

Influència del vent en la migració dels ocells a la primavera: el cas de l'illa de l'Aire

Carles Barriocanal

RESUM

Es presenten els resultats de l'estudi de la influència del règim de vents en la parada dels ocells migradors a la primavera a l'illa de l'Aire. S'han emprat les dades corresponents al projecte internacional *Piccole Isole*, que opera a la primavera en diversos punts estratègics per a la parada dels ocells durant la migració i de la qual l'illa de l'Aire forma part. D'acord amb les dades recollides entre els anys 1993-2005, s'han determinat els dies en què més captures s'han realitzat, així com aquells amb molt poques captures. Dels dies seleccionats com a màximes captures, els vents dominants han estat significativament els de component N-NW (tramuntana), mentre que als dies de baixes captures no hi ha hagut un flux dominant, malgrat que van destacar els del segon i tercer quadrant. Es discuteix la influència que té el vent en la estratègia migradora dels passeriformes a través de la Mediterrània.

ABSTRACT

The results of the study of the influence of wind flows in the stopover of migratory passerines in spring at illa de l'Aire are presented. Data of the international project *Piccole Isole* that operates in spring at several stopover strategic points in which illa de l'Aire participate has been used. Based on data gathered

between 1993-2005, maximum and minimum capture days have been selected. Those days with maximum captures had significantly N-NW (tramuntana) components while those of minimum captures do not show any clear tendency although winds from second and third quadrant highlighted. The influence of wind on the migratory strategy of passerines throughout the Mediterranean sea is discussed.

INTRODUCCIÓ

Alerstam i Lindstrom (1990) van establir tres paràmetres que governen el fenomen migratori en les aus: temps, seguretat i energia. Quant al temps, el període en què els ocells assoleixen la distància entre els territoris de nidificació i hivernada, aquest ha de ser al més curt possible, ja que arribar aviat significa poder disposar abans dels recursos (aliments i llocs de nidificació a la primavera). La seguretat està relacionada amb el risc de predació; els ocells migradors han de minimitzar la mortalitat associada a la captura per part dels predadors: una de les estratègies és el pes, paràmetre directament relacionat amb la càrrega de greix: com més lleuger, més facilitat d'escapar d'un predador. El concepte d'energia inclou tot el ventall de factors que poden incrementar la despesa energètica durant el vol migratori: novament la càrrega de greix, la velocitat, i l'estratègia de parades entre d'altres. En definitiva, l'objectiu per una migració reeixida és la minimització de costos o la maximització de beneficis, o bé trobar el millor compromís possible entre ambdós (Alexander 1982).

Val a dir que, a banda d'aquests tres paràmetres, la meteorologia és un altre dels factors clau que cal afegir a la equació de l'èxit migratori de les aus. Són diversos els aspectes meteorològics que afecten el vol migratori en el decurs de les migracions: presència de fronts freds/càlids, pressió baromètrica, temperatura, humitat relativa, estabilitat atmosfèrica, precipitació, nuvolositat, visibilitat i d'altres relacionats amb la fase lunar, el camp magnètic i les mareas (Richardson 1978). Un dels aspectes més significatius, però, és el vent i les variables relacionades amb aquest. D'aquest paràmetre, destaca la direcció: per a un migrant, la direcció del vent és clau, atès que pot beneficiar-se si aquesta va en la ruta migratòria o bé suposar un problema si es troba amb vents de cara, contraris al traçat previst. També és important la deriva que vents laterals poden generar, cosa que es pot traduir en un cost energètic addicional. La veloci-

tat del vent també pot afectar el vol migratori, doblant la velocitat o reduint-la a la meitat i, per tant, té conseqüències quant a costos energètics. Es pot parlar, per tant, de costos de transport originats pel vent (Liechti 2006).

La migració d'aus pel Mediterrani s'emmarca en la ruta entre Àfrica i Europa. Moltes espècies fan aquesta ruta dos cops a l'any, des dels territoris d'hivernada a l'Àfrica, tant presahariana com subsahariana, fins als territoris de nidificació europeus. Els migradors transaharians, aquells que hivernen més enllà del desert del Sàhara, han de travessar les grans barreres geogràfiques que suposen el desert, el mar i les muntanyes (Sàhara, Mediterrani i, en alguns casos, els Pirineus i els Alps). Realment és el desert del Sàhara la trampa ecològica més dura que han de travessar, atès que, un cop al sector del Magrib, l'àrea mediterrània pot ser salvada pel continent: península ibèrica, itàlica i hel·lènica. Tanmateix, les muntanyes poden ser creuades per valls o rodejant-les.

Quant a la travessa del desert, estudis recents (Schmaljohann *et al.* 2007) han mostrat que, al contrari del que durant molt de temps va quedar establert (les aus feien una migració intensa de 40 hores sense parar), existeix una estratègia de migració intermitent segons la qual durant el dia els ocells resten parats al desert fins a la nit, moment en el que reemprenen el vol.

