ELS OCELLS DE LA FI DEL MÓN

Carles Pedrós-Alió
Institut de Ciències del Mar, CMIMA-CSIC

Antarctica has one of the most extreme environments of the planet. The Southern Ocean however, provides a moderate and constant temperature, and seasonally many light hours. Antarctic seabirds, therefore, are a particular case of seabirds. They have to travel long distances with low energy consumption, orient themselves and find the food sources dispersed as patches in a very wide and diluted ocean. They also must find appropriate snow-free areas to build nests and breed. Recent developments in instrumentation have revolutionized our understanding of their life at sea (up to 70% of the time in the case of albatrosses) and of their strategies to find food, as well as their diving and navigating capabilities. The number of species is relatively low. More than 800 species breed in the southern part of the South American, African and Australian continents. Only a few dozens do so in subantarctic islands. And only four nest exclusively or mostly in the Antarctic continent: the Emperor and Adelie penguins, the Antarctic Petrel and the Snow Petrel. Each one of these species has developed particular adaptations to take advantage of the constantly changing ice pack. Current increases in temperature due to global change are of concern for Antarctic seabird populations, especially those dependent on sea ice. Up to the present, however, trends in population abundances are different in separate areas of Antarctica. Further refinements in our knowledge of their ecology will be needed to ascertain their status.

Introducció

L'Antàrtida és un dels llocs amb condicions ambientals més extremes del planeta. La més òbvia és la baixa temperatura, però la manca d'aigua líquida i el llarg hivern a la fosca agreugen encara més aquestes condicions. De fet, quasi tot el continent antàrtic està al sud del cercle polar. El continent és massa fred, massa fosc i sobretot massa sec per a la vida i és, doncs, un dels deserts més extrems del món. Per contra, l'oceà que l'envolta manté una temperatura moderada i relativament constant durant tot l'any (entre –1.8 i +3°C). I al mar, les altres condicions negatives per a la vida són o bé inexistents (ja que el mar és aigua líquida) o molt menys dràstiques (ja que al nord del cercle polar fins i tot a l'hivern hi ha una mica de llum). En conseqüència, no és estrany que l'oceà Antàrtic sigui un ecosistema ple de vida.

Dins d'aquest context, els ocells antàrtics troben unes condicions molt semblants a les de tots els ocells marins, amb independència de la latitud a la qual visquin. Tots els ocells marins han de resoldre una paradoxa. El seu aliment és abundant però està escampat i diluït per una extensió enorme d'oceà. És més, aquest aliment no està distribuït uniformement, sinó que s'agrega en determinades zones. Per tant, tots els ocells marins han de ser capaços de recórrer llargues distàncies explorant el mar, d'identificar les zones on es concentra l'aliment i de tenir un sistema de navegació que els permeti orientar-se.

La segona generalitat respecte als ocells marins és la necessitat d'un substrat sòlid per criar. Evidentment, els ous no es poden pondre a l'aigua! I el més raonable és fer el niu a la costa, el més a prop possible de l'aliment. De fet només hi ha un ocell marí que nidifiqui lluny de la costa. La gavina garuma (*Larus modestus*) cria en ple desert d'Atacama i vola entre 100 i 200 km cada dia per anar a menjar al Pacífic. Hom creu que això es deu a la necessitat d'evitar els depredadors. Cap guineu empaitarà aquestes gavines a través de quilòmetres de desert. Els altres ocells marins també tenen aquest problema dels depredadors i per resoldre'l busquen aquells indrets que resulten inaccessibles a rates i guineus. Normalment, troben aquestes condicions en penya-segats i petits illots. Tots els ocells que un oceà immens és capaç de mantenir estan, doncs, forçats a criar en aquests petits indrets costaners. Ja es veu que, necessàriament, les colònies d'ocells marins han de ser molt nombroses. No és extrany tenir colònies de centenars de milers d'ocells que són un dels espectacles més inoblidables de la natura. Tothom que hagi vist les colonies de gavinetes de tres dits (*Rissa tridactyla*) i somorgollaires (*Uria aalge*) al nord d'Escòcia o a Islàndia no ho podrà oblidar mai.

A l'Antàrtida, els ocells tenen un problema similar: un oceà immens i ric, però només alguns petits indrets on criar (Fig. 1a). En aquest cas no per culpa dels depredadors terrestres, que no existeixen, sinó del gel que només deixa una petitíssima part de la costa antàrtica en condicions de ser colonitzada. Però els ocells antàrtics tenen un problema addicional i únic: el gel marí. Aquest factor és el que realment selecciona unes quantes espè-

