

Le fatiche di un lungo volo...

Quanto incidono i parametri energetici sulla migrazione?

OSVALDO NEGRA

Museo Tridentino di Scienze Naturali



Fig.1 – Tutte le specie che si nutrono del cosiddetto *plancton* aereo (piccoli insetti catturati in aria), come rondini, rondini e balestrucci (qui un gruppo di rondini comuni, *Apus apus*, in fase di aggregazione premigratoria) godono della non trascurabile opportunità di potersi alimentare *en route*, cioè durante i voli di trasferimento (foto: O. Negra).

Per apprezzare appieno l'entità dei costi energetici della migrazione, e conseguentemente dei condizionamenti operati sulla stessa dall'accumulo delle sostanze di riserva, può essere utile guardare allo spostamento migratorio come ad un fenomeno fisico in cui l'animale, per muoversi in volo rispetto alla superficie terrestre, deve sviluppare un sistema di forze che gli permettano di opporsi alla sua stessa forza-peso e di generare una spinta verso l'alto (*lift*) e che al contempo, per consentirgli l'avanzamento nella massa d'aria (*thrust*) ed un moto relativo rispetto al suolo, vincano l'attrito del mezzo fluido in cui si muove (*drag*) e l'ulteriore effetto frenante eventualmente esercitato dal vento contrario.

Da un tale approccio di tipo aerodinamico il volo battuto risulta essere il sistema di locomozione in assoluto più dispendioso in termini di energia spesa per unità di tempo, ma garantisce un primato in fatto di velocità di spostamento, il che contrae notevolmente, rendendoli vantaggiosi, i costi per unità di distanza coperta.

Già trent'anni fa, uno studioso di dinamica del volo aviario, C. J. Pennycuik, aveva combinato queste variabili in un modello ad elevato valore predittivo grazie a cui pare possibile arrivare ad una stima plausibile dei tempi di volo permessi e delle distanze consentite in funzione degli accumuli lipidici espressi come percentuali del peso complessivo.

Secondo il modello, in generale si denota una contrazione dei tempi massimi di volo concessi da un dato valore di grasso al crescere del peso dell'uccello, mentre la tendenza contraria si riscontra con apparente paradosso per le massime distanze possibili: si ha cioè che i migratori di grossa taglia non sono in grado di mantenersi in volo tanto a lungo quanto quelli di minori dimensioni a parità di accumuli percentuali (nonché di dotarsi accumuli massimi paragonabili a quelli delle specie piccole senza derivarne insostenibili carichi alari e conseguenti problemi di portanza), ma in virtù di velocità di volo mediamente più elevate riescono a coprire distanze maggiori prima dell'esaurimento delle riserve energetiche. Al di là di un tale variabilità in funzione della massa corporea, emerge comunque che riserve lipidiche del 10% consentirebbero autonomie di volo fra le 10 e le 20 ore in assenza di vento (sufficienti a coprire distanze fra i 500 e i 750 km), mentre migratori con accumuli pari al 50% sono in grado di volare per tempi compresi fra i 3 ed i 4 giorni (percorrendo dai 3000 ai 4000 km *non-stop*).

Risulta al contempo evidente la possibilità di prolungare i tempi di volo di un ammontare tra 1/4 ed 1/3 per riduzione della velocità di migrazione ad un valore che minimizza i costi per unità di tempo: questo, ovviamente, ha un riflesso negativo sulle distanze percorse, ma può rappresentare una soluzione vincente nel caso (quale quello di un migratore sorpreso da condizioni meteorologiche avverse al di sopra di superfici marine o desertiche che non consentano l'atterraggio) sussista l'esigenza di permanere in volo in una situazione critica.