La travessa del Mediterrani pot ser duta a terme mitjançant diverses estratègies: el pas pels punts la distància dels quals entre continents és menor: estret de Gibraltar, canal de Sicília, i seguir migrant pel continent (Península ibèrica i itàlica) o bé travessar directament el mar. Els ocells poden escollir alternativament l'una o l'altra, o bé prendre una decisió per la pressió selectiva que pot exercir algun aspecte com ara la situació temporal del programa migratori respecte al gruix de la població migradora (individus retardats (Barriocanal & Robson 2006)).

Durant el pas del Mediterrani, aquells individus que travessen directament pel mar tenen l'avantatge selectiu d'arribar d'una forma més ràpida al seu territori de cria, atès que el pas marítim, sense haver de vorejar pels punts més estrets dels continents, és molt més ràpid; ara bé, la impredictibilitat del mar, amb els seus canvis de temps i el règim de vents canviant, pot significar una dificultat afegida, la qual no es troba mentre es travessa el continent, malgrat ser una via més lenta. La possibilitat de dur a terme una parada d'emergència és molt més fàcil quan s'escull la via continental; al mar només existeix la possibilitat de trobar alguna illa o illot, o bé provar de parar a una embarcació.

És per això que els projectes d'estudi de la migració dels ocells a les illes mediterrànies, àrees on els ocells poden parar de dia per descansar i/o alimentar-se, poden aportat llum al complex coneixement de les estratègies de migració primaverals en el sistema migratori Europa/Àfrica.

MATERIAL I MÈTODES

Àrea d'estudi

El treball s'ha dut a terme a l'illa de l'Aire, illot càrstic d'origen quaternari, aproximadament de 30 hectàrees d'extensió, localitzat al sud-est de l'illa de Menorca. Malgrat que aparentment sembla una illa plana, a la part sud s'assoleixen els 15 metres d'alçada. Pel seu caràcter càrstic, es troben un nombre elevat de cavitats tant a la part emergida com a la submergida. Per la seva exposició, l'illa està molt afectada per l'erosió marina i eòlica. Aquesta erosió genera els anomenats *cocons*, cavitats on arriba l'aigua del mar i cristal·litza la sal. Aquestes formacions són molt característiques dels paisatges calcaris litorals. L'esquitx salí afecta d'una forma significativa la superfície de l'illa; els temporals de tramuntana i llevant aixequen una gran quantitat d'aerosols salins, cosa que fa que, en certs moments de l'any, la concentració de sal al sòl sigui molt elevada. A banda d'un petit aquífer subterrani, que dóna vida a un reduït nucli de tamarells (*Tamarix africana*), a l'illa no hi ha fonts d'aigua dolça. En moments de grans xàfecs, l'aigua que no és absorbida pel sòl és conduïda per petits torrents que travessen l'illa, les traces de la qual es poden observar sobre el terreny. La vegetació de l'illa està adaptada als condicionants físics del medi. A banda del petit nucli de tamarells, es troben diverses comunitats xeromediterrànies.

Al marge de constituir un punt estratègic per a la parada de les aus migratòries, a l'illa de l'Aire es troben espècies molt valuoses des del punt de vista de la conservació. El falcó peregrí (*Falco peregrinus*), la baldriga balear (*Puffinus mauretanicus*), la baldriga cendrosa (*Calonectris diomedea*), el corb marí emplomallat (*Phalacrocorax aristotelis*), l'ocell de tempesta (*Hydrobates pelagicus*) i la gavina corsa (*Larus audouinii*) són algunes de les espècies que es reproduïxen a l'illa. També trobem diverses espècies de passeriformes nidificants, com ara el tallarol capnegre (*Silvia melanocephala*), i el passerell (*Carduelis cannabina*) (Escandell 2004).

El projecte Piccole Isole

L'any 1988, el *Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina* italià va iniciar el projecte *Piccole Isole* per investigar diferents aspectes de la migració primaveral dels ocells a través del Mediterrani (Spina & Pilastro 1999). Aquest projecte es va marcar com a objectius:

- L'estudi de les estratègies adoptades pels passeriformes migrants primaverals, tant a nivell interespecífic com intraespecífic, per travessar la barrera ecològica del Mediterrani.
- La investigació del paper de les illes com a llocs de parada dins les estratègies migratòries
- El seguiment dels moviments de retorn a les àrees de nidificació d'un gran nombre d'espècies, en especial aquelles transsaharianes, les poblacions de les quals es veuen afectades pels condicionants ecològics dels quaters africans d'hivernada.