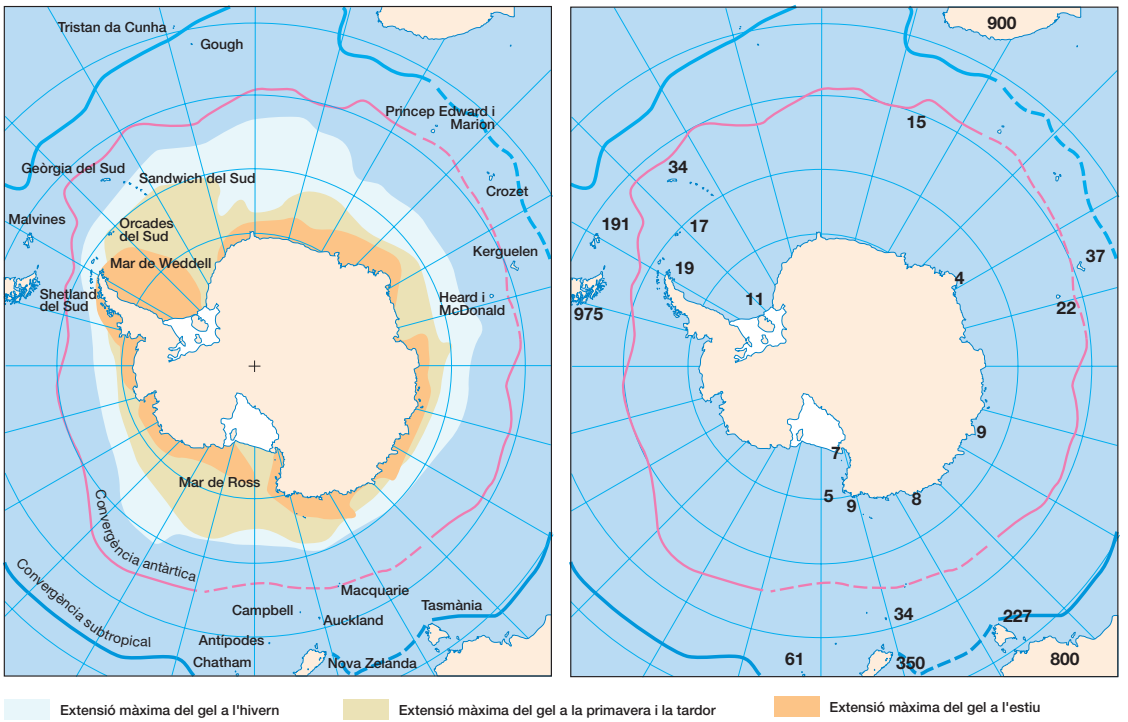


Figura 1. a) Mapa de l'Antàrtida amb les principals illes, fronts hidrogràfics i l'extensió màxima i mínima del gel (Shirihai, 2002). b) Nombre d'espècies que nidifiquen en diferents zones de l'hemisferi sud. La convergència antàrtica també es denomina Front Polar i separa les illes subantàrtiques (al nord) de les antàrtiques (al sud).

cies molt ben adaptades i separa els ocells subantàrtics dels veritablement antàrtics.

Com es pot veure a la figura 1b, el nombre d'espècies nidificants disminueix marcadament des dels continents (tant Amèrica del sud, com Àfrica o Austràlia tenen més de 800 espècies nidificants), cap a les illes subantàrtiques (entre 20 i 60 espècies), les antàrtiques (de deu a vint) i, finalment, a la costa del continent (menys de deu espècies). En realitat, les illes subantàrtiques (Fig. 1a) són relativament acollidores i temperades, estan plenes de verd i els ocells que les colonitzen les poden utilitzar com a plataforma per explorar l'oceà Antàrtic. Aquests ocells inclouen tots els albatros (Fig. 2) i la major part dels petrells. Quan la vora del gel marí s'extén cap al nord a la tardor (Fig. 1a), aquests ocells es retiren cap a latituds més baixes. Quant a la primavera, la vora del gel retorna cap al sud, els albatros i petrells l'empaiten aprofitant l'explosió de vida que es produeix al deixant del gel.

Però els ocells veritablement antàrtics són aquells que estan adaptats a viure sempre a la banquisa i que nidifiquen al sud del front polar (Taula 1). La diferència està en si la banquisa és un lloc que aprofiten per obtenir el seu aliment o una barrera per aconseguir-lo. Només dos pingüins, l'emperador (*Aptenodytes forsterii*) i el d'Adèlia (*Pygoscelis adeliae*) (Fig. 3), i dos petrells, el de les neus (*Pagodroma nivea*) i l'antàrtic (*Thalassoica antarctica*), compleixen aquestes condicions tan extremes. N'hi ha d'altres que nidifiquen al sud del front polar però també al nord o no ho fan al continent,



Figura 2. L'albatros fuliginós (Phoebetria palpebrata) nidifica a les illes subantàrtiques (Foto: Simon & Simon Verlag).

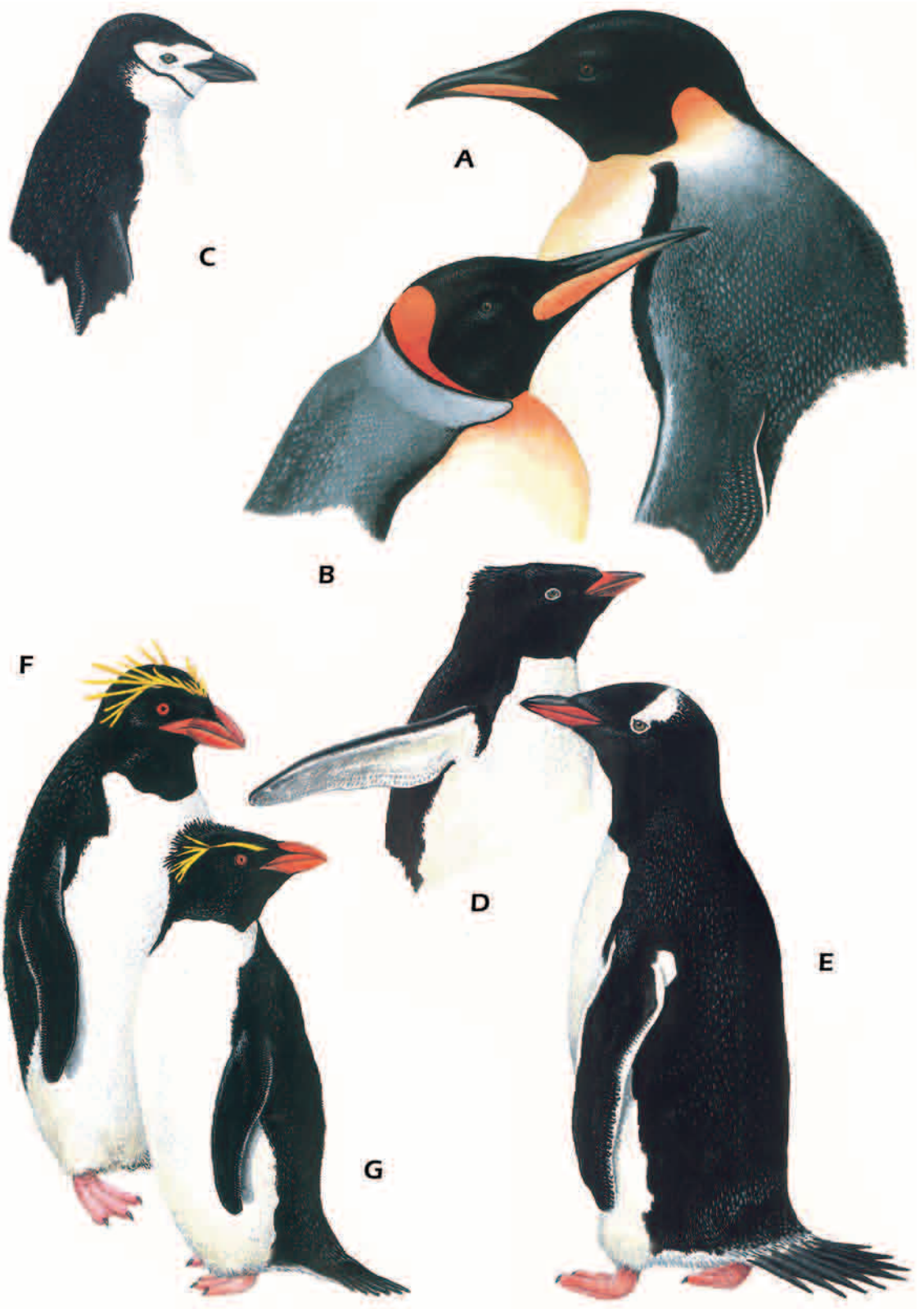


Figura 3. Les diferents espècies de pingüins que poblen les aigües antàrtiques. A, pingüí emperador (*Aptenodytes forsteri)*; B, pingüí reial (*Aptenodytes patagonicus*); C, pingüí de cara blanca (*Pygoscelis antarctica*); D, pingüí d'Adèlia (*Pygoscelis adeliae*); E, pingüí de corona blanca (*Pygoscelis papua*); F, pingüí macarrons (*Eudyptes chrysolophus*); G, pingüí saltamarges (*Eudyptes chrysocome*) (Dibuix J. Corbera).