E' possibile inoltre stimare, in termini di variazioni percentuali del peso iniziale, la riduzione ponderale dovuta alla consumazione dei lipidi, che oscilla tra lo 0,7 % del peso per ora di volo per i Passeriformi di piccola taglia e l'1-1,5 % per uccelli attorno o sopra i 500 g di peso; ovviamente il calo di peso si risolve con effetto autocatalitico in una progressiva riduzione dei costi di volo, ma ha però un evidente limite nella necessità di ripristino delle riserve.

Per converso l'accumulo di depositi lipidici si accompagna con un aumento della forza-peso cui opporsi per mantenersi in volo, nonché con un incremento dell'attrito nel mezzo; entrambi que-

sti fattori contribuiscono congiuntamente ad elevare i costi di volo e le prestazioni richieste alla muscolatura alare.

Aumento di carico alare ed attrito vengono quindi a definire un limite superiore alla deposizione di grasso migratorio che è proporzionalmente più basso (e lascia pertanto meno ampi margini di accumulo) nel caso di uccelli di grossa taglia, per i quali non a caso percentuali lipidiche attorno al 50% non vengono mai registrate.

Anche senza arrivare alle situazioni limite, è comunque inevitabile che il deposito di risorse energetiche si risolva in una riduzione dell'economia di volo, in quanto parte del dispendio energetico è assorbito dal loro stesso trasporto: volare con il 35 % in peso di lipidi richiede il doppio di energia che senza riserve, e con accumuli del 50% l'*input* necessario risulta addirittura triplicato.

L'unico controbilanciamento al progressivo incremento del tasso di costo relativo al trasporto delle riserve stesse può stare in un loro contenimento: i costi di percorso relativi alla distanza copribile in un unico volo con un accumulo lipidico del 50% potrebbero essere ridotti del 40% se la stessa distanza venisse coperta a tappe multiple concesse da depositi del 10 % .

L'ergonomia del viaggio si può perseguire cioè esclusivamente contraendo il fabbisogno energetico delle fasi *non-stop* di volo, ossia la loro estensione, ma la strategia di economizzare contenendo l'ampiezza delle tappe non si presta all'attraversamento di barriere ecologiche prive di opportunità di ripristino.

Anche in condizioni normali al migratore è inoltre richiesta un'abilità nel localizzare di volta in volta i siti di alimentazione che, pur potendo avvalersi dell'esperienza, può comunque risolversi in un maggior dispendio di tempo o nell'esposizione a rischi di vario genere, soprattutto predatori.

L'entità di un accumulo energetico, anche al di sopra di aree non necessariamente inospitali, sarà conseguentemente regolata dal compromesso tra l'esigenza di minimizzare i costi di volo evitando una massiccia incidenza di quelli deputati al trasporto stesso delle fonti di energia e quella di ridurre al minimo gli svantaggi-extra connessi con il loro ripristino.

Perlomeno in linea teorica, sembrerebbe che dotarsi dei più considerevoli accumuli lipidici consenta al migratore la copertura di distanze che permetterebbero il superamento senza tappe dei più ampi ostacoli ecologici del pianeta, ma il riscontro sperimentale è un po' diverso, ed inoltre, ultimamente, viene riconosciuto un crescente ruolo di forte fattore limitante ad un altro fenomeno comunque connesso con le modificazioni metaboliche indotte dal volo migratorio, ovvero all'impoverimento idrico del corpo del migrante.

Mantenere uno stato di volo battuto comporta, alla lunga, un aumento dei tassi metabolici che si risolve in un'elevazione della temperatura corporea (*ipertermia fisiologica*) tanto più manifesta quanto più alta è quella ambientale, che, seppur talora funzionale ad una maggior efficienza del lavoro muscolare, richiede comunque di essere controllata. Il calore in eccesso, disperso in parte anche per convezione (in quantità proporzionalmente inversa alla temperatura esterna) e per irraggiamento, viene dissipato in considerevole percentuale per evaporazione, che avviene principalmente attraverso la cute, ed in minor misura per allontanamento di vapore acqueo dal tratto respiratorio con l'espiazione.