Durant els dos primers anys del projecte varen participar un total de set estacions d'anellament situades a set illes pròximes a la costa continental italiana i a Sardenya. L'any 1992, el projecte, ja d'àmbit internacional, incloïa, junt a les estacions italianes, la participació de Gibraltar, Malta, Còrsega i Cabrera, la qual va ser la primera estació espanyola que va participar en el projecte. L'illa de l'Aire (Menorca) s'hi va incorporar a través del GOB-Menorca. Es tracta d'una illa molt adequada per dur a terme la campanya perquè disposa d'una zona de vegetació on es poden col·locar les xarxes per a l'atracció i captura d'aus.

L'any 1993, es va dur a terme la primera campanya que va tenir un mes durada, i des d'aleshores s'ha realitzat d'una forma ininterrompuda fins a l'actualitat. En total, es disposa de 15 temporades de dades de la migració primaveral dels passeriformes. Per al present treball s'han emprat les dades del període 1993-2005 (13 anys), que formen part de la base de dades actualitzada en aquest moment.

De les campanyes de cada any, i com a part del projecte, s'han fet memòries en què es recullen d'una forma sistematitzada totes les espècies capturades aquella temporada, amb una anàlisi comparativa de tots els anys de les campanyes (Escandell 1997, 2000, 2001, 2005, 2006). Val a dir que els primers resultats globals sobre el projecte a l'illa han estat publicats per García (2004) i mostren com en el decurs del període 1993-2005 s'han capturat i marcat més

de 40.000 individus de gairebé 100 espècies diferents. No hi ha dubte, per tant, que les dades obtingudes poden ser perfectament aplicables als estudis de la influència dels fenòmens meteorològics durant la migració dels ocells.

Durant les tretze campanyes en què s'ha dut a terme el projecte, s'han emprat els protocols establerts per a la globalitat del projecte. Aquests especifiquen aspectes bàsics de les tècniques de mesura i marcatge, així com de la durada i horari de la campanya. La durada mínima per incorporar-se al projecte és d'un mes i sempre ha d'incloure indefectiblement el període 16 d'abril-15 de maig, moment de màxima intensitat de pas de les aus migratòries a la primavera. Els metres de xarxes instal·lades a cada estació se situen entre els 150 i 250, i, malgrat que es permet que el nombre variï entre les estacions, no es permet que es faci interanualment a la mateixa estació, de la mateixa manera que la ubicació, en la mesura del possible, ha de ser cada any la mateixa.

Quant a la metodologia de marcatge, els col·laboradors segueixen un mateix manual metodològic que determina com mesurar o estimar les diverses variables. Per tal d'assolir una homogeneïtzació de les dades, es realitzen cursos de calibratge específics.

A l'illa de l'Aire, excepte els dos primers anys, en què l'estació va funcionar durant un mes, el període de durada ha estat 45 jornades (taula 1).

Obtenció de les dades dels vents

La dades dels paràmetres del fluxos de vent s'han obtingut a través del servidor NOMADS de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) americana (NOMADS6 2006). Aquestes procedeixen de la reanàlisi NCEP/NCAR (Kalnay *et al.* 1996), que permet conèixer l'estat de l'atmosfera a través d'una malla tridimensional de punts corresponents a tot el globus terrestre o bé amb la consulta de dades puntuals interpolades per a l'àmbit geogràfic i l'altitud atmosfèrica que es desitgi. Aquesta reanàlisi ofereix dades sinòptiques en un format ràpidament tractable. Els registres usats aquí són dades interpolades a partir de la malla i per a una determinada àrea. Aquests registres s'obtenen de manera automàtica gràcies a les potencialitats del format GrADS (GrADS 2002) amb les quals es presenta la reanàlisi (Fiorino 1996). Prèviament, només cal la delimitació de l'àrea per a la qual es vol obtenir el valor, àrea que, en aquest cas, s'ha fet coincidir amb els límits geogràfics de les Balears. Pot semblar excessiu l'ús d'un sol registre com a representatiu, però

cal recordar el principi meteorològic del con truncat invers de representativitat, que estableix que, a mesura que es puja verticalment a l'atmosfera, els valors de qualsevol paràmetre són representatius d'una superfície cada cop més gran. Això és així per la progressiva desaparició dels «sorolls» de l'heterogènia superfície terrestre. Per tant, semblantment a les dades d'un radiosondatge meteorològic, es proposa usar les dades interpolades a partir de la malla de punts de la reanàlisi. La base del treball sinòptic correspon a paràmetres meteorològics de la topografia de 850 hPa., uns 1500 metres d'alçada aproximadament. Els paràmetres obtinguts han estat valors mitjans diaris interpolats directament pel model. L'àrea d'interpolació són els límits geogràfics de les Balears. La base de dades obtinguda és una sèrie temporal a resolució diària de tres variables meteorològiques:

- Component zonal del vent a 850 hPa en m/s
- Component meridiana del vent a 850 hPa en m/s
- Velocitat del vent a 850 hPa en m/s

A partir d'aquestes dades s'ha obtingut, amb un càlcul trigonomètric, la direcció del vent a 850 hPa en graus.