Taula 1. Espècies d'ocells més comunes a l'Antàrtida. L'abundància global (AbG) es presenta en milers d'individus. Les tres últimes columnes indiquen les preferències en la nidificació. Cada espècie té quatre creus distribuïdes segons les seves preferències nidificants entre el continent antàrtic (CA), les illes antàrtiques (IA) i les illes subantàrtiques (ISA). Alguns ocells nidifiquen a la península Antàrtica (pa) però enlloc més del continent. En el cas dels corbs marins s'indica el nom de l'illa o petit arxipèlag del qual són endèmics. Les espècies en negreta són les que considerem plenament antàrtiques. En el cas dels corbs marins alguns nidifiquen a la península Antàrtica (pa) però enlloc més del continent. Informació extreta de Shirihai (2002) i del Hoyo et al. (1992 i 1996).

Nom vulgar	Nom científic	AbG	CA	IA	ISA
Esfenisciformes					
Pingüí emperador	*Aptenodytes forsteri*	900	++++	-	-
Pingüí reial	*Aptenodytes patagonicus*	4500	-	+	+++
Pingüí d'Adèlia	*Pygoscelis adeliae*	5000	+++	+	-
Pingüí de cara blanca	*Pygoscelis antarctica*	15000	+	+++	-
Pingüí de corona blanca	*Pygoscelis papua*	600	+	++	+
Pingüí macarrons	*Eudyptes chrysolophus*	22000	-	++	++
Pingüí saltamarges	*Eudyptes chrysocome*	4500	-	+	+++
Procel·lariformes					
Albatros viatger	*Diomedea exulans*	100	-	+	+++
Albatros cellanegre	*Thalassarche melanophrys*	3000	-	+	+++
Albatros de cap gris	*Thalassarche chrysostoma*	600	-	-	++++
Albatros fuliginós	*Phoebetria palpebrata*	140	-	+	+++
Petrell gegant del sud	*Macronectes giganteus*	62	+	++	+
Fulmar	*Fulmarus glacialoides*	4000	++	++	-
Petrell antàrtic	*Thalassoica antarctica*	15000	++++	-	-
Petrell del Cap	*Daption capense*	300	+	++	+
Petrell de barba blanca	*Procellaria aequinoctialis*	5000	-	+	+++
Petrell de les neus	*Pagodroma nivea*	?	+++	+	-
Prió antàrtic	*Pachyptila desolata*	150	-	++	++
Ocell de tempesta de Wilson	*Oceanites oceanicus*	milions	+	++	+
O de t. de ventre negre	*Fregetta tropica*	?	-	+	+++
Caradriformes					
Paràsit austral	*Catharacta maccormicki*	8	++++	-	-
Paràsit subantàrtic	*Catharacta antarctica*	16	pa	++	++
Gavià dominicà	*Larus dominicanus*	2000	pa	+	+++
Xatrac antàrtic	*Sterna vittata*	50	pa	++	++
Colom antàrtic de bec groc	*Chionis alba*	10	pa	+++	+
Pelecaniformes		200	-	++	++
grup *atriceps*					
Corb marí antàrtic	*Phalacrocorax bransfieldensis*	11	pa		
C m de Geòrgia del Sud	*Phalacrocorax georgianus*	11		Orcades/Sandwich	
C m de Heard	*Phalacrocorax nivalis*	3		Heard	
C m de Crozet	*Phalacrocorax melanogenis*	2,5		Crozet/P. Edward	
C m de Kerguelen	*Phalacrocorax verrucosus*	11		Kerguelen	
C m de l'illa de Macquarie	*Phalacrocorax purpurascens*	1,5		Macquarie	
grup *carunculatus*					
C m de les Chatham	*Phalacrocorax onslowii*	1,7		Chatham	
grup *campbelli*					
C m d'Auckland	*Phalacrocorax colensoi*	2		Auckland	
C m de Campbell	*Phalacrocorax campbelli*	8		Campbell	
C m de Bounty	*Phalacrocorax ranfurlyi*	1,1		Bounty	

com els pingüins de cara blanca (*Pygoscelis antarctica*) i de corona blanca (*Pygoscelis papua*), els petrells del Cap (*Daption capense*) i el gegant del sud (*Macronectes giganteus*), el fulmar (*Fulmarus glacialoides*), els prions (*Pachyptila* spp.) i els ocells de tempesta (*Oceanites oceanicus*), el xatrac antàrtic (*Sterna vittata*) i el paràsit subantàrtic (*Catharacta antarctica*). El paràsit austral (*Catharacta maccormicki*) és una mica especial, perquè nidifica al continent i durant l'estiu viu a la zona de la banquisa. A l'hivern, però, migra fins a l'hemisferi nord. Els corbs marins (*Phalacrocorax atriceps*) són un altre cas particular, ja que nidifiquen a les illes antàrtiques, però es mantenen allunyats de la banquisa. Els ornitòlegs encara no tenen clar en quàntes espècies cal dividir els diferents representants del grup *atriceps* (Taula 1). Pràcticament cada illa o grup d'illes té una població pròpia, lleugerament diferent de les altres i que normalment no intercanvia individus amb les altres illes. Aquestes poblacions es troben a mig camí entre poblacions d'una sola espècie i diferents espècies.

