universidad de Oviedo, c/ Catedrático Rodrigo Uría s/n, Oviedo 33071, Spain

³ IBLS, Graham Kerr Building, University of Glasgow, G128QQ Glasgow, Scotland, UK

⁴ SEO/BirdLife, Avenida Mistral 61, 6-1, 08015 Barcelona, Spain

INTRODUCCIÓ

Tots els ecosistemes naturals al planeta han estat alterats per l'ésser humà, i els oceans no són aliens a això (MEFFE i CARROLL, 1994; STOCKER i RAIBLE, 2005; HENDRIKS *et al.*, 2006; MALCOLM *et al.*, 2006). Encara que la vasta riquesa dels ecosistemes marins estigui per descobrir, els canvis ambientals produïts per l'ésser humà ja han tingut un efecte negatiu sobre el funcionament dels ecosistemes i la dinàmica poblacional de molts organismes marins (BOTSFORD *et al.*, 1997; WORM *et al.*, 2005; UNEP, 2006). Les aus marines no en són una excepció i aquests impactes antropogènics estan provocant canvis importants en les seves densitats poblacionals, com resultat de la interacció de diversos factors, afectant els seus trets d'història de vida i les seves dinàmiques poblacionals, així com l'estructura de les comunitats (vegeu revisió en MONTEVECCHI, 2002; FURNESS, 2003; LEWISON *et al.*, 2004; VOTIER *et al.*, 2004). Les aus marines són organismes longeus caracteritzats per una alta supervivència i baixes taxes de reproducció. La supervivència adulta és el paràmetre demogràfic que més influeix en la taxa de creixement poblacional d'un orga-

nisme longeu a nivell local, mentre que l'emigració i la immigració ho són a nivell metapoblacional (CROXALL i ROTHERY, 1991; ORO, 2003). A més, les aus marines són organismes conspicus que juguen un paper molt important com bioindicadors dels ecosistemes marins (FURNESS i CAMPHUYSEN, 1997; BURGER i GOCHFELD, 2004). Són depredadors marins superiors i ens proporcionen informació dels canvis ambientals que s'estàn produint a les cadenes tròfiques marines en relació, entre d'altres, a la contaminació i disponibilitat de les seves preses (algunes d'elles d'interès comercial).

Una de les aus marines més amenaçades de la Mediterrània és la baldrirja *Puffinus mauretanicus* (ARCOS i ORO, 2004; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2006), l'espècie d'estudi d'aquesta tesi doctoral. Aquesta tesi doctoral es va basar en la biologia de la conservació per a estudiar els problemes de conservació de l'espècie als seus dos ecosistemes: les colònies de cria a terra ferma i les zones d'alimentació a la mar. La tesi doctoral està dividida en sis capítols i la teniu disponible a l'adreça www.imedea.uib.es/natural/goi/seabirds/docs/Tesis_definitivo.pdf. Al present article es presenta un resum de la mateixa i es fa referència a cada un dels capítols, on

podeu consultar figures, taules i gràfiques.

Per primera vegada, es va realitzar una diagnosi de conservació per a conèixer la dinàmica de població de l'espècie i conèixer els paràmetres demogràfics que estan afectant negativament a la taxa de creixement poblacional de la baldrítja (NORRIS, 2004). Així, es va estimar la supervivència adulta, tret fonamental per a la conservació d'una espècie de llarga vida (CROXALL i ROTHERY, 1991), i es va realitzar una anàlisi de viabilitat de la població estimant les probabilitats d'extinció i temps de vida mitja (capítol 2). L'èxit reproductor també pot ser un altre tret d'història de vida fonamental per a la conservació de l'espècie (WEIMERSKIRCH, 2002), pel que s'estimà la contribució de cadascun d'aquests dos paràmetres a la viabilitat de l'espècie. Al mateix temps, es va estudiar la influència de les condicions ambientals, és a dir, dels recursos tròfics (com els petits peixos pelàgics i els descarts de pesca) sobre la productivitat (capítol 3).

