



Migrazione e dispersione nel mondo animale e vegetale

La migrazione, straordinario fenomeno del mondo animale che vede moltissime specie, compreso l'uomo, muoversi per la propria sopravvivenza e conservazione.

La dispersione, via di colonizzazione di nuove aree per espandere il proprio areale, che muove il lupo, l'orso bruno e anche alcune piante lungo direzioni preferenziali.

Alessandro Montemaggiori, Giuliano Fanelli, Emanuela Peria, Alberto Zilli, Mario Cappelli, Leonardo Vignoli, Michele Panuccio, Luca Moiana, Vincenzo Ferri, Luciana Carotenuto, Luigi Molinari, Luca Marini, Ilaria Mazzini, Raffaele Sardella, Riccardo Scalera

Redazione

Direttore responsabile
Raffaele Fiengo

Direttore editoriale
Giuseppe Fiengo

Condirettori
Antonella Anselmo, Roberto Sinibaldi

**Responsabile settore
Rifiuti e risanamento ambientale**
Maurizio Pernice

**Responsabile settore
Aree protette e sostenibilità**
Roberto Sinibaldi

Caporedattore
Susanna Tomei

Hanno scritto sul n 5/2016:
Mario Cappelli, Luciana Carotenuto,
Giuliano Fanelli, Vincenzo Ferri,
Luca Marini, Ilaria Mazzini, Luca Moiana,
Luigi Molinari, Alessandro Montemaggiori,
Michele Panuccio, Emanuela Peria,
Raffaele Sardella, Riccardo Scalera,
Leonardo Vignoli, Alberto Zilli

Comitato scientifico
Giuseppe Campos Venuti, Sandro Amorosino,
Lorenzo Bardelli, Marco D'Alberti,
Stefano Grassi, Fabrizio Lemme,
Franco Gaetano Scoca, Roberto Sinibaldi,
Gianfranco Tamburelli, Giuliano Tallone,
Marcello Vernola

Sede Redazione
Via G. D. Romagnosi, 3 - 00196 - Roma
Tel. Fax: 06.39738315 r.a.
www.gazzettaambiente.it
redazione@gazzettaambiente.it

Editore



Edizioni Alpes Italia

Via G. D. Romagnosi, 3 - 00196 Roma
Tel. Fax: 06.39738315 r.a.
info@alpesitalia.it
www.alpesitalia.it

L'Editore è a disposizione degli aventi diritto con i quali non gli è stato possibile comunicare, nonché per eventuali involontarie omissioni o inesattezze nella citazione delle fonti dei brani e delle illustrazioni riprodotti nel seguente volume.

ABBONAMENTO E ACQUISTO

Per abbonamenti e numeri correnti/arretrati

Prezzo del fascicolo euro 22,00
Abbonamento annuale euro 120,00
Abbonamento annuale estero: euro 190,00
Prezzo del fascicolo arretrato euro 32,00

Modalità di pagamento

Bonifico bancario su Banca Popolare di Milano
IBAN IT13U0558403236000000000800
beneficiario: ALPES ITALIA SRL
e-mail: abbonamenti@gazzettaambiente.it
Tel. Fax 06.39738315

Finito di stampare nel mese di aprile 2017 da

Tipolitografia Petrucci Corrado & C. s.n.c.
via Venturelli, 7
Zona industriale Regnano 06012 Città di Castello (PG)
su **Carta ecologica** realizzata con materia prima (cellulosa)
ottenuta da foreste rinnovabili

Reg. Trib. N. 286 del 27 giugno 1994
(ai sensi della Decisione della Corte d'Appello di Roma,
I Sez. Civile del 10 febbraio 1999)

Convenzioni di collaborazione scientifica con:



Direzione regionale Ambiente e Sistemi naturali



Università Taras Shevchenko-Kiev



turismo e territorio



avvocati associati

Biodiversità e Conservazione

Migrazione e dispersione nel mondo animale e vegetale

La migrazione: una strategia di sopravvivenza.....	7
<i>di Alessandro Montemaggiore</i>	
La dispersione nelle piante: antropomorfismo e teoria della colonizzazione di nuovi siti	25
<i>di Giuliano Fanelli</i>	
Grandi spostamenti per piccoli viaggiatori	37
<i>di Emanuela Peria, Alberto Zilli</i>	
Le migrazioni nei pesci d'acqua dolce	55
<i>di Mario Cappelli</i>	
Dispersione e migrazione in anfibi e rettili.....	65
<i>di Leonardo Vignoli</i>	
Scheda 1: Così simili così diversi: la fedeltà al sito in anfibi e rettili	
<i>di L.V.</i>	68
Scheda 2: Come studiare la dispersione nei rettili di piccole dimensioni e negli anfibi	
<i>di L.V.</i>	70
Scheda 3: Quando la dispersione diventa una minaccia	
<i>di L.V.</i>	72
Le migrazioni dei rapaci: tra nuove tecnologie e strumenti di conservazione.	77
<i>di Michele Panuccio, Luca Moiana</i>	
Le migrazioni dei chiroterri europei	87
<i>di Vincenzo Ferri</i>	
Il <i>dispersal</i> , la molla ecologica per la ricolonizzazione del lupo	97
<i>di Luciana Carotenuto, Luigi Molinari</i>	
La dispersione e il futuro dell'orso bruno marsicano (<i>Ursus arctos marsicanus</i>)	111
<i>di Emanuela Peria, Luciana Carotenuto</i>	
I viaggi dei giganti	125
<i>di Luca Marini</i>	
Scheda 1: Balene con e senza denti: qualche informazione in più per orientarsi nel mare dei cetacei	
<i>di L.M.</i>	134
In perenne movimento: uomini e ambienti	135
<i>di Ilaria Mazzini, Raffaele Sardella</i>	
Una panoramica su specie migratrici e invasioni biologiche	141
<i>di Riccardo Scalera</i>	

La migrazione: una strategia di sopravvivenza

di Alessandro Montemaggiori

Ornitologo, PhD Candidate, La Sapienza Università di Roma

Verso la fine di luglio i cieli italiani si fanno più silenziosi e più vuoti.