Fins i tot amb una definició poc restrictiva d'ocell antàrtic –tots aquells que nidifiquen al sud del front polar– el nombre total d'espècies és molt reduït, amb prou feines una vintena (Taula 1). Però com tots els ocells marins, les seves colònies reuneixen centenars de milers d'individus. Es calcula que hi ha fins a 15 milions de pingüins de cara blanca o 22 milions de macarronis (*Eudyptes chrysolophus*) (Taula 1). Aquestes xifres són espectaculars, però no són gaire diferents de les que assoleixen d'altres ocells marins, per exemple els 24 milions de gavotins (*Alle alle*) o els 18 de somorgollaires (*Uria aalge*). Per tant, la frase que s'acostuma a dir sobre els ocells antàrtics, que són poques espècies però molt abundants, no és certa del tot: són poques espècies i en una abundància normal per a ocells marins. De fet si comparem amb l'abundància d'alguns altres ocells, sembla que aquests nombres no tenen res d'especial. Per exemple l'ànec collverd (*Anas platyrhynchus*) té 32 milions d'individus. La vida d'un ocell antàrtic, doncs, es divideix entre l'oceà on s'alimenta i el terra on nidifica.

"Navegar e preciso, viver nao e preciso"

El conegut vers de Luiz de Camoens podria servir perfectament de lema per als ocells marins i més concretament per als antàrtics. Hom calcula que passen més del 70% del temps al mar. Allà poden menjar, descansar i fins i tot dormir. La vida dels ocells al mar era un misteri fins que ja fa uns 15 anys es va desenvolupar instrumentació prou petita com per poder-la posar a un ocell sense destorbar les seves activitats (Le Maho, 1994). L'instrument més senzill consta d'un transmissor que s'enganxa entre les plomes dorsals de l'ocell, mirant de no alterar la bona hidrodinàmica. S'intenta que el pes d'aquest instrument (fonamentalment a causa de les piles) no superi l'un o dos per cent del pes de l'animal. Aquest tramsmissor emet periòdicament un senyal, que pot ser detectat des de satèl·lits artificials. D'aquesta manera, l'investigador pot seure còmodament al seu despatx de Cambridge o de Toulouse i rebre, en temps quasi real, la posició del seu ocell mentre durin les piles. Això és el que van fer Jouventin i Weimerskirch (1990) amb sis albatros viatgers (*Diomedea exulans*) a l'Illa Crozet durant l'estiu de 1989.

A la figura 4 hi ha un exemple dels seus resultats. Els punts al llarg de la trajectòria mostren la posició detectada pel satèl·lit aproximadament cada dues hores. Els punts blancs indiquen posicions durant el dia i els negres, durant la nit. Com es pot apreciar a la figura, l'ocell pràcticament no es mou durant la nit. Segurament això es deu al fet que l'albatros detecta el seu menjar visualment i no li serviria de res volar durant la nit.

Una altra característica molt reveladora és la relació de la trajectòria respecte als vents (les petites fletxes). L'ocell surt de la seva colònia el 7 de març. Els tres primers dies vola unes distàncies molt curtes. Com indica la "H", es troba en una zona d'altes pressions, és a dir, de calma. Quan no hi ha vent, els albatros volen molt poc, ja que haurien de gastar molta energia per moure les ales. De fet, en dies de calma, és freqüent veure'ls reposant a sobre l'aigua aprop dels vaixells. El quart dia el nostre ocell troba vents de ponent i els aprofita per

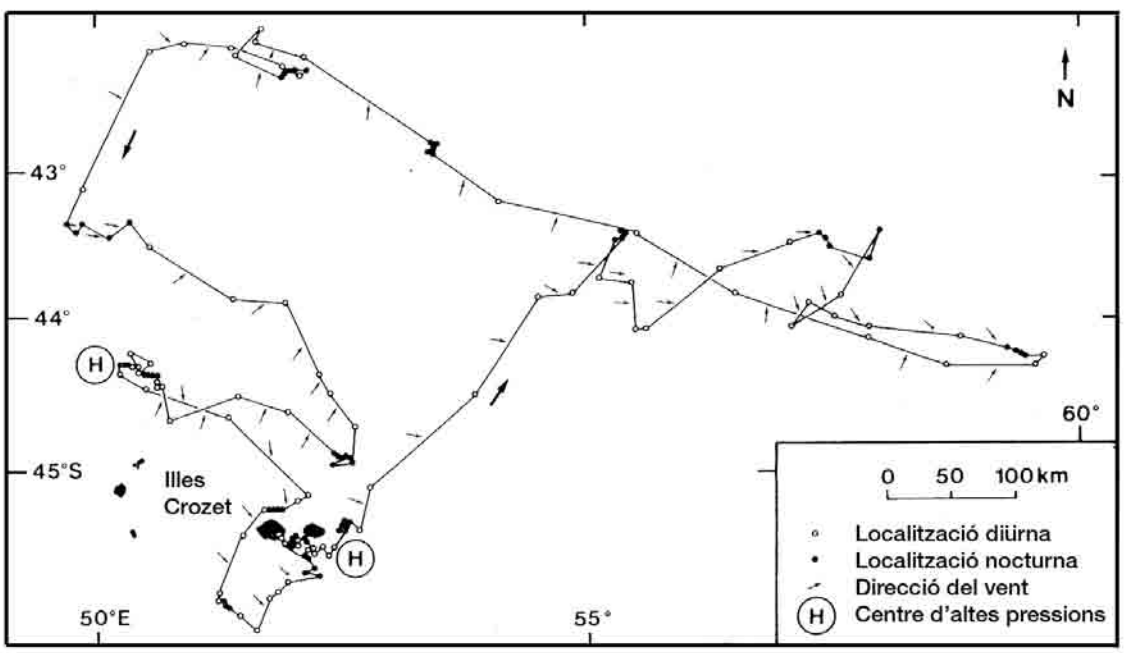


Figura 4. Trajectòria d'un albatros viatger instrumentat a l'Illa Crozet (Jouventin i Weimerskirch, 1990).

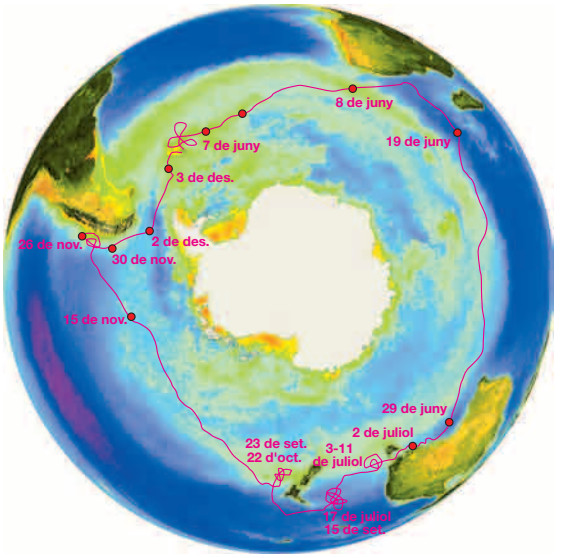


Figura 5. Trajectòria d'un albatros viatger instrumentat a l'Illa Geòrgia del Sud (amb dades del British Antarctic Survey).