La comparació dels trets d'història de vida entre poblacions locals de la mateixa espècie ens pot donar una idea de les adaptacions a les condicions ecològiques específiques en cadascuna d'elles (WEIMERSKIRCH, 2002). Per a això, es va realitzar una anàlisi espai-temporal de paràmetres reproductors com l'èxit d'eclosió i reproductor (capítol 3) i mida de l'ou (capítol 4) entre diferents poblacions locals de la baldrítja. En el cas de la mida de l'ou, s'analitzen factors potencials que podrien influir en la seva variabilitat, com la mida corporal i l'ecologia tròfica.

L'estudi de l'ecologia de l'espècie en les zones d'alimentació és impres-

cindible per a conèixer amb detall les amenaces a les quals s'enfronta (ANDERSON *et al.*, 2003; JAMES *et al.*, 2005), sobretot en un context altament modificat per l'ésser humà com és la Mediterrània occidental (capítol 5). La identificació, a través de models, de les variables que es correlacionen amb l'hàbitat oceanogràfic de la baldrítja ens pot ajudar a predir la distribució d'aquesta espècie críticament amenaçada i la magnitud de determinats impactes. Així, es va utilitzar l'associació a l'hàbitat de la baldrítja per a delimitar l'àrea de distribució i identificar àrees d'alimentació importants durant l'època reproductora, caracteritzades per altes densitats, i predir aquelles àrees marines essencials per a la seva conservació.

Al mateix temps, se sap que la baldrítja s'aprofita dels descarts de pesca en zones distants a les colònies de cria, com el delta de l'Ebre (ARCOS i ORO, 2002), encara que no es coneix amb exactitud el grau d'aprofitament d'aquest recurs a l'arxipèlag balear. Per tant, s'estudia l'exploració d'aquest recurs per part de la comunitat d'aus marines de l'arxipèlag balear, fent especial èmfasi en la baldrítja, al llarg de tot l'any. Es caracteritzen els patrons de distribució i estructura de la comunitat d'aus marines des d'una perspectiva global, en relació a característiques de la pesqueria, i a un nivell més específic, cosa que permet explorar patrons espai-temporals. Finalment, es realitzen recomanacions per a integrar la interacció de les aus marines amb la pesca en el maneig de les pesqueres de la Mediterrània occidental, ja que aquestes no només afecten a les poblacions de peixos sinó també a l'ecosistema marí en el seu conjunt.

RESULTATS I CONCLUSIONS

Un estudi demogràfic detallat va permetre determinar els paràmetres demogràfics que afecten negativament a la taxa de creixement poblacional. La mortalitat adulta és la principal causa del declivi poblacional, mentre que els valors actuals d'èxit reproductor (un altre paràmetre demogràfic de potencial rellevància per a la conservació de la baldritja), i els factors que poden influir en aquest paràmetre (la disponibilitat d'aliment), no són qüestions preocupants per a la conservació de l'espècie, almenys en l'actualitat i en les colònies d'estudi. La baixa supervivència adulta (0.78, SE = 0.02, 95% interval de confiança: 0.74-0.82) en colònies lliures de depredadors suggeria que, a part de la depredació, podria haver altres fonts de mortalitat (arts de pesca, per exemple). L'anàlisi de viabilitat de la població va mostrar que les probabilitats d'extinció de la baldritja són extremadament altes (40.4 anys, SE = 0.2, de temps mig d'extinció i una disminució anual d'un 7.4% de la taxa de creixement anual), classificant a l'espècie en Perill Crític, segons criteris de la IUCN (Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa), la categoria d'amenaça major per a una espècie no extinta en llibertat.

La productivitat va variar amb els anys i de manera similar en totes les colònies. Aquesta variabilitat probablement va ser deguda als canvis anuals en la disponibilitat de petits peixos pelàgics, que exhibeixen estocasticitat temporal, i descarts pesquers.