Selecció de les dades d'estudi

Per tal de relacionar les dades de màximes captures amb règim i intensitat de vent, s'ha dut a terme una tria d'aquells dies que més ocells s'han capturat i d'aquells dies amb un nombre molt baix de captures. Com a dies de màximes captures s'han escollit aquells que tripliquen la mitjana diària de captures, és a dir, aquells dies amb més de dues-centes captures, mentre que els dies amb baixes captures han estat aquells en què el total de captures no ha arribat a 10 exemplars.

Anàlisi estadística

Es va emprar estadística circular per a les anàlisis de les direccions del vent. Amb el *Rayleigh's uniformity test*, es va calcular la probabilitat de la hipòtesi nul·la, segons la qual les direccions del vent estan distribuïdes uniformement. Aquest test i altres paràmetres d'estadística circular (vector mitjà, desviació estàndard circular) es van calcular mitjançant el programari Oriana v 2.02a.

RESULTATS

Les 13 campanyes de marcatge d'ocells a l'illa de l'Aire han donat com a resultat un total de 555 dies de treball de camp. Durant tot aquest període, s'han marcat un total de 41.347 aus, corresponents a 102 espècies. Les més capturades han estat el mosquiter de passa, el pit-roig, el mosquiter comú i la cotxa cua-roja, entre d'altres (taula 2).

La mitjana de captures diàries ha estat de 74,49 individus amb una desviació estàndard de 80,77, cosa que indica l'elevada variabilitat del nombre de captures per jornada al llarg de la temporada. El nombre màxim de captures en un dia va ser de 621, valor que es va assolir el 6 d'abril de 1999. Hi ha cinc dies que el nombre de captures és 0 ja que, per la intensitat del vent, no es van poder obrir les xarxes, atès que hi havia un risc per als individus que podien quedar capturats (24-25-26 d'abril de 1993, 03 d'abril de 2003 i 11 d'abril de 2005).

Durant els 555 dies de campanya, les direccions dels vents van tenir diversos orígens, però amb un predomini dels fluxos del tercer i quart quadrant (vector mitjà: $288,87^\circ$, desviació estàndard circular: $84,279^\circ$) (fig. 1). La velocitat dels vents va ser d'un rang entre 1,07 m/sg. (3,85 km./h) i 21,93 m/sg (78,94 km./h).

Dies de màximes captures

Com a dies de màximes captures, s'han escollit aquells que tripliquen la mitjana diària de captures, és a dir, aquells dies amb més de dues-centes captures. Aplicant aquest criteri, trobem un total de 41 dies que han estat els seleccionats per dur a terme les anàlisis. Segons la direcció principal dels vents, els dies de màximes captures van correspondre als del primer i quart quadrant, i es van concentrar significativament a la direcció N-NW (vector mitjà: $344,051^\circ$, desviació estàndard circular: $45,824^\circ$, Rayleigh test (Z): 21,626, $p < 0,0001$). A la figura 2, es mostren les direccions del vent els 41 dies seleccionats com a dies amb més captures. Quant a la velocitat del vent, van mostrar un interval entre 2,28 m/s (8,2 km./h) i 13,88 m/s (49,96 km./h).

Dies de mínimes captures

S'han escollit com a dies amb baixes captures aquelles jornades en què es van trampejar menys de deu individus durant tota la jornada. En total, han estat 36 dies que han aconseguit aquest criteri. Dels dies seleccionats no s'ha observat una direcció clara del vent, tot i que hi ha un predomini de fluxos del segon

i tercer quadrant malgrat no ser significatius (vector mitjà: $189,414^\circ$, desviació estàndard circular: $100,338^\circ$, Rayleigh test (Z): 1, 677, p: 0,188). A la figura 3, es mostra la direcció dels vents d'aquests dies seleccionats. La velocitat dels vents es va situar entre 2,41 m/s (8,67 km./h) i 19,13 m/s (68,86 km./h): aquesta darrera va ser superior a la més elevada dels dies de màximes captures.

CONCLUSIONS I DISCUSSIÓ

Sovint hom pot pensar que dur a terme una migració de milers de quilòmetres dos cops a l'any pot suposar uns riscos que comporten grans mortaldats. Els ocells transaharians han de travessar dues vegades, en un curt període de temps, el desert del Sàhara, la Mediterrània, els Alps, el canal de la Mànega i altres accidents geogràfics, en funció de la seva destinació. Lluny d'aquest supòsit, cal veure que algunes espècies, com ara el tallarol gros *Sylvia borin*, el tallarol xerraire *Sylvia curruca* i la boscarla menjamosquits *Acrocephalus palustris*, l'àrea d'hivernada de les quals correspon al sud d'Àfrica, només fan una posta a l'any, i sol ser de 4-5 ous, mentre que espècies sedentàries, com ara les del grup de les mallarengues, tenen postes de més de 10 ous i sovint fan una segona llocada.