volar cap al nord-est. Després vola cap a l'est durant un parell de dies amb vent de cua. Els dos dies següents canvia de direcció i vola cap al nord-oest amb vent del sud fins que es troba vents de cara. En aquest moment l'ocell canvia la direcció un cop més, ara cap al sud-oest. El dia 16 al matí es troba amb un altre problema. Ja està decidit a tornar a casa però els vents li vénen just de cara. Com s'ho farà? doncs exactament igual que els velers: fent bordades, primer una cap a l'est i després una altra cap a l'oest. Aquí, l'albatros trova una altra zona d'altes pressions i sense vents. De nou, ha de restar un parell de dies al mateix lloc esperant que el vent torni a bufar. Finalment, el dia 19 pot tornar cap a la seva colònia a les Crozet a on arriba el dia 27 després d'haver recorregut 3.500 km d'oceà.

Aquest viatge és d'una durada mitjana. Quan els ocells estan covant els ous, els viatges són més llargs, fins a 15.000 km. En canvi quan han nascut els pollets fan viatges més curts, d'uns 300 o 400 km. El nostre mascle sabia que els seus ous estaven a punt d'eclosionar i per això torna a casa per comprovar la situació.

Quan no estan criant, els albatros fan honor al seu nom de viatgers i fan viatges molt més llargs. Per exemple, científics del *British Antarctic Survey* van seguir el mascle "Storm" que va sortir de Geòrgia del Sud a començaments de juny de 1998 (Fig. 5). Els científics el van poder seguir en la seva volta al món de sis mesos fins que va tornar a Geòrgia del Sud a començaments de desembre de 1999. Com es pot apreciar a la figura 4, "Storm" va creuar l'Atlàntic en una setmana, l'Índic en dues i el Pacífic en quatre. Admirable! La major part del seu temps, entre juliol i octubre, el va dedicar a alimen-



Figura 6. L'albatros viatger (*Diomedea exulans*) és el més gran de tots els albatros (fins a 3,5 m d'envergadura) i pot volar a més de 85 km/h (Foto: Simon & Simon Verlag).

tar-se en les aigües que envolten Nova Zelanda. Aquests viatges ens donen una visió completament diferent del món dels albatros i de l'àmbit en què es mouen.

Gràcies en aquests transmissors sabem com es mouen. Pero com troben l'aliment? En el cas dels albatros viatgers (Fig. 6) sembla que busquen les seves preses visualment. De fet, una de les preses més comunes són calamars morts que suren. Però molts altres ocells utilitzen l'olfacte. Els procel·lariformes es caracteritzen per una estructura nasal molt desenvolupada i semblaria lògic que la utilitzessin per trobar menjar. Nevitt (1999a, b) va explorar aquesta possibilitat en una sèrie d'experiments amb molt d'enginy. En un primer estudi va homogeneïtzar dos quilos i mig de krill, els va filtrar i els va dissoldre en oli vegetal. Des d'un vaixell escampava aquest oli per la superfície del mar. I a continuació observava el nombre d'ocells que s'apropaven. Comparant els resultats amb taques d'oli i krill (experimentals); amb taques que només tenien oli (controls) va poder demostrar que algunes espècies eren atretes per l'olor del krill i d'altres no. L'albatros cellanegre (*Thalassarche melanophrys*), el petrell del Cap i el petrell gegant del sud s'acumulaven a les taques amb olor de krill i no feien cas de les que només tenien oli. En canvi, l'ocell de tempesta de Wilson i el Fulmar s'apropaven tant a unes com a les altres, el que suggereix que oloraven l'oli, però no el krill.

En una segona sèrie d'experiments Nevitt va utilitzar taques d'oli amb un compost volàtil: el dimetilsulfur (DMS) (Nevitt et al. 1995, Nevitt 1999b). El DMS és un subproducte del plàncton. Moltes algues del fitoplàncton sintetitzen dimetilsulfonopropionat (DMSP), una substància amb diverses funcions, com la d'equilibrar la pressió osmòtica de l'aigua de mar per exemple. Quan les algues moren o se les menja el krill, aquest compost s'allibera al medi i una part és transformada en DMS pels microorganismes. Evidentment, quan més plàncton hi hagi en una zona, més DMS es produirà i s'escamparà per l'atmosfera. En conseqüència, per a un ocell que s'alimenta de krill seria molt interessant poder detectar el DMS. En efecte, els ocells de tempesta s'acumulaven a les taques de DMS, mentre que els albatros cellanegre no en feien cas. En general, els albatros no responien al DMS, mentre que els ocells més petits i de coloració críptica com els ocells de tempesta, el petrell barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*) i els prions hi responien de forma significativa. Aquests ocells tenen tendència a alimentar-se de nit i l'olor els ha de ser molt útil. Els albatros, per contra, s'alimenten fonamentalment de dia i llavors, segurament, els senyals olfactius no són tan importants com els visuals.

Els procel·lariformes que hem estudiat fins ara, s'alimenten a la superfície. Com a màxim es capbussen breument alguns metres buscant una presa. Però no estan realment preparats per bussejar. En canvi, els pingüins han desenvolupat un disseny corporal molt ben adaptat a la vida submarina. Això ho han aconseguit a canvi de no poder volar. Però sota l'aigua neden com dofins i poden baixar fins a fondàries realment notables. Els més petits com el pingüí petit (*Eudyptula minor*) baixen només fins a 30 m, però els d'Adèlia ja poden baixar fins a 240 m i els més grans, els emperadors, baixen fins a 500 m! Com podem saber-ho això? Doncs l'únic que cal és instrumentar alguns pingüins amb sensors de temperatura, de fondària, de salinitat o del paràmetre que vulguem determinar. De fet, fins i tot podem saber quan mengen i què mengen. Per aconseguir aquesta última dada cal introduir a l'estómac d'uns quants pingüins uns sensors de temperatura que porten incorporat un petit registrador de dades.