En quant a la mida de l'ou, es va veure que aquest paràmetre variava entre poblacions locals veïnes i no amb els anys, resultat inesperat a una escala espacial tan petita, ja que les colònies d'estudi presentaven característiques

ecològiques similars (capítol 4). La variabilitat espacial en la mida de l'ou podria explicar-se parcialment per diferències interpoblacionals en el nivell tròfic en el qual s'alimenten els adults reproductors (valors mitjà de l'isòtop $d^{15}N$). Tant les diferències interpoblacionals en el nivell tròfic com en la grandària de l'ou van mostrar el mateix patró general, és a dir, els ous més grans estarien relacionats amb valors de $d^{15}N$ majors, suggerint una connexió nutricional entre ambdós (a major $d^{15}N$, més alt el nivell tròfic de les preses). Al mateix temps els dos factors, el nivell tròfic i la mida de l'ou, podrien estar influenciats per la mida corporal parental (potencial indicador d'un component genètic), ja que aquest podria intervenir en la selecció de les preses i condicionar la grandària de l'ou.

Per a la conservació d'espècies amenaçades és de vital importància conèixer la seva associació a l'hàbitat i implementar mesures de conservació com les àrees marines protegides (capítol 5). En base als resultats de l'associació a l'hàbitat de la baldritja es va proposar la delimitació d'una àrea marina protegida. Així, les àrees d'alta densitat (principalment zones d'alimentació) definirien el nucli, d'especial interès per a la seva conservació, on s'implementarien mesures de protecció rigoroses: l'àrea d'influència del riu Ebre i l'entorn del cap de la Nau. Dins l'àrea de distribució al mar durant l'època reproductora (aigües costaneres de la plataforma continental Ibèrica caracteritzades per sistemes frontals en àrees properes a les colònies de cria, entre 42.3° i $38.0^{\circ}N$), s'implementarien altres mesures de protecció més difuses (programa d'observadors en la flota palangrera i l'estudi de l'impacte d'un parc eòlic marí en el delta de l'Ebre, per exemple). La varia-

bilitat interanual dels patrons de distribució observats probablement responen a diversos processos oceanogràfics com plomes fluvials, fenòmens de mesoescala i canons submarins que incrementen la productivitat en zones localitzades i agreguen les preses (capítol 5). Els models predictius van resultar una eina útil, i amb un gran potencial, per a determinar l'associació a l'hàbitat de la baldritja tant en àrees mostrejades com no, ja que l'hàbitat oceanogràfic predit pel model final va concordar amb l'àrea de distribució descrit a partir de les dades observades, i fins i tot va identificar les aigües properes a les colònies de cria a les Illes Balears com hàbitat adequat per a l'espècie (capítol 5).

En l'arxipèlag balear, l'activitat de descart de la flota d'arrossegament es va portar a terme al llarg de tot l'any, principalment a la costa sud-oest de Mallorca, on es localitza el 12% de la població reproductora d'aus marines i el principal port d'arrossegament de l'arxipèlag balear (capítol 6). L'acoblament espai-temporal de l'abundància d'aus marines associades a les barques d'arrossegament depenia de la complexa interacció de les característiques de la pesca mateixa. L'abundància d'aus va ser major en dues situacions: (1) en l'estrat costaner i de plataforma durant l'hivern i (2) quan un gran nombre de barques d'arrossegament potents es trobava en la mateixa zona a l'inici de l'activitat de descart. Va existir una forta associació positiva entre la quantitat de captura descartada i desembarcada; en terme mitjà els descarts equivalien al 74% de les captures desembarcades (rang: 9-600%) (principalment peixos, seguit de crustacis, mol·luscs i altres). Concretament, l'activitat de rebuigs de la flota pesquera d'arrossegament de les Illes Balears no constitueix un recurs tròfic important

per a la baldritja balear, i les abundàncies de l'espècie varen ser menors de les esperades. Per contra, al delta de l'Ebre les abundàncies són majors i recentment un model bioenergètic ha estimat que aquest recurs tròfic cobreix el 40% dels requeriments energètics de l'espècie en aquesta zona durant l'època reproductora (ARCOS i ORO, 2002). Malgrat tot, la distribució de la baldriga balear, a mitjan o gran escala, no sembla condicionada per els vaixells d'arrossegament, el que suggereix que les aus utilitzen aquest recurs de forma oportunista, es a dir, a petita escala (Capítol 5). És difícil discernir com influeixen la disponibilitat d'espècies pelàgiques (seitó, sardina) i els rebuigs de la pesca d'arrossegament en la distribució de l'espècie, ja que les àrees de gran productivitat marina on s'alimenten les baldritjes també sustenten una important flota d'arrossegament demersal.