Le grida stridule che accompagnavano le straordinarie piroette dei rondoni infatti non ci sono più, e bisognerà aspettare almeno otto mesi prima di riascoltarle ancora.

Il rondone comune è un uccello nero di medie dimensioni che nidifica nelle nostre città allietandole con i tipici garriti striduli che nell'immaginario collettivo siamo ormai abituati ad associare all'estate, al caldo e al sole. Non ha nulla a che vedere con la rondine (**Fig. 1**), più legata agli ambienti rurali e alle stalle dove costruisce i tipici nidi di fango, e nemmeno con il balestruccio (**Fig. 2**), anch'esso frequente in città, ma più piccolo e caratterizzato da una vistosa macchia bianca sul groppone. Il rondone è altro, è un missile che sfreccia nel cielo alla ricerca del plancton aereo, un insieme di moscerini, formiche alate ed altri piccoli insetti che costituiscono la sua dieta esclusiva.

Ali a falce, lunghe e strette, coda corta ed un profilo che è la quintessenza dell'aerodinamicità; questa specie non mangia soltanto in volo, ma dorme in volo, si accoppia in volo, vive in volo. Soltanto nel periodo riproduttivo è costretto a toccare terra, infilandosi sotto le tegole dei tetti, dentro i cassoni delle tapparelle, nei buchi dei muri o sulle pareti di roccia per deporre e covare le uova. E lo fa in Europa, a migliaia di chilometri dai luoghi dove ha passato l'inverno, volando senza sosta per i primi due anni di vita.

Alcuni numeri

Ogni primavera dieci milioni di rondoni attraversano i nostri cieli per spostarsi dalla regione del fiume Congo fino in Scandinavia, e non sono soli. Ad essi si aggiungono 38 milioni di rondini, 15 milioni di usignoli, 600.000 upupe (**Fig. 3**), 16 milioni di balie nere (**Fig. 4**): un esercito di uccelli che ci vola sopra la testa da marzo a fine maggio, per poi ritornare in Africa in autunno.

Si stimano in 2,1 miliardi i piccoli uccelli (Passeriformi e affini) che attraversano il Mar Mediterraneo per spostarsi da un continente ad un altro due volte l'anno. A questi vanno aggiunti tutti i grandi veleggiatori, come cicogne, aquile, avvoltoi, falchi, e gli uccelli acquatici, molti dei quali passano addirittura da un emisfero all'altro, a volte da un polo all'altro del pianeta.

Gli uccelli migratori, che attraversano montagne, deserti ed oceani per spostarsi dalle aree di nidificazione a quelle di svernamento e vice-versa, in ambienti e situazioni ecologiche totalmente differenti, sono indicativamente 50 miliardi, ed appartengono a molte migliaia di specie. Nella sola Eurasia sono circa 200 le specie che si trasferiscono nel continente africano per svernare. Il numero di individui che si stima intraprendere questo viaggio è dell'ordine dei cinque miliardi. Ma non ci sono solo i viaggi tra continenti diversi. L'Africa ad esempio è sede di imponenti spostamenti: dei circa 70 miliardi di individui appartenenti a 1.850 specie che vi vivono, almeno dieci miliardi di uccelli si muovono attraverso il continente.



Figura 1.
Individuo di rondine
(*Hirundo rustica*).
(Foto di Stefano Laurenti).



È la migrazione, uno dei più straordinari e affascinanti fenomeni del mondo animale! E non sono soltanto gli uccelli a migrare. Migrano infatti le balene, le farfalle, le anguille, gli gnu, i pipistrelli, i tonni, i bisonti, le tartarughe e, ovviamente, l'uomo.

Una risposta comportamentale al mutare delle condizioni ambientali

Dal punto di vista strettamente ecologico per migrazione si intendono gli spostamenti da un luogo ad un altro, differente, che gli animali compiono in modo periodico

**Figura 2.**

Una suggestiva immagine di esemplari di balestruccio (*Delichon urbicum*).
(Foto di Bruno Santucci).

e regolare, solitamente stagionale, lungo rotte il più delle volte ben definite. Spesso le distanze tra un'area ed un'altra sono enormi, ma il luogo di partenza e quello di arrivo sono sempre gli stessi. Diverso è invece il concetto di dispersione che consiste nello spostamento degli individui all'interno del proprio areale di distribuzione, dovuto a motivi che spesso sono gli stessi che determinano la migrazione ma che non prevedono la periodicità e la pendolarità.

Il comportamento migratorio è uno degli *escamotage* più brillanti e spettacolari che la natura ha escogitato per garantire la sopravvivenza anche in habitat dove le risorse

se come il cibo, l'acqua o le aree per riprodursi sono disponibili soltanto in determinati periodi dell'anno.

La migrazione è declinabile per distanze, orari, quote, profondità (nel caso di specie acquatiche), strategie di attraversamento delle barriere ecologiche, adattamenti fisiologici, eccetera.

Molte specie compiono semplici migrazioni verticali, ovvero si spostano di quota a seconda della stagione. Il merlo acquaiolo o il martin pescatore sono costretti ad abbandonare le sorgenti dei ruscelli di alta montagna in inverno, quando le temperature e il ghiaccio impediscono loro la sopravvivenza e la ricerca del cibo, per spostarsi più in basso, dove l'acqua scorre liberamente. Lo stesso accade ai camosci o ad altre specie alpine, quando la coltre di neve è talmente spessa da impedire loro di raggiungere l'erba di cui si nutrono sulle cime dei monti.