Quan el pingüí torna a la colònia es recupera el sensor. Antigament, per estudiar els continguts estomacals, calia matar un nombre determinat d'ocells i obrir quirúrgicament l'estómac. Ja fa uns vint anys, es va introduir una alternativa més respectuosa consistent en unes bombes que succionen el contingut de l'estómac de l'ocell sense fer-li cap mal. L'última millora consisteix a donar als pollets una quantitat d'aliment equivalent a la que el pare portàva a l'estómac. El contingut estomacal és examinat per determinar la composició i pes de l'aliment. I el sensor de temperatura ens indica en quins moments l'ocell ha menjat, ja que cada cop que ingereix aliment baixa la temperatura de l'estómac (atès que l'aliment està a la temperatura exterior, a un o dos graus sota zero). Kooyman et al. (1992) van fer un estudi d'aquestes característiques amb pingüins reials a l'Illa Crozet (Fig. 7). La figura 3 presenta el nombre d'ingestions d'aliment (baixades de temperatura estomacal) a la part superior, segons l'hora del dia. A la part inferior es mostra la fondària màxima a la qual baixaven els pingüins al llarg del dia. Els pingüins baixen més al fons durant el dia que és quan mengen més. Durant la nit baixen molt poquet i quasi que no mengen. Aquests patrons s'expliquen perquè el seu aliment, el zooplàncton, migra cap a baix durant el dia i cap amunt durant la nit. Així doncs, els pingüins segueixen el seu aliment allà on estigui. I el fet que mengin molt poc de nit es deu al fet que són depredadors visuals i necessiten la llum per poder detectar les seves preses.

Però tots els ocells de què hem parlat fins ara s'alimenten a mar obert. Per a ells, el gel és un inconvenient, un obstacle que els impedeix arribar a capturar les seves preses al mar. Com s'ho fan els ocells veritablement antàr-

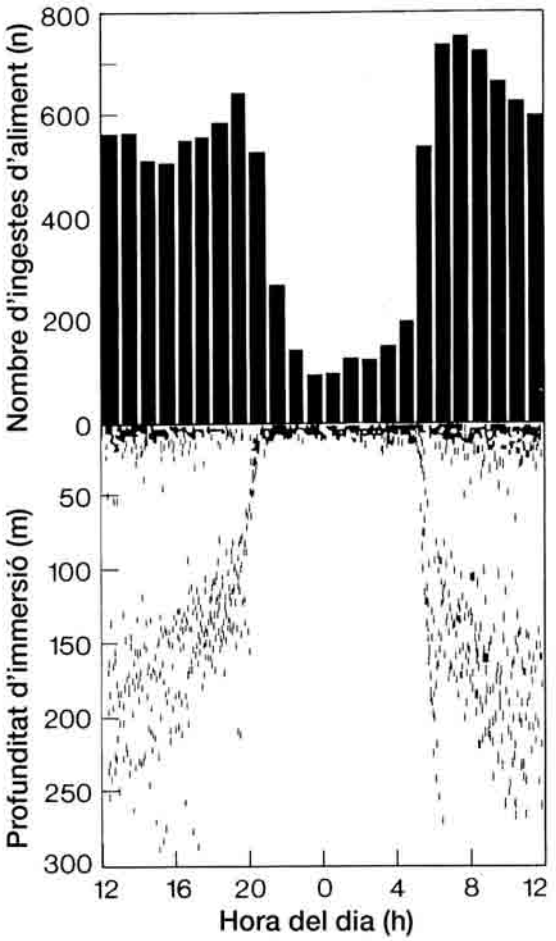


Figura 7. Cicle diari en la profunditat d'immersió i nombre d'ingestes d'aliment dels pingüins reials a l'Illa Crozet (Kooyman et al., 1992).

tics, els que utilitzen el gel amb avantatge? Cal recordar que el gel marí, quan forma una capa contínua, és una barrera per a tothom. Però el gel marí gairebé mai és una capa contínua. En realitat la banquisa és extraordinàriament heterogènia. Hi ha zones on els llantions de gel xoquen uns contra els altres formant carenes de pressió que poden arribar a fer alguns metres d'altura. I al contrari, es poden obrir esquerdes d'aigua lliure entre aquests llantions. Un lloc on s'acostumen a formar aquestes esquerdes i canals és a la sutura entre el gel que està ancorat a la costa i el que puja i baixa lliurement amb les marees. Finalment, hi ha les polynyes, zones d'aigües permanentment obertes, fins i tot durant l'hivern. A totes aquestes zones obertes, el gel està carregat de microorganismes que l'arriben a tenyir de colors verdosos i marrons. Entre els canalons dels cristalls de gel que formen la banquisa es desenvolupa una comunitat microbiana molt complexa, formada per algues, bacteris, virus i protists que es mengen tots els altres. Sovint també hi ha crustacis i fins i tot cucs! Aquesta riquesa de vida és

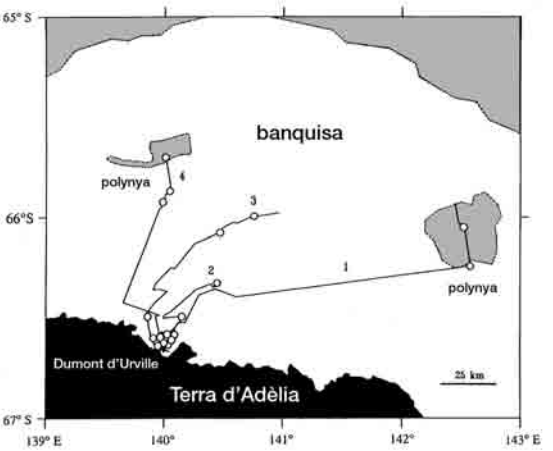


Figura 8. Trajectòries de diferents pingüins emperadors des de les colònies fins a polynyes durant l'hivern antàrtic (Ancel et al., 1992).

aprofitada pel zooplàncton, i en particular pel krill, que es menja aquest "polo" de microorganismes amb voracitat. Com a conseqüència, als voltants d'aquestes zones obertes la concentració de krill i altres preses és molt elevada.

I això és precisament el que exploten els ocells més antàrtics: els pingüins d'Adèlia i emperador, i els petrells de les neus i antàrtic. A la figura 8 s'il·lustra el que fan els emperadors durant l'hivern. Un altre cop instrumentant animals a les seves colònies durant l'hivern es va poder determinar que caminaven entre 100 i 150 km sobre la banquisa fins a arribar a una polynya, on s'alimentaven (Ancel et al., 1992). Els petrells utilitzen una estratègia pròpia. El petrell antàrtic es llança a l'aigua i atrapa els crustacis que neden prop de la superfície. Per tant, ha de volar els centenars de quilòmetres que calgui, per arribar des de les seves colònies al continent fins a la vora del gel. Perquè, evidentment, no es pot llançar de cap contra la banquisa! De manera que sempre s'acumula prop de la vora de gel (van Franeker, 1996). El petrell de les neus, per contra, se situa a l'aguait a prop d'una esquerda o un canal. Com que és tot blanc, les possibles preses no el distingueixen del gel i quan s'apropen a la superfície, el petrell es llança i les captura. A mar obert, cap d'aquests ocells podria competir amb els altres petrells. Aquí, en canvi, lligats al gel, poden explotar un recurs molt abundant amb molt poca competència.