Aparentment, les poblacions de mallarengues haurien d'augmentar, mentre que la dels migradors de llarga distància haurien de disminuir; això no és així, ja que ambdós grups mantenen unes poblacions estables al llarg del temps, en circumstàncies normals. La clau d'aquest fet rau en la mortalitat hivernal i la relativa baixa proporció d'ocells que moren durant les migracions (entre un 1-10% segons Ralph (1978) a una localitat costanera de Nord Amèrica). D'aquesta manera, un ocell migrador té moltes més possibilitats de sobreviure a l'hivern que un resident. En qualsevol cas, la disminució de les poblacions d'algunes espècies està més relacionada amb la transformació del medi per part de l'home: canvis en els llocs de parada, a les àrees de descans o, fins i tot, a les àrees de nidificació.

No hi ha dubte que les barreres geogràfiques que els ocells migradors troben en el decurs del seu viatge són complexes. Aquestes són travessades mitjançant diverses estratègies, com ara fer llargs vols sense parar, modificar la ruta per tal de evitar en la mesura del possible la barrera (el cas dels Alps) i emprar llocs de parada localitzats al llarg del recorregut. Totes aquestes estratègies van

acompanyades d'adaptacions fisiològiques, la més significativa de les quals és l'acumulació d'importants càrregues de greix, una font d'energia de què l'ocell pot disposar d'una forma immediata.

La migració també està influenciada per un seguit de riscos ambientals, com els que suposen les condicions desfavorables de la meteorologia. Així, el vent, la pluja, la nuvolositat i la boira poden suposar un conjunt d'impediments als quals els ocells migradors s'han d'enfrontar durant el vol migratori.

Com ja han mostrat altres estudis, el vent és un dels paràmetres que governa el període migratori (Richardson 1978, 1990; Liechti 2006). Tanmateix, els ocells seleccionen l'alçada de vol en funció de la direcció i la velocitat del vent per tal de ajustar-se a la direcció desitjada (Bruderer *et al.* 1995). Els vents laterals de deriva respecte a la direcció principal de l'au migratòria són corregits adreçant-se cap al vent originari de la deriva. Per tot això, es pot establir que el vol migratori s'estableix en funció del règim de vents amb què un ocell es troba durant la ruta. És necessari, per tant, que les espècies migradores siguin capaces de detectar i adaptar-se als vents dominants a cada moment de la ruta, tant en el sentit d'aprofitar els vents de cua per volar més ràpidament, com el fet d'evitar vents que puguin tenir uns costos energètics addicionals (vents de cara).

L'anàlisi dels components del vent mesurats a 850 hPa. (aprox. 1500 metres) als dies que s'han seleccionat com a jornades de intenses captures, ha mostrat que la decisió de parada de moltes aus pot estar influenciada per aquests patrons meteorològics. Com ja han demostrat altres estudis al nord de Catalunya (Barriocanal *et al.* 2002), el vent de direcció nord (Tramuntana) és el que determina d'una forma significativa els dies de més captures. L'anàlisi dels dies seleccionats com dies amb intenses captures ha marcat clarament una component nord (el vector mitjà ha estat de 344°). La velocitat d'aquests vents del nord no ha estat excessiva, però no hi ha dubte que corresponen a despeses energètiques extres per a un ocell en vol. Això significa que la opció escollida pels migradors davant d'intensos vents de direcció nord, contrària a la ruta sud-nord primaveral, es decanta per la parada per al descans i l'espera de millors condicions. Tanmateix, aquells dies seleccionats com a dies de baixes captures, amb un nombre inferior a deu ocells per jornada, no han marcat una tendència clara quant al règim de vents, i inclús la intensitat del vent ha estat més elevada que en els dies de màximes captures (rang entre 9 i 69 km./h.). S'esperava que, en dies amb vents procedents del sud i que actuessin com a

vents de cua, és a dir, aquell flux en què els ocells poden treure profit atès que té una direcció i velocitat adequada, el nombre de captures fos molt baix i, per tant, el grup de dies amb baixes captures es correspongués amb aquests fluxos. La realitat, però, no ha estat així, ja que no s'ha trobat una direcció clara de la direcció dels vents els dies seleccionats, tot i que s'ha observat una tendència cap a fluxos del S-SW.