Le sterne codalunga invece nidificano al Polo Nord e svernano in quello opposto, percorrendo 70.000 km l'anno. Sebbene la schiera degli uccelli migratori sia ben nutrita, nessuno si avvicina lontanamente alle *performance* di questo piccolo uccello di appena 100 grammi, che nell'arco della vita – in media 29 anni – riesce a macinare un percorso pari a tre volte il viaggio di andata e ritorno per la Luna.

A volte è il freddo a determinare il calendario della migrazione, altre volte la pioggia. Ogni anno, intorno al mese di maggio, 1,5 milioni di gnu si mettono in marcia dalla Tanzania al Kenya, alla ricerca di nuovi pascoli che germogliano al seguito delle precipitazioni, dando vita a uno spettacolo di proporzioni gigantesche. Il viaggio intrapreso da questi grandi erbivori si prolunga per 3.000 chilometri, e prevede l'attraversamento di grandi fiumi.

Ci sono migratori corti, che coprono distanze brevi e migratori lunghi, che invece attraversano i continenti; migratori parziali, che possono scegliere se migrare o no a

Figura 3.

Esemplare di upupa
(*Upupa epops*).

(Foto di Alessandro
Montemaggiori).



seconda delle condizioni ambientali, e migratori obbligati che, cascasse il mondo, partono quel determinato giorno a prescindere da qualunque altra cosa. Alcune specie preferiscono lunghe tirate senza soste fino all'arrivo e altre invece prediligono piccoli spostamenti alternati a numerose soste; alcuni migratori sono notturni, altri preferiscono la luce del sole. E ci sono anche specie che migrano solo da adulti, altre solo da giovani, solo se maschi o solo se femmine. Insomma un mondo di modi differenti di interpretare il viaggio.

I rischi della migrazione

I viaggi che gli animali intraprendono per spostarsi da un territorio ad un altro non sono scevri da pericoli. Per alcune specie la migrazione è una delle principali cause di mortalità. Nella rondine fino al 90% della popolazione può perire durante il lungo viaggio che porta dalla Nigeria fino ad una stalla piemontese, considerato anche il fatto che bisogna attraversare il deserto del Sahara e il Mar Mediterraneo. I coccodrilli del Nilo mettono fine al viaggio di migliaia di ungulati africani durante il drammatico guado dei fiumi, mentre i giovani caribù sono la preda principale dei branchi di lupi che seguono le mandrie in movimento. Spostarsi è faticoso, a volte faticosissimo! Le oche indiane sono costrette a volare sopra le cime himalayane per passare dalle pianure dell'Asia centrale alle aree umide indiane, a 9.000 metri di quota e in condizioni estreme: pochissimo ossigeno e freddo polare. I salmoni risalgono i fiumi dove sono nati per andare a deporre le uova passando dal mare all'acqua dolce, con tutte le conseguenze che questo comporta a livello fisiologico e cellulare. I pinguini imperatore intraprendono una marcia lunga giorni, ad una temperatura di 40 gradi sottozero, per raggiungere una zona della banchisa relativamente protetta dai venti dominanti che battono in permanenza la regione, futura alcova per le coppie e *nursery* per la prole.

E se non bastassero i pericoli naturali ci si mette anche l'uomo: bracconaggio, elettrodotti, bonifica delle aree umide, inquinamento, distruzione dell'habitat, disturbo nelle aree di sosta... Ma perché un animale è disposto a sopportare tutto ciò?

Lo scopo finale di un comportamento complesso come quello migratorio è quello di massimizzare il successo riproduttivo individuale, ovvero riuscire a produrre più prole possibile nel corso della vita: una regola basilare di tutto il processo evolutivo animale. Spostarsi in territori dove si trova più cibo, più disponibilità di territori dove riprodursi, minor competizione, minor numero di predatori o parassiti, più ore di luce, ecc., evidentemente sono vantaggi che contribuiscono all'incremento del successo riproduttivo, e dunque la migrazione è un comportamento favorito dalla selezione naturale.



Figura 4.

Balia nera

(*Ficedula hypoleuca*).

(Foto di Stefano Laurenti).



Figura 5.
Capinera maschio
(*Sylvia atricapilla*).
(Foto di Bruno Santucci).

Genetica e capacità di apprendimento

Proprio perché modellato dalla selezione naturale il comportamento migratorio è trasmesso, per la maggior parte delle specie, per via genetica e la prole lo acquisisce secondo le proporzioni enunciate nelle leggi di Mendel, quelle che regolano l'ereditarietà dei caratteri parentali.

Nelle capinere (**Fig. 5**) e in tutti i Passeriformi europei che svernano a sud del Sahara, la direzione di volo e la durata del comportamento migratorio, che determina la lunghezza del viaggio, vengono trasmessi dai genitori ai figli. Per alcune specie invece la componente sociale è particolarmente importante come avviene nella cicogna bianca, dove i giovani apprendono le rotte di viaggio seguendo gli animali adulti, solitamente i genitori.

In entrambi i casi il rischio è sempre presente. Alcune specie, soprattutto gli uccelli migratori a lungo raggio, a causa del cambiamento climatico e del sempre più anticipato arrivo della primavera nei territori riproduttivi, non riescono ad allineare il loro comportamento alle alterazioni dell'habitat. Le balie nere olandesi sono diminuite del 90% dal 1987 al 2003 perché arrivavano nelle zone riproduttive troppo tardi rispetto al picco della disponibilità di larve con cui nutrono i pulcini. Le cicogne bianche nordafricane e medio-orientali invece hanno imparato a cibarsi dell'immondizia che si trova nelle discariche nei pressi dei nidi, disponibile per tutto l'anno, inverno

compreso. Per questo motivo non migrano più, ed i loro piccoli, rimanendo con i genitori, hanno perduto il comportamento migratorio. Questo è sicuramente vantaggioso in termini di sopravvivenza nel breve periodo, ma può rivelarsi un boomerang nel momento in cui le discariche verranno chiuse.