En quant a les accions prioritàries de conservació de l'espècie, a les colònies de cria s'han d'establir accions a llarg termini i programes de seguiment efectius per a (1) continuar amb la protecció de l'hàbitat de nidificació (eliminació d'espècies introduïdes) i (2) s'han d'implementar protocols de seguiment estàndard per poder establir tendències poblacionals, (3) així com obtenir estimes poblacionals robustes. A la mar, és imprescindible (4) estimar l'impacte real de les arts de pesca en la mortalitat de les baldrijtes, reduir-la i valorar l'efecte d'altres factors (contaminació) i (5) avaluar l'efecte de la sobreexplotació pesquera sobre l'espècie.

En resum, és necessària una gestió sostenible que permeti la conservació de la baldritja tant a la Mediterrània occidental com les costes atlàntiques del SW d'Europa, on es dispersa després de la cria.

AGRAÏMENTS

Molta gent ha estat involucrada en totes les passes que s'han donat al llarg d'aquesta tesi doctoral, però sense la guia i suport dels directors de tesi hagués estat impossible. Més a més sense els meus companys del Grup d'Ecologia de Poblacions (Manolín, Xell, Giak, Karina, Alex, Ana, etc) i de tota la gent que ha passat per allà (Manu, Isa, Ro, David, Mar, etc.). Hi ha també molta feina feta gràcies a més gent. Primerament, gràcies al Govern Balear per la concessió d'una beca predoctoral. A la gent que durant anys ha permès i ha fet feina de camp per l'estudi de l'ecologia i conservació de la baldritya (J. Mayol, J.S. Aguilar, M. McMinn, R. Triay, R. Escandell, GOB, GEN, SEO/BirdLife, Conselleria de Medi Ambient, Parc Nacional de l'Arxipèlag de Cabrera, Parc Natural de Cala d'Hort, Parc Natural de Sa Dragonera, Govern Militar de Menorca). A la mar també he d'agrair la incomparable col·laboració d'en Rafel Mas i la seva tripulació de "Illa del Sol" i "Port d'Andratx" i la família Morey del "Nuevo Pep Domingo" i la seva tripulació. Als companys de l'Institut Espanyol d'Oceanografia de Palma i Màlaga i a la Direcció General de Pesca (Govern de les Illes Balears) i les diferents Confraries de Pesca de les Illes Balears que m'han donat suport durant la tesi doctoral. I finalment gràcies a la meua família i amics que m'han donat suport sempre, especialment els Imede@s.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, D.J.; HUYVAERT, K.P.; WOOD, D.R.; GILLIKIN, C.L.; FROST, B.J. i MOURITSEN, H. 2003. *At-sea distribution of Waved Albatrosses and the Galápagos Marine Reserve*. Biological Conservation 110:367-373.
- ARCOS, J.M. i ORO, D. 2002. *Significance of fisheries discards for a threatened Mediterranean seabird, the Balearic shearwater Puffinus mauretanicus*. Marine Ecology Progress Series 239:209-220.
- ARCOS, J.M. i ORO, D. 2004. *Pardela Balear, Puffinus mauretanicus*. In: Madroño A, González C, Atienza JC (Eds) Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife, Madrid, pp. 46-50.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2006. *Species factsheet: Puffinus mauretanicus*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 14/7/2006.
- BOTSFORD, L.W.; CASTILLA, J.C. i PETERSON, C.H. 1997. *The management of fisheries and marine ecosystems*. Science 277:509-515.
- BURGER, J.; GOCHFELD, M. 2004. *Marine Birds as Sentinels of Environmental Pollution*. EcoHealth 1:263-274.
- CROXALL, J.P. i ROTHERY, P. 1991. *Population regulation of seabirds: implications of their demography for conservation*. In: Perrins CM, Lebreton J-D, HIRONS GJM (Eds), Bird Population Studies, Relevance to Conservation and Management. Oxford University Press, Oxford, pp. 272-296.
- EARN, D.J.D.; LEVIN, S.A. i ROHANI, P. 2000. *Coherence and conservation*. Science 290:1360-1364.
- FURNESS, R.W. 2003. *Impacts of fisheries on seabird communities*. Scientia Marina 67S2: 33-45.
- FURNESS, R.W.; CAMPHUYSEN, K.C.J. 1997. *Seabirds as monitors of the marine environment*. ICES Journal of Marine Science 54:726-737.
- HENDRIKS, I.E.; DUARTE, C.M. i CARLO, H.R. 2006. *Biodiversity research still grounded*. Science 312:1715.
- JAMES, M.C.; OTTENSMEYER, C.A., i MYERS, R.A. 2005. *Identification of high-use habitat and threats to leatherback sea turtles in northern waters: new directions for conservation*. Ecology Letters 8:195-201.
- LEWISON, R.L.; CROWDER, L.B.; READ, A.J. i FREEMAN, S.A. 2004. *Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna*. Trends in Ecology and Evolution 19:598-604.