Després de travessar el Sàhara, mitjançant l'estratègia de la migració intermitent, parant durant el dia per iniciar el vol al capvespre (Schmaljohann *et al.* 2007), els ocells migradors del Paleàrtic occidental que utilitzen el eix més occidental han de travessar la Mediterrània. Aquesta pot ser travessada pràcticament per terra, creuant per les zones més estretes que uneixen ambdós continents (àrea de Gibraltar) o bé directament a través del mar fins arribar al sud d'Europa a la costa francesa. Aquells individus que escullen aquesta darrera opció s'enfronten a la impredictibilitat del mar on les possibilitats de parada són escasses. Una de les opcions enfront d'un canvi de condicions meteorològiques (tempestes, vents intensos,...) és parar a les illes, com el cas de l'illa de l'Aire. Els migradors que passen per la Mediterrània occidental, a l'est dels Pirineus, troben, durant la primavera, vents de l'oest i del sud que no desenvolupen intensos fluxos; és més, en principi aquests vents són favorables per a la migració. En canvi, a aquestes latituds, els vents amb una clara component del nord solen tenir una velocitat elevada i poden durar diversos dies. És per això que, quan els ocells migradors troben aquests fluxos de direcció contrària a la ruta establerta, decideixen parar. Bona part dels passeriformes migradors són nocturns. En general, amb les primeres llums del dia cerquen un lloc per realitzar la parada. Si les condicions de vent són favorables i el seu estat energètic és bo, de ben segur que provaran d'avançar més en el seu trajecte, com és el cas del tallarol gros *Sylvia borin*, que sembla ser que migra també activament durant el dia (Grattarola *et al.* 1999). En el moment que les condicions no són favorables, la decisió de parada és segura.

Podem establir, per tant, que, durant la migració primaveral, l'illa de l'Aire es troba estratègicament situada per actuar com a recer d'ocells migradors que troben aquest indret com un sector per parar i restar esperant fins a la propera nit, en què restabliran el vol migratori. Altres estudis duts a terme amb dades de l'illa de l'Aire han demostrat que, durant el període de parada, no s'estableix un procés d'alimentació, tal i com s'ha pogut observar en la mínima variació

de pes que s'ha trobat en les anàlisi de captures-recaptures en espècies com el mosquiter de passa (*Phylloscopus trochilus*) (Barriocanal & Robson 2007a) o el tallarol gros (*Sylvia borin*) (Barriocanal & Robson 2007b). La migració primaveral, que d'una forma àmplia comprèn el període març-juny, comporta el pas de molts individus pel Mediterrani. Les illes que es troben situades al llarg del recorregut actuen, doncs, com a lloc de parada en moments d'emergència o bé paren per dur a terme l'estratègia de descansar de dia per continuar de nit, ja que en vol nocturn els avantatges són diversos: reducció de la pressió dels predadors, cosa que, en aquelles espècies que s'alimenten durant la migració, comporta un guany de temps, estalvi energètic, increment de la seguretat física i la possibilitat d'emprar els estels com a guia (Berthold 1993). En definitiva, guany de temps i estalvi energètic. La presència de vents del nord durant la nit i de matinada pot forçar als ocells a realitzar una parada que potser en condicions normals o no durien a terme o farien més tard. Les conclusions de l'estudi, per tant, apunten cap a una clara influència de la direcció i força del vent en la decisió de parada per part dels ocells migradors que travessen la Mediterrània. En canvi, no s'ha produït l'efecte esperat en els dies de mínimes captures: clara tendència de la presència de fluxos del sud (Barriocanal *et al.* 2002).

Com ja assenyalen alguns autors (Pyle *et al.* 1993, Akesson and Hedenström 2000), els condicionants meteorològics afecten la decisió de parada a una localització adequada en els ocells migradors. En el cas de Menorca, la Tramuntana, vent del nord-oest, fred, sec i sovint violent, molt freqüent a l'hivern i començaments de primavera, és responsable de la decisió de parada de molts ocells durant el seu vol migratori a través de la Mediterrània.

AGRAÏMENTS

Aquest treball s'ha beneficiat d'una beca d'investigació, que porta el mateix títol que el present article, de l'Institut Menorquí d'Estudis en la convocatòria de 2007. Primer, m'agradaria agrair a Raül Escandell per animar-me a presentar la proposta de projecte a les beques de l'IME i el recolzament que en tot moment he rebut de la seva persona. Aquest treball ha comptat amb el recolzament de les persones que, quan es va presentar el projecte de beca, van constar com a col·laboradors: David Robson, Raül Escandell, Gabriel Gargallo i Óscar García. Tots ells m'han ajudat al llarg de l'elaboració del treball. David Mont-

serrat ha estat una persona clau a l'hora d'ajustar la metodologia de la presa de dades meteorològiques. Vull agrair també, d'una forma genèrica, a tots aquells anelladors/res i col·laboradors que han estat a l'illa de l'Aire durant les campanyes d'anellament, la seva tasca, ja que, gràcies a la seva feina de sol a sol, s'han pogut recollir les dades d'ocells de què es nodreix aquest treball.