"Marinero en tierra"

De nou, el vers d'un poeta, en aquest cas de Rafael Alberti, ens serveix per comprendre la situació en què es troben aquests ocells antàrtics quan han de sortir a terra per nidificar. La primera gran dificultat és trobar un lloc

de terra que no estigui cobert de gel o de neu. El petrells de les neus volen centenars de quilòmetres endins del continent per anar a nidificar als Nunataks, els pics de les grans Muntanyes Transantàrtiques que sobresurten permanentment per sobre del gel. Però la resta busquen algun indret a prop de la costa on la neu es fongui aviat i no hi hagi cap glacera. L'excepció és el pingüi emperador que s'ha adaptat a nidificar directament sobre el gel de la banquisa. És clar que no pot construir cap mena de niu i el que fa es sostenir l'únic ou entre l'empenya de les potes i les plomes del ventre. Per a la resta d'aquesta secció ens basarem en els pingüins pigoscèlids i particularment en els estudis de Juan Moreno i col·laboradors a la colònia de pingüins de cara blanca a l'illa Decepció (Moreno i Carrascal, 1999) (Fig. 9). Però farem servir, tanmateix, d'altres estudis sobre pingüins d'Adèlia i de corona blanca quan ens convingui.

Aquests pingüins formen colònies d'entre uns centenars i centenars de milers d'individus. La de *Vapor Coul* a Decepció consta d'uns 400.000 pingüins de cara blanca. A primera vista, la distribució de nius podria semblar caòtica. Però hi ha unes regles. En general, els nius estan als llocs més exposats, a les carenes, per exemple. Això ho fan per minimitzar el risc que una nevada deixi els nius colgats de neu. A les carenes, el vent s'encarrega d'escombrar la casa. En segon lloc, hi ha uns carrers pels quals la major part dels pingüins passen quan han d'anar al mar a menjar i quan tornen per alimentar els pollets. I, finalment, la colònia està dividida en diverses subcolònies (unes 50 a *Vapor Coul*), una mena de barris de forma ovoïdal. Dins d'aquestes subcolònies els nius estan distribuïts amb precisió matemàtica: exactament a la distància a què arriba el cop de bec del veí.

La dimensió d'aquestes subcolònies està determinada per dues forces contraposades. D'una banda, quan més petita sigui una subcolònia, més patirà la depredació de paràsits i petrells gegants. Quant més gran sigui, més es diluiran els atacs dels depredadors. I de l'altra banda, quant més gran sigui una subcolònia més augmenta la competència intraespecífica, fonamentalment això es tradueix en dues coses. El trajecte des del niu a l'exterior de la subcolònia és més llarg i el pingüí està més exposat als cops de bec dels veïns, i les pedretes que fan servir per construir els nius queden molt més lluny i se les han de disputar entre molts més pingüins.

Precisament, aquest tema de les pedres per fer el niu és d'una certa complexitat. Els pingüins tenen tendència a anar afegint pedretes fins a construir un petit volcà. Aquest monticle



Figura 9. Pingüins de cara blanca (*Pygoscelis antarctica*). A la dreta, un jove encara amb restes de plomissol. (Foto: J.M. Gili).



Figura 10. Pingüins de corona blanca (*Pygoscelis papua*) sobre els nius en forma de volcà, a cada un dels quals el progenitor protegeix una parella de polls (Foto: C. Pedrós-Alió).

els serveix per mantenir secs primer els ous i després els pollets. Si neva, la neu acaba colgant un niu petit. I un cop la neu es fon, els nius grans no s'inunden. De fet, quan els investigadors afegeixen neu a un niu, els pares de seguida comencen a buscar més pedres. En canvi, si a un niu els investigadors hi afegeixen moltes pedres, els pares deixen de preocupar-se pel tema. És a dir, hi ha una quantitat de pedres determinada, que al pingüí li sembla suficient tenint en compte de la neu present en qualsevol moment, i si en té menys buscarà pedres per afegir al seu niu. El problema és que les pedres són un bé escàs. Com que tots els nius estan propers, no queden pedres sense propietari. Així doncs, cal anar a buscar-les d'una en una, fora de la subcolònia o bé..., es poden robar al veí. El robatori de pedres és una constant en les colònies de pingüins. És suficient que un individu comenci a robar perquè el mal s'escampi per tota la subcolònia. Evidentment, robar una pedra vol dir exposar-se als cops de bec del propietari i comporta els seus perills. Els investigadors Hunter i Davis (1998) han descobert recentment que algunes femelles s'apropen a nius defensats per mascles i coquetegen per endur-se pedres sense rebre cops de bec. En molts casos aquesta actitud comporta que la femella copuli amb el mascle igualment infidel. És, doncs, una forma de prostitució. Però algunes femelles tenen l'habilitat d'enganyar el mascle sense arribar a la còpula. En concret, els investigadors van identificar una femella que va poder robar 62 pedres sense copular ni un sol cop! En qualsevol cas, l'intercanvi de sexe per pedres beneficia els dos individus que hi participen, perquè la femella guanya pedres per al niu i el mascle incrementa la seva probabilitat d'augmentar la descendència. De fet, la femella també hi guanya d'una altra manera. Copulant amb un altre mascle garanteix que hi haurà competència entre espermes i això sempre beneficiarà els seus mateixos gens.

Normalment, els pigoscèlids posen dos ous i normalment neixen dos pollets (Fig. 10) que arriben a l'edat en què s'independitzen. Però si hi ha poc menjar o fa molt fred, un dels dos pollets, o fins i tot els dos, poden no arribar a adults. Mentre un pare cuida els pollets i els manté calents l'altre se'n va a menjar al mar. Normalment, aquests viatges duren un parell de dies. El pare que resta a la colònia ha de passar gana i protegir els seus pollets dels atacs de paràsits i petrells gegants. El que marxa ha d'evitar els atacs de les foques lleopard que l'esperen nedant a la costa a prop de la colònia. Potser per això, quan el pare que ha marxat torna al niu i troba el seu o la seva companya, es produeix una escena molt tendra, en la qual la parelleta es reconeix amb gran aparell de crits i molt cerimoniosament canvien les seves posicions al niu. El que marxa, es pren un petit descans. Potser tindrà temps per robar un parell de pedres i després dedicarà uns minuts, a la platja, a arranjar les seves plomes perque siguin totalment impermeables abans de ficar-se al mar.