Bussole naturali e mappe chimiche

Per orientarsi durante il viaggio ci sono diversi sistemi. I salmoni, le anguille e persino i piccioni utilizzano le caratteristiche molecolari dell'acqua o dell'aria per orientarsi 'a naso', riconoscendo l'"odore" delle aree dove sono nati per farci ritorno, alcuni ogni anno, altri, come i salmoni, una volta soltanto per deporre le uova e poi morire. Negli uccelli una 'bussola' interna unita ad un orologio biologico permettono di mantenere la rotta orientandosi con la posizione del sole o con la volta celeste durante la notte. Anche la luce polarizzata viene utilizzata durante i lunghi viaggi.

E se il cielo è nuvoloso? Gli uccelli sono in grado di utilizzare il campo magnetico terrestre, che varia a seconda della latitudine. Molte specie utilizzano mappe visuali, memorizzando durante il viaggio elementi caratteristici del paesaggio come le catene montuose, i fiumi e la linea di costa.

I migratori marini si orientano con le correnti, mentre le farfalle monarca, grandi lepidotteri (dimensioni fino a 10 cm), con le ali arancioni rigate di nero a macchie bianche, che viaggiano per 3.000 chilometri dalle Montagne Rocciose canadesi fino ai boschi montani del Messico, utilizzano una navigazione di tipo 'vettoriale'. Non sono cioè in grado di stabilire la loro posizione geografica rispetto al punto di arrivo, come fanno ad esempio gli uccelli, ma sembra che utilizzino solo una sorta di 'bussola' interna, geneticamente programmata, che indica loro la direzione da seguire. La base chimica di questa bussola risiede nell'utilizzo di due proteine che lavorano in parallelo: la prima recepisce la luce solare, mentre la seconda mantiene in funzione un orologio biologico. È quest'ultima a compensare l'assenza di luce permettendo alle farfalle di continuare il loro viaggio anche senza sole, senza mai perdersi per strada. In pratica navigano a vista, come facevano gli antichi marinai quando si avventuravano in acque sconosciute. E se un evento ostile causa la deviazione dalla loro rotta, le monarca integrano la strategia vettoriale con una sensibilità ereditaria ad alcune caratteristiche topografiche come le linee di costa, e meteorologiche come la prevalenza di alcuni venti. Quando poi sono prossime alla meta potrebbero intervenire anche stimoli di natura olfattiva a guidare gli insetti fino all'arrivo. Il recente sequenziamento completo del genoma delle farfalle monarca ha rilevato ampie sequenze per l'espressione di specifici recettori olfattivi, che potrebbero essere associati con la migrazione.

Plasticità del comportamento migratorio

Le rotte seguite dai migratori per spostarsi da un posto all'altro sono il risultato di aggiustamenti sempre più fini occorsi nel corso delle generazioni per ottimizzare il viaggio in termini di velocità, efficienza e minor rischio possibile. Tuttavia non si deve pensare alle rotte come a solchi antichissimi incisi sulla pietra. L'ambiente infatti muta in continuazione, a volte molto rapidamente, e conseguentemente le rotte di migrazione devono tener conto di questi cambiamenti.

Le capinere nidificanti nella Germania centrale hanno sempre migrato verso le regioni mediterranee per passare l'inverno, come dimostrato dai dati di ricattura di uccelli inanellati. Da una decina d'anni però una parte della popolazione ha deviato decisamente a sinistra, andando a passare l'inverno nella fredda Inghilterra. Questo fenome-

no ha incuriosito i ricercatori ed ha portato alla scoperta che il cibo offerto agli uccelli nelle migliaia di mangiatoie britanniche ha favorito gli uccelli tedeschi che si spostano ad ovest, dimezzando i chilometri di viaggio e aumentando la sopravvivenza invernale. E così in pochissimo tempo una nuova rotta, più efficiente, si è venuta a creare.

Un motore eccezionale

Gli uccelli sono tra i migratori che compiono i viaggi più lunghi. Le pittime minori detengono il record assoluto: 10.025 chilometri dalla Nuova Zelanda alla Corea del Nord, volando per una settimana senza interruzioni.

Per compiere queste performance eccezionali c'è bisogno di un corpo eccezionale, guidato da sensi eccezionali e gli uccelli hanno entrambi. Ad un certo punto avvertono che è arrivato il momento di prepararsi per il viaggio. Quando il fotoperiodo, ovvero la durata del giorno, fa scattare il meccanismo endogeno ereditato dai genitori incominciano a mangiare freneticamente, ma il cibo non viene più metabolizzato come prima bensì si trasforma in grasso, in alcuni casi fino a raddoppiare il peso dell'animale. L'apparato digerente si riduce per far spazio ai muscoli pettorali che



si gonfiano e si è pronti a partire. Man mano che volano, guidati dagli strumenti descritti precedentemente, il grasso si consuma, fornendo energia ai muscoli e molecole d'acqua all'organismo per impedire la disidratazione. Se l'accumulo di carburante e le distanze da percorrere lo permettono, si opta per voli diretti e senza soste come fanno le pittime minori, altrimenti si procede a balzi, sostando in punti precisi lungo la strada per riposare ed eventualmente recuperare energia.