- MALCOLM, J.R.; LIU, C.R.; NEILSON, R.P.; HANSEN, L. i HANNAH, L. 2006. *Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots*. *Conservation Biology* 20:538-548.
- MEFFE, G.K. i CARROLL, R.C. 1994. *Principles of Conservation Biology*, 2nd ed. Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- MONTEVECCHI, W.A. 2002. *Interactions between fisheries and seabirds*. In: Schreiber EA, Burger J (Eds) *Biology of Marine Birds*. CRC Press, Boca Raton, pp. 527-557.
- NORRIS, K. 2004. *Managing threatened species: the ecological toolbox, evolutionary theory and declining-population paradigm*. *Journal of Applied Ecology* 41:413-426.
- ORO, D. 2003. *Managing seabird metapopulations in the Mediterranean: constraints and challenges*. *Scientia Marina* 67S2:13-22.
- ORO, D. i RUIZ, X. 1997. *Exploitation of trawler discards by breeding seabirds in the north-western Mediterranean: differences between the Ebro Delta and the Balearic Islands areas*. *ICES Journal of Marine Science* 54:695-707.
- STOCKER, T.F., i RAIBLE, C.C. 2005. *Climate change: water cycle shifts gear*. *Nature* 434:830-833.
- UNEP. 2006. *Marine and coastal ecosystems and human wellbeing: A synthesis report based on the findings of the Millennium Ecosystem Assessment*. (available at <http://www.maweb.org/en/index.aspx>).
- VOTIER, S.C.; FURNESS, R.W.; BEARHOP, S.; CRANE, J.E.; CALDOW, R.W.G.; CATRY, P.; ENSOR, K.; HAMER, K.C.; HUDSON, A.V.; KALMBACH, E.; KLOMP, N.I.; PFEIFFER, S.; PHILLIPS, R.A.; PRIETO, I. i THOMPSON, D.R. 2004. *Changes in fisheries discard rates and seabird communities*. *Nature* 427:727-730.
- WEIMERSKIRCH, H. 2002. *Seabird demography and its relationship with the marine environment*. In: Schreiber EA, Burger J (Eds) *Biology of Marine Birds*. CRC Press, Boca Raton, pp. 115-135.
- WORM, B.; SANDOW, M.; OSCHLIES, A.; LOTZE, H.K. i MYERS, R.A. 2005. *Global patterns of predator diversity in the open oceans*. *Science* 309:1365-1369.

(Rebut: 07.05.07; Acceptat: 22.05.07)