Quan reben l'aliment del pare que acaba de tornar, el pollets augmenten de pes brus-

cament. Però, immediatament, la respiració i el metabolisme per mantenir-se calents fa que comenci a disminuir el seu pes. Quan arriba l'altre pare, el seu pes és quasi igual que el que tenien abans de l'alimentació anterior. És a dir, si per qualsevol raó un pare s'endarreix, el pollet perd pes en lloc de guanyar-lo i pot arribar a morir. Evidentment, si el pare no torna perquè ha tingut un accident, els pollets moriran sense remei. Però en la majoria dels casos, els pollets continuen creixent i arriba un moment en què són prou grans per resistir el fred tots solets. Llavors els dos pares se'n van a buscar menjar. Els pollets s'agrupen en "llars d'infants" que els protegeixen dels atacs dels paràsits i esperen el retorn d'un dels pares. Quan arriba un pare, es reconeixen per la veu. Els dos pollets empaiten corrents amunt i avall, caient i aixecant-se ràpidament darrere del pare. Normalment, un dels dos pollets (hom creu que el que està més afamat) corre més i atrapa el pare, que llavors li traspassa tot l'aliment. Sembla que d'aquesta manera s'evita perdre aliment amb les baralles entre pollets.

Al cap d'uns tres mesos els pollets són tan grans com un adult i han de tenir prou reserves com per canviar el plomatge de pollet pel de juvenil sense aliment. Aquest canvi de plomes és fonametal, perquè un cop fet, els juvenils es llançaran al mar per primer cop i ja no tornaran a terra fins que siguin prou grans com per fer de pares.

La temporada d'estiu, durant la qual és possible reproduir-se, només dura quatre mesos. Durant aquest temps els adults han de criar amb èxit i deixar prou temps per fer la seva pròpia muda de plomes. Un altre cop, això és fonamental per poder sobreviure tot l'hivern a l'aigua. Per això, si els pollets triguen massa a créixer i els pares veuen que se'ls acaba el temps, abandonaran el niu per poder fer la muda. És més important reservar uns adults que poden tornar a criar l'any vinent, que alimentar uns pollets de futur incert i arriscar-se a perdre una parella reproductora.

Els ocells antàrtics viuen en un ecosistema extrem i exigent. Però les seves adaptacions els permenten tenir èxits reproductors iguals o fins i tot superiors al dels ocells marins que viuen a latituds més baixes. D'aquesta manera poden explotar la producció d'un dels oceans més rics del planeta. En les últimes dècades s'estan produint canvis globals que afectaran els ocells antàrtics. En particular, l'increment de la temperatura es tradueix en una reducció de l'extensió de gel marí i de les plataformes de gel continental, tant a l'Àrtic com a l'Antàrtida. Aquesta reducció del gel afavorirà unes espècies (presumiblement les subantàrtiques) i en perjudicarà unes altres (les que més depenen d'aquest gel). De moment, l'evidència disponible no permet treure conclusions clares (Barbraud i Weimerskirch 2001, Croxall et al., 2002). Per exemple, el pingüí d'Adèlia ha disminuït les seves poblacions a la zona de la península Antàrtica però les ha incrementades al mar de Ross. Sembla que cada espècie té una quantitat òpitma de gel i les poblacions poden minvar tant si aquesta quantitat augmenta com si disminueix. Estudis semblants amb pingüins emperadors i petrells de les neus són també poc clars. Caldrà fer estudis acurats i seguir les poblacions antàrtiques per determinar exactament la seva situació davant d'aquest canvi global. Les espècies biològiques han aparegut i desaparegut constantment al llarg de la història del planeta i per tant, l'extinció d'algunes d'elles és un fet normal. Seria molt trist, però, que l'extinció d'espècies antàrtiques fos la conseqüència de la irresponsabilitat humana.

Bibliografia

Ancel, A., Kooyman, G.L., Ponganis, P.J., Gendner, J.P., Lignon, J., Mestre, X., Huin, N., Thorson, P.H., Robisson, P. i Lemaho, Y. (1992). Foraging behavior of Emperor penguins as a resource detector in winter and summer. *Nature*, 360: 336-339.

Barbraud, C. i Weimerskirch, H. (2001). Emperor penguins and climate change. *Nature*, 411: 183-186.

Croxall, J.P., Trathan, P.N. i Murphy, E.J. (2002). Environmental change and antarctic seabird populations. *Science*, 297: 1510-1514.

del Hoyo, J., Elliott, A. i Sargatal, J. (eds.) (1992 i 1996). *Handbook of the birds of the world*, vols. 1 i 3. Lynx Edicions. Barcelona.

Hunter, F.M. i Davis, L.S. (1998). Female Adelie penguins acquire nest material from extrapair males after engaging in extrapair copulations. *The Auk*, 115(2): 526-528.

Jouventin, P. i Weimerskirch, H. (1990). Satellite tracking of Wandering albatrosses. *Nature*, 343:746-748.

Kooyman, G.L., Chesel, Y, Lemaho, Y., Croxall, J.P., Thorson, P.H. i Ridoux, V. (1992). Diving behavior and energetics during foraging cycles in King penguins. *Ecological Monographs*, 62: 143-163.

Le Maho, Y. (1994). New perspectives for research on antarctic birds and mammals. *Polar Biology*, 14: 315-318.

Moreno, J. i Carrascal, L.M. (1999). La reproducción del pingüino barbijo en sus colonias de la Antártida. *Quercus*, 159: 27-40.

Nevitt, G. (1999). Foraging by seabirds on an olfactory landscape. *American Scientist*, 87: 46-53.

Nevitt, G. (1999). Olfactory foraging in Antarctic seabirds: a species-specific attraction to krill odors. *Marine Ecology Progres*

Series, 177: 235-241.
NEVITT, G., VEIT, R.R. I KAREIVA, P. (1995). Dimethyl sulphide as a foraging cue for Antarctic procellariiform seabirds. *Nature*, 376: 680-682.
SHIRIHAI, H. (2002). *A complete guide to Antarctic wildlife. The birds and marine mammals of the Antarctic Continent and Southern Ocean*. Alula Press Oy. Finlàndia.
VAN FRANEKER, J.A. (1996). Pelagic distribution and numbers of the Antarctic petrel *Thalassoica antarctica* in the Weddell Sea during spring. *Polar Biology*, 16: 565-572.