Attraversamento delle barriere

Lungo la rotta di migrazione possono trovarsi molti ostacoli, i più imponenti dei quali sono di natura geografica, come le catene montuose, i deserti, gli ampi tratti di mare. Ci sono diversi modi per superare un ostacolo: aggirarlo o affrontarlo direttamente. I grandi sorvolatori come le cicogne e la maggior parte degli uccelli rapaci, sono dotati di ali molto ampie. Questi uccelli utilizzano le correnti termiche ascensionali per raggiungere quote altissime senza sforzo, come fanno gli alianti, per poi scivolare in avanti fino alla prossima termica. In questo modo basta tenere le ali spiegate, senza batterle, e il gioco è fatto: si va avanti senza fatica. C'è però un limite a questa stra-



Figura 6.

Stazione di inanellamento di Ponza-Le Forna. (Foto di Alessandro Montemaggiori).

tegia, ed è quello che le termiche non si formano sul mare o nei deserti, che rappresentano pertanto delle barriere ecologiche. Ecco perché migliaia di questi imponenti volatori si concentrano tutti insieme in veri e propri 'colli di bottiglia' geografici, come lo stretto di Gibilterra, il canale del Bosforo o lo stretto di Messina, dove il tratto di mare da attraversare è minimo, ed aggirano i deserti muovendosi al loro margine. I piccoli migratori, come la maggior parte dei Passeriformi, viaggia invece battendo le ali, stancandosi cioè molto di più, ma avendo la possibilità di attraversare qualunque ostacolo, risorse energetiche permettendo.

Il ruolo della ricerca

Lo studio della migrazione attraverso le barriere ecologiche offre l'opportunità di investigare diversi aspetti degli adattamenti che si sono evoluti nei migratori a lungo raggio per poter sostenere voli così prolungati. Per molte specie le isole possono rappresentare una possibilità unica di sosta durante l'attraversamento del mare: le numerose isole sparse nel Mediterraneo rappresentano dunque una rete ideale di stazioni di ricerca per lo studio della migrazione (**Fig. 6**).

Per indagare e analizzare gli aspetti della migrazione primaverile attraverso il Mediterraneo, considerato un'importantissima barriera ecologica tra l'Africa e il Paleartico, nel 1988 è nato un progetto di studio internazionale, ideato e coordinato in

Italia, chiamato "Progetto Piccole Isole". 800 ricercatori appartenenti a 7 Paesi diversi hanno catturato, misurato, inanelato e rilasciato fino ad oggi, tra aprile e maggio, oltre un milione di uccelli in 47 stazioni scientifiche sparse tra piccole isole e promontori costieri, per capire meglio come sia possibile che un uccello di soli 12 grammi come un pigliamosche (**Fig. 7**), sia in grado – insieme ad altre centinaia di specie – di attraversare una superficie di oltre 2,5 milioni di chilometri quadrati d'acqua salata, ampi fino a 3.900 km da Gibilterra al Bosforo e fino a 1.600 km dalle coste africane a quelle europee.

Il Mediterraneo rappresenta la seconda grande barriera eco-geografica che gli uccelli migratori che hanno svernato nell'Africa sub-sahariana si trovano di fronte durante il loro lungo viaggio primaverile di ritorno verso i quartieri riproduttivi europei. Infatti dopo il superamento del deserto del Sahara, si trovano a dover attraversare anche il Mediterraneo, che può implicare la necessità di sorvolare il mare aperto per centinaia di chilometri.

Gli scopi principali del Progetto Piccole Isole sono di descrivere le rotte migratorie e la fenologia dei movimenti stagionali delle differenti specie, con un'attenzione

Figura 7.

Pigliamosche comune

(*Muscicapa striata*).

(Foto di Emanuela Peria).



**Figura 8.**

Lui bianco
(*Phylloscopus bonelli*).
(Foto di Alessandro
Montemaggiori).

particolare ai migratori a lungo raggio, che svernano a sud del Sahara. I pattern giornalieri di spostamento sono stati un altro oggetto specifico di ricerca, al fine di chiarire quali sono le specie che utilizzano strategie di volo senza soste e chi invece utilizza voli con soste regolari. Visti inoltre i molti problemi di carattere ambientale che affliggono il fragile ecosistema delle isole mediterranee, il progetto si è posto anche lo scopo di approfondire il ruolo funzionale delle isole per i migratori anche sulla base dello studio delle condizioni fisiologiche degli uccelli che vi sostano.

Specie simili, rotte differenti

Analizzando i dati raccolti si è potuto vedere che l'attraversamento del Mediterraneo può avvenire seguendo strade differenti.

Nel caso del canapino e del lui bianco (**Fig. 8**), si osserva un'evidente concentrazione di individui lungo le coste del Mediterraneo occidentale. Poiché i territori riproduttivi di queste due specie sono ampiamente presenti anche lungo tutta la penisola ita-

liana, è chiaro che una rotta diretta attraverso il Mediterraneo centrale sarebbe risultata più breve per coprire la distanza tra i quartieri africani di svernamento e le aree di nidificazione. Tali specie tuttavia preferiscono utilizzare una strategia di spostamento che tende ad

**Figura 9.**

Averla piccola maschio
(*Lanius collurio*)
(Foto di Alessandro
Montemaggiori).



Figura 10.

Lui verde
(*Phylloscopus sibilatrix*),
Ventotene 24-04-16.
(Foto di Stefano Laurenti).

evitare i voli prolungati sul mare aperto e ciò ha contribuito a modellare una precisa rotta migratoria primaverile.

L'averla piccola (**Fig. 9**) segue una rotta SE-NO per raggiungere i quartieri primaverili di riproduzione ed è perciò particolarmente presente lungo la costa adriatica e sulle isole del Tirreno settentrionale. La sua totale assenza dalle Isole Baleari suggerisce che la specie si dirige verso i territori di nidificazione spagnoli attraverso le coste della Francia meridionale.

Voli diretti su mare aperto nel Mediterraneo centrale vengono compiuti da specie come il lui verde (**Fig. 10**), o il canapino maggiore (**Fig. 11**), migratori che invece di aggirare il mare lo attraversano direttamente, compiendo strade più brevi, sebbene più rischiose.