REFERÈNCIES

- AKESSON, S. & HEDENSTRÖM, A. (2000): «Wind selectivity of migratory flight departures in birds». *Behav. Ecol. Sociobiol.* 47, p. 140-144.
- ALERSTAM, T. & LINDSTROM, A. (1990): «Optimal bird migration: the relative importance of time, energy, and safety». A: Gwinner, E. (ed.) *Bird migration, physiology and ecophysiology*. Springer, Berlin Heidelberg, p. 331-351.
- ALEXANDER, R.M. (1982): *Optima in animals*. Arnold. London.
- BARRIOCANAL, C., MONTSERRAT, D. & ROBSON, D. (2002): «Influences of wind flow on stopover decisions: the case of the reed warbler *Acrocephalus scirpaceus* in the Western Mediterranean». *International Journal of Biometeorology* 46, p. 192-196.
- BARRIOCANAL, C. & ROBSON, D. (2006): «Late arrivals on islands of some spring migrating passerines in the western Mediterranean». *Ardeola* 53, p. 333-340.
- BARRIOCANAL, C. & ROBSON, D. (2007a): «Spring passage of Willow Warbler *Phylloscopus trochilus* across the western Mediterranean: comparing islands with the mainland». *Ardea* 95 (1), p. 91-96.
- BARRIOCANAL, C. & ROBSON, D. (2007b): «Phenology and body mass of Garden Warbler *Sylvia borin* on the island of Cabrera (Balearic Islands) and Aiguamolls de l'Empordà (NE Iberian Peninsula) in spring migration». *Revista Catalana d'Ornitologia* 23: p. 10-17.
- BERTHOLD, P. (1993): «Bird migration: a general survey». Oxford University Press.
- BRUDERER, B., UNDERHILL, L.G. & LIECHTI, F. (1995): «Altitude choice of night migrants in a desert area predicted by meteorological factors». *Ibis* 137, p. 44-55.

- ESCANDELL R. (1997): «Memòria resum de la campanya d'anellament científic a l'Illa de l'Aire 1997-1999». GOB: Maó, Menorca. Inèdit.
- ESCANDELL R. (2000): «Memòria de la campanya d'estudi de la migració prenupcial a l'illa de l'Aire, any 2000». Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear i IME. Maó, Menorca.
- ESCANDELL R. (2001): «Memòria de la campanya d'estudi de la migració prenupcial a l'illa de l'Aire, any 2001». Conselleria de Medi Ambient del Govern Balear i IME. Maó, Menorca.
- ESCANDELL, R. (2004): «Fauna». A: Diversos autors, *PORN (Pla d'Ordenació dels Recursos Naturals) de l'Illa de l'Aire*. Conselleria de Medi Ambient de les Illes Balears.
- ESCANDELL R. (2005): «Seguiment de l'avifauna de l'illa de l'Aire. Estudi de la migració prenupcial dels ocells transaharians. Illa de l'Aire 2005». Departament de Reserva de la Biosfera i Medi Ambient (Consell Insular de Menorca) Maó, Menorca.
- ESCANDELL R. (2006): «Seguiment de l'avifauna de l'illa de l'Aire. Estudi de la migració prenupcial dels ocells transaharians. Illa de l'Aire 2006». Departament de Reserva de la Biosfera i Medi Ambient (Consell Insular de Menorca) Maó, Menorca.
- FIORINO, M. (1996): GrADS Starting Points. http://wesley.wwb.noaa.gov/grads_links.html
- GARCÍA, O. (2004): «Campañas de anillamiento científico para el estudio de la migración en las islas Baleares: Illa de l'Aire (Menorca)». *Revista de Anillamiento* 13-14, p. 47-55.
- GRADS (2002) GrADS Home Page. <http://grads.iges.org/grads/head.html>
- GRATTAROLA, A., SPINA, F. & PILASTRO, A. (1999): «Spring migration of the Garden Warbler (*Sylvia borin*) across the Mediterranean Sea». *Journal für Ornithologie* 140, p. 419-430
- KALNAY, E., KANAMITSU, M., KISTLER, R., COLLINS, W., DEAVEN, D., GANDIN, L. IREDELL, M., SAHA, S., WHITE, G., WOOLLEN, J., ZHU, Y., CHELLIAH, M., EBISUZAKI, W., HIGGINS, W., JANOWIAK, J., MO, K.C., ROPELEWSKI, C., WANG, J., LEETMAA, A., REYNOLDS, R., JENNE, R. JOSEPH, D. (1996): «The ncep/ncar 40-year reanalysis project». *Bulletin of the American Meteorological Society* 77, p. 437-471.