Figura 11.

Canapino maggiore
(*Hippolais icterina*),
Ventotene 6-10-14].
(Foto di Stefano Laurenti).



Modalità di attraversamento

Una rete di stazioni di cattura che opera in maniera standardizzata nello stesso periodo e su larga scala geografica offre sicuramente una visione approfondita della migrazione in atto. Nel caso di migratori notturni che compiono voli prolungati su ampi tratti di mare aperto, può capitare che essi si trovino ancora sull'acqua al sopraggiungere dell'alba e perciò siano costretti a continuare a volare verso nord anche durante il giorno. Isole distribuite a latitudini diverse possono essere molto utili per investigare questi voli diurni sul mare.

Analizzando gli andamenti di cattura generali su alcune delle isole del Tirreno si è trovato un ritardo progressivo nell'orario di passaggio degli individui man mano che ci si sposta verso nord: il beccafico (**Fig. 12**), e molte altre specie, nello stesso giorno arrivano a Malta alle 8:00 del mattino, a Capri alle 10:00, a Montecristo alle 11:00 e via dicendo. Questi dati suggeriscono l'esistenza di movimenti di ampi fronti di migrazione sul mare durante il giorno, e dimostrano l'opportunità unica offerta da una rete di isole per monitorare anche gli aspetti fisiologici di questi voli.

Figura 12.

Beccafico

(*Sylvia borin*).

(Foto di Stefano Laurenti).

Condizioni fisiche e strategie di accumulo delle risorse

Visto che durante la stagione primaverile prevalgono strategie di migrazione che tendono a minimizzare i tempi di percorrenza, si sarebbe potuto ipotizzare che soltanto gli uccelli esausti siano quelli che si posano sulle isole, mentre i migratori in buone condizioni continuino a volare senza soste. Tuttavia non è questa la situazione registrata in base alle notevoli differenze rilevate nelle condizioni fisiche medie, sia a livello interspecifico che intraspecifico.

Nella stessa isola, i migratori in transito sono infatti rappresentati da moltissimi uccelli che hanno ancora notevoli riserve di grasso sottocutaneo a fianco di individui senza più un filo di grasso e con i muscoli pettorali ridotti. Per ciascuna specie le condizioni fisiche medie mostrano una variabilità inter-annuale molto bassa, ovvero si mantengono costanti, e sono quindi verosimilmente correlate a strategie di viaggio specie-specifiche: a Capri i prispoloni arrivano sempre magrissimi, mentre i forapaglie hanno ancora buone riserve di grasso.

Quando si cerca di identificare i fattori che determinano queste differenze nelle riserve energetiche residue di migratori in sosta, la variabile maggiormente esplicativa è rappresentata dalla latitudine più settentrionale degli habitat preferiti dalle singole specie in Africa: le specie legate ad ambienti di foresta nei quartieri di svernamento mostrano le condizioni fisiche peggiori durante il passaggio sull'isola, mentre l'insieme delle specie che svernano in ambienti aperti presenta le condizioni fisiche migliori.

Ciò indica che i migratori transahariani scelgono (o sono costretti a farlo) di accumulare grasso negli habitat di svernamento preferiti, a prescindere dalla distanza di questi ultimi dal margine meridionale del deserto. Apparentemente nello scegliere tra l'accumulare più grasso possibile, e il ridurre al massimo le distanze da coprire, la maggior parte dei migratori opta per accumulare più grasso.

A seconda delle preferenze ambientali, anche la distanza da coprire prima di trovare una nuova possibilità di reintegrare le riserve può essere variabile. Così, il Sahara, apparentemente, non ha la stessa ampiezza per tutte le specie.

Le differenze interspecifiche osservate alla fine dell'attraversamento della barriera suggeriscono che la maggior parte dei migratori non si ferma a re-ingrassare in Nord Africa prima di affrontare il Mediterraneo, il che può essere spiegato sulla base del fatto che i tempi di migrazione sono compressi e che spesso l'ambiente non è adatto.

Soste necessarie e risorse inaspettate

Mentre i livelli di acido urico¹ plasmatico e di corticosterone², entrambi indice di stress fisiologico durante la migrazione e di intenso lavoro muscolare, risultano bassi in

¹ Uricotelismo: processo biochimico che porta alla produzione di acido urico dal metabolismo delle proteine; fra i vertebrati tipico di uccelli e alcuni rettili.

² Corticosterone: ormone steroideo coinvolto nel fenomeno della migrazione.

Figura 13.

Sterpazzola

(*Sylvia communis*).

(Foto di Alessandro Montemaggiori).



**Figura 14.**Sterpazzolino
(*Sylvia cantillans*).

(Foto di Bruno Santucci).

uccelli ancora in possesso di grasso di riserva, essi aumentano fortemente in soggetti ormai privi di depositi adiposi e con i muscoli pettorali ridotti. Ciò indica che i migratori ancora in possesso di riserve energetiche non sono stressati dai voli prolungati attraverso il mare, mentre a livelli di estremo consumo delle riserve energetiche si attivano meccanismi metabolici che portano anche all'utilizzo delle proteine rappresentate dalle masse muscolari. Le soste anche di poche ore effettuate sulle isole sono necessarie per riportare a livelli regolari i metaboliti plasmatici e l'acido lattico, aumentati enormemente durante lo sforzo fisico, e a riprendere quindi la migrazione. Nel corso di queste brevi soste è stato anche descritto per la prima volta un regolare sfruttamento di nettare presente nei fiori che crescono sulle le isole da parte di diverse specie di migratori a lungo raggio. I Silvidi che attraversano il Mediterraneo, come le sterpazzole (**Fig. 13**), le sterpazzoline (**Fig. 14**) e le capinere se ne nutrono attivamente ed indipendentemente dalle proprie condizioni fisiche, preferendolo nettamente anche ad alimenti altrimenti appetiti, quali gli insetti che costituiscono una fonte di proteine. La ragione di questa scelta è verosimilmente legata alla facile reperibilità ed alla rapidità di assorbimento delle sostanze zuccherine contenute nel nettare da parte di uccelli che sono stati impegnati in voli prolungati attraverso il mare e nel corso dei quali sono andati incontro ad una riduzione del tratto intestinale, fattore che rende più complessi e lenti sia la digestione che l'assorbimento di proteine. Questi risultati testimoniano ulteriormente l'importanza delle isole mediterranee per i moltissimi migratori che vi sostano anche solo brevemente, ma per i quali tali soste sono di vitale importanza per ristabilire condizioni fisiologiche che consentano loro di proseguire il viaggio verso i siti riproduttivi.