- LIECHTI, F. (2006) «Birds: blowin' by the wind ?». *Journal of Ornithology* 147, p. 202-211.
- NOMADS6 (2006): National Operational Model Archive & Distribution System, NOAA, <http://nomads6.ncdc.noaa.gov>
- PYLE, P., NUR, N., HENDERSON, P. & DESANTE, D. (1993): «The effects of weather and lunar cycle on nocturnal migration of landbirds at southeast Farallon island, California». *Condor* 95, p. 343-361.
- RALPH, C.J. (1978): «Disorientation and possible fate of young passerine coastal migrants». *Bird Banding* 49, p. 237-247.
- RICHARDSON, W.J. (1978): «Timing and amount of bird migration in relation to weather: a review». *Oikos* 30, p. 224-272.
- RICHARDSON, W.J. (1990): «Timing of bird migration in relation to weather: updated review». A: Gwinner, E. (ed.) «Bird migration, physiology and ecophysiology». Springer, Berlin Heidelberg, p. 78-101.
- SCHMALJOHANN, H., LIECHTI, F. & BRUDERER, B. (2007): «Songbird migration across the Sahara: the non-stop hypothesis rejected !». *Proc. R. Soc. B* 274, p. 735-739.
- SPINA, F. & PILASTRO, A. (1999): «Strategy of sea and desert crossing in spring passerine migrants as suggested by the analysis of intra- and inter-specific variation of residual fat levels». A: "Proc. 22 Int. Ornithol. Congr., Durban" (eds. Adams, N.-J. & Slotow, R.H): 1958--1976. Bird Life South Africa, Johannesburg.

TAULES I FIGURES

TAULA 1.

Duració de cada campanya Piccole Isole a l'Illa de l'Aire
durant el període 1993-2005

ANY	DATES	TOTAL DIES
1993	16-04/15-05	30 dies
1994	16-04/15-05	30 dies
1995	01-04/15-05	45 dies
1996	01-04/15-05	45 dies
1997	01-04/15-05	45 dies
1998	01-04/15-05	45 dies
1999	01-04/15-05	45 dies
2000	01-04/15-05	45 dies
2001	01-04/15-05	45 dies
2002	01-04/15-05	45 dies
2003	01-04/15-05	45 dies
2004	01-04/15-05	45 dies
2005	01-04/15-05	45 dies

TAULA 2.

Llistat d'espècies més capturades al període 1993-2005 a l'illa de l'Aire
(es mostren aquelles amb > 1000 captures durant tot el període estudiat).

Espècie		Total captures
Mosquiter de passa	<i>Phylloscopus trochilus</i>	18255
Pit-roig	<i>Erithacus rubecula</i>	5173
Mosquiter comú	<i>Phylloscopus collybita</i>	3372
Cotxa cua-roja	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	2343
Passerell	<i>Carduelis cannabina</i>	1966
Tallareta vulgar	<i>Sylvia communis</i>	1877
Rossinyol	<i>Luscinia megarhynchos</i>	1549
Tallarol de casquet	<i>Sylvia atricapilla</i>	1445
Tallarol gros	<i>Sylvia borin</i>	1173
Tallarol de garriga	<i>Sylvia cantillans</i>	1137

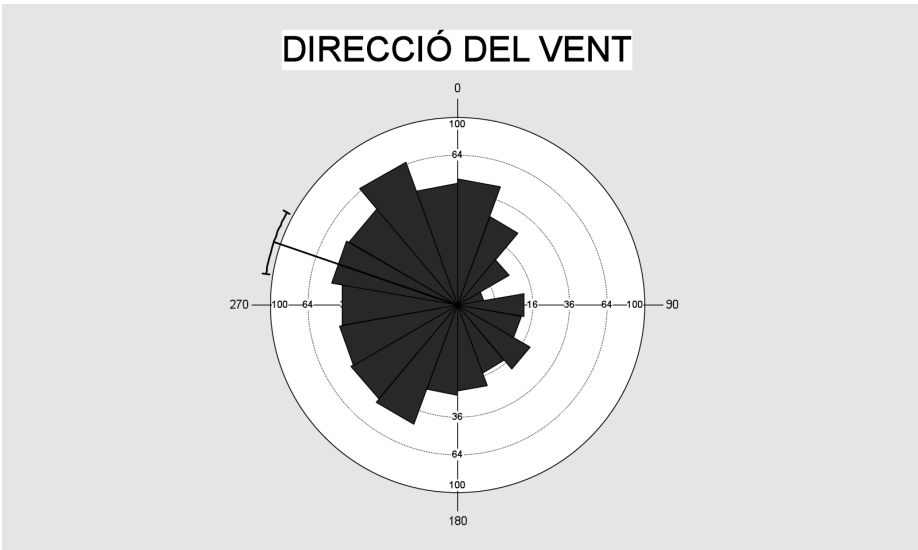


Figura 1. Direccions dels vents dels dies de campanya del període 1993-2005 (n=555).



Figura 2. Direccions dels vents dels dies de màximes captures (n=41).



Figura 3. Direccions dels vents dels dies de mínimes captures (n=36).