Migrazione differenziale

Un'altra caratteristica peculiare di questi viaggi attraverso il Mare Nostrum è la migrazione differenziale dei due sessi e delle classi di età, come avviene in molte specie di migratori neotropicali³.

3 Neotropicale: regione zoogeografica che comprende l'America meridionale e centrale.

Analizzando un campione molto ampio di dati riguardanti diverse specie di migratori intra-paleartici⁴ e transahariani inanellati sulle isole del Mediterraneo centrale si è scoperto che i maschi transitano prima delle femmine in nove specie su dieci, a prescindere dalla differente localizzazione geografica dei quartieri di svernamento in Africa.

Anche l'età influisce sul calendario della migrazione: gli adulti di entrambi i sessi passano prima dei giovani nel 70% delle specie.

Inoltre lo scarto temporale registrato rispetto le date di arrivo nei territori riproduttivi dei due sessi e delle diverse classi di età nei migratori medio-lunghi, è già evidente durante la migrazione primaverile, a stadi diversi dell'attraversamento delle barriere.

Le femmine sono avvantaggiate nel raggiungere le aree di nidificazione quando i territori dei maschi siano già definiti. Inoltre, come avviene per i maschi, anche tra queste ultime esiste competizione per chi arriva prima. In questo modo è infatti possibile scegliere i compagni e i territori migliori al fine di ottenere i migliori risultati riproduttivi.

I maschi adulti, più esperti, sono inoltre dominanti sui maschi giovani che si riproducono per la prima volta; ciò sembra spiegare e favorire l'arrivo tardivo di questi ultimi, in maniera tale da ridurre lo spreco di tempo ed energie in comportamenti antagonisti con gli adulti, che, nel frattempo, hanno già preso possesso del loro territorio.

Le condizioni fisiche tra i sessi durante il passaggio sulle isole sono simili: maschi e femmine hanno identiche riserve di grasso residuo. Le loro condizioni decisamente migliori all'arrivo nei quartieri riproduttivi evidenziano che questi uccelli accumulano nuove riserve dopo l'attraversamento del Mediterraneo.

Messi tutti insieme, questi risultati suggeriscono che la migrazione differenziale primaverile ha origine già nelle aree di ingrassamento dell'Africa sub-sahariana, forse per ridurre la competizione alimentare intraspecifica.

La conservazione dei migratori

Gli animali migratori sono una componente fondamentale della biodiversità globale. Senza di loro il mondo sarebbe molto diverso da come lo conosciamo oggi, e sicuramente più povero in termini di specie, servizi ecosistemici, complessità comportamentale e bellezza. Proteggere gli animali migratori è però molto complesso, in quanto è necessario concordare strategie condivise con molti Paesi diversi, talvolta in continenti differenti.

Gli Stati hanno stilato un gran numero di Convenzioni internazionali, Direttive europee e rispettive leggi di recepimento, che prendono in considerazione la conservazione e la gestione delle specie migratrici e che contengono precisi impegni sottoscritti anche dal nostro Paese.

Le due principali Direttive comunitarie per la conservazione della biodiversità nel territorio della Comunità europea sono la Direttiva "Uccelli" e la Direttiva "Habitat". La prima – Direttiva 2009/147/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici (GU delle Comunità europee L. 20 del 26/1/2010) – mira a preservare tutti gli uccelli selvatici nell'Unione europea fissando regole per la loro protezione, gestione e controllo. Si applica agli uccelli, alle uova, ai nidi e agli habitat.

⁴ Paleartico: regione zoogeografica che include l'Europa, l'Asia a nord dell'Himalaya, l'Africa settentrionale e la zona nord e centrale della penisola arabica.

La seconda – Direttiva 92/43/CEE, del Consiglio del 21/5/1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (GU delle Comunità europee L. 206 del 22/7/1992) – mira a contribuire alla conservazione della biodiversità negli Stati membri definendo un quadro comune per la conservazione degli habitat, delle piante e degli animali di interesse comunitario.

L'elenco delle Convenzioni internazionali sottoscritte a tutela delle specie migratrici è invece molto più lungo:

- **Convenzione di Parigi.** Convenzione per la protezione degli uccelli adottata a Parigi il 18/10/1950, entrata in vigore il 17/01/1963 (Racc. 75/66/CCE del 20/12/1974, GUCE 28 gennaio 1975 n. 21). Recepita con Legge di ratifica del 24/11/1978, n. 812, la Legge 11/2/1992, n. 157 "*Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio*" costituisce attuazione della Convenzione di Parigi (art.1 comma 4).
- **Convenzione di Ramsar.** Convenzione sulle zone umide di importanza internazionale, in particolare quali habitat degli uccelli acquatici. Stipulata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971 è stata recepita in Italia con D.P.R. 13/3/1976, n. 448 e D.P.R. 11/2/1987, n. 184 "Esecuzione del protocollo di emendamento della convenzione internazionale di Ramsar del 02 /02/1971 sulle zone umide di importanza internazionale adottato a Parigi il 03/12/1982".
- **Convenzione di Berna.** Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e l'ambiente naturale in Europa del 19/09/1979, recepita in Italia con Legge di ratifica del 05/08/1981, n. 503; legge collegata L. 157/92. Emendamenti agli allegati I, II e III della Convenzione, approvati dal Comitato Permanente il 05/12/1997, entrati in vigore in Italia il 06/03/1998.
- **Convenzione di Bonn.** Convenzione internazionale per la tutela delle specie migratorie (CMS) del 23/06/1979, recepita in Italia con Legge di ratifica 25/01/1983, n. 42 (Supp. Ord. G.U. 18/02/1983, n. 48). La Convenzione prevede tra l'altro l'adesione ad una serie di "Accordi" per la conservazione e la gestione delle specie migratrici e quelli firmati dal nostro Paese sono:
 - **AWEA** (African-Eurasian Waterbirds Agreement). Accordo sulla Conservazione delle Specie Migratrici di Animali Selvatici: riguarda un grande numero di specie di uccelli acquatici migratrici per la cui conservazione è necessaria l'attivazione di azioni concertate fra gli Stati che ospitano popolazioni nidificanti, quelli che ospitano le specie durante le migrazioni e gli Stati che ospitano le popolazioni svernanti in Africa. L'Italia ha formalmente aderito con la Legge di ratifica n. 66 del 6/2/2006.
 - **EUROBATS** (Agreement on the Conservation of Bats in Europe). Accordo sulla conservazione dei pipistrelli in Europa: ha come obiettivo quello di ridurre i rischi per la conservazione di 37 specie europee di pipistrelli, derivanti dal degrado e dal disturbo dei siti di popolamento. L'Italia ha ratificato l'accordo con L. del 27/5/2005, n. 104 (GU n. 138 del 16/6/2005). Adesione della Repubblica italiana all'Accordo sulla conservazione delle popolazioni di pipistrelli europei (EUROBATS), con emendamenti, fatto a Londra il 4/12/1991.
 - **ACCOBAMS** (Agreement on the Conservation of Cetaceans In the Black Sea, Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area). Accordo per la conservazione dei cetacei nel Mediterraneo, nel Mar Nero e nelle contigue aree atlantiche: prevede da parte di ogni firmatario un impegno a livello normativo,

socio-economico nonché scientifico, per l'eliminazione o la riduzione significativa degli effetti delle attività antropiche sulla sopravvivenza dei cetacei in questi mari. ACCOBAMS è stato firmato da quasi tutti i Paesi del Mediterraneo ed è stato successivamente ratificato da dieci Paesi.

La convenzione di Bonn prevede inoltre la firma di particolari impegni denominati "*Memorandum of Understanding* (MoU)", da parte dei vari stati. ad esempio il 10/9/1994 è stato prodotto un apposito MoU per il Chiurtottello (*Numenius tenuirostris*), una specie in forte declino, con una popolazione stimata in meno di 50 individui, la cui ecologia rimane poco conosciuta, sottoscritto da numerosi Paesi inclusi nella lista dei cosiddetti "*Range States*", tra cui l'Italia (firma del 18/4/2000).

Infine, vista la rilevanza del Mar Mediterraneo e delle sue isole per la fauna migratoria, si ricorda la

- **Convenzione di Barcellona**, per la protezione del Mar Mediterraneo dalle azioni di inquinamento del 16/02/1976 ed emendata a Barcellona il 10/06/1995 con il nuovo titolo: *Convenzione per la protezione dell'ambiente marino e della regione costiera del Mediterraneo*. Recepita in Italia con Legge di ratifica 25/01/1979, n.30; L. 979/82; L. 349/86; L. 394/91; L. 27/05/1999, n. 175. Con queste leggi l'Italia ha ratificato e dato esecuzione agli Atti della Convenzione per la protezione del Mar Mediterraneo dall'inquinamento, con relativi protocolli, fra cui il nuovo Protocollo riguardante le aree particolarmente protette e la diversità biologica nel Mediterraneo.

In particolare il *Mediterranean Action Plan*, provvede a garantire la qualità ambientale del Mediterraneo con il protocollo *Specially Protected Areas of Mediterranean Importance* – SPAMIs che prevede di includere determinate zone marine e costiere fra le "Aree Specialmente Protette" ed individua i criteri necessari ad includerle, mentre la MedSPA (*Specially Protected Areas and Biological Diversity in Mediterranean*) provvede alla protezione delle specie minacciate di estinzione e della conservazione degli habitat. Il Focal Point MedSPA ha sede a Tunisi.

I nostri rondoni sono ora in Africa equatoriale, e staranno sorvolando deserti, giungle e savane. Tra qualche mese ritorneranno a cucire le nuvole dei nostri cieli. Guardateli, ascoltateli e pensate a quanto la Natura possa essere straordinaria!

Lettere consigliate

- Berthold, P. 2015. *La migrazione degli uccelli. Genetica, evoluzione, comportamento, ecologia* - Traduzione di Clemente Manenti. Bollati e Boringhieri Editore, Collana «Saggi Scienze». 387 pp.
- Bulgarini F., Fraticelli F. e A. Montemaggiori. 2015. *Viaggiatori straordinari: storie di animali e migrazioni*. Orme Editori. 158 pp.
- Dingle, H. 2014. *Migration. The Biology of Life on the Move*. 2nd edition. Oxford University Press. 336 pp.
- Montemaggiori A. e F. Spina. 2002. Il Progetto Piccole Isole (PPI): uno studio su ampia scala della migrazione primaverile attraverso il Mediterraneo. In Brichetti P. e Gariboldi A. 2002. *Manuale di ornitologia. Volume 3*. Edagricole, Bologna: 330 pp.