Già la perdita di liquidi dovuta alla sola respirazione eccede di per sé, a temperatura ambiente, la possibilità di ripristino per produzione endogena (acqua metabolica), cosicché il bilancio idrico del migrante risulta nel complesso ancor più nettamente in passivo (d'altro canto non sono stati finora riscontrati nei migratori meccanismi

etofisiologici addizionali, rispetto agli stanziali, per l'accumulo o la conservazione dell'acqua).

Il contenimento del problema idrico per i migratori poteva quindi avvenire, e così in realtà sembra sia, esclusivamente ad opera di soluzioni finalizzate alla riduzione del suo dispendio.

Tra queste, in virtù della proporzionalità diretta che lega l'evaporazione alla temperatura esterna e della proporzionalità inversa che la relaciona all'umidità ambientale relativa, si colloca innanzitutto la "migrazione notturna", cioè una limitazione dell'attività migratoria alle sole ore di buio, dal tramonto all'alba.

Alquanto diffusa tra i Passeriformi (e supportata anche da altri vantaggi, quali il numero ridotto di predatori presenti in aria nelle ore notturne, e la possibilità, o meglio esigenza, di alimentarsi durante le ore diurne), questa "pratica" pone il migrante a contatto con un ambiente ai suoi valori minimi di temperatura e massimi di umidità, contribuendo così al risparmio idrico.

Sempre nel senso di un'enfatizzazione dell'escursione termica tra migratore e mezzo aereo (e perciò di una massimizzazione della dispersione di calore per moti convettivi che riduca proporzionalmente quella per evaporazione), agisce anche la tendenza migrare a quote elevate (mediamente attorno ai 2000-3000m per i Passeriformi), che in virtù della crescente rarefazione dell'aria all'aumentare di quota determina inoltre una riduzione dell'attrito, nonché della produzione calorifica e del dispendio energetico ad esso connessi.

Fig.2 – La migrazione notturna, vantaggiosa in termini energetici e per l'opportunità che dà, ai migratori, di alimentarsi durante il giorno, li pone d'altro canto di fronte alla necessità di utilizzare reperi orientanti disponibili nelle ore di buio (foto: O. Negra, doppia esposizione).



Hanno un valore decisamente più particolaristico, ma comunque un'analogia finalità anche alcune specializzazioni comportamentali più "localizzate" quali la migrazione in stormi compatti o formazioni ordinate (in cui ciascun individuo, escluso il *leader* che si alterna, beneficia del muoversi in una "scia" aperta nel mezzo fluido dai suoi antecedenti) o il ricorso frequente all'inerzialità del volo planato praticato dai grandi veleggiatori. Sono entrambe strategie quasi del tutto assenti tra i piccoli migratori, Passeriformi in particolare, per i quali sembra invece che siano operanti dei "microadattamenti" morfologici di non vasta portata ma probabilmente in qualche modo efficaci.

Tra di essi vi sarebbero la tendenza dei migranti su lunghe distanze a possedere piumaggi meno fitti e consistenti di quelli di congeneri non migranti o migranti su brevi distanze (cfr. beccafico e capinera), non solo in conseguenza di differenze nelle condizioni climatiche dei quartieri invernali, ma anche in funzione di una più manifesta esigenza di termodispersione da parte dei primi durante il volo migratorio, o la prevalenza di toni più chiari nei migratori rispetto ai quasi stanziali (cfr. codirosso e codirosso spazzacamino) plausibilmente in risposta a minori necessità di assorbimento della radiazione solare sempre al fine di ridurre fenomeni di surriscaldamento in fase di attiva migrazione.



Fig. 3, 4, 5, 6: Migratori "corti" e "lunghi" a confronto: in alto a sinistra una capinera (*Sylvia atricapilla*) (foto tratta dal sito: <http://members-gaponline.de>), a destra un beccafico (*Sylvia borin*) (foto tratta dal sito: <http://home.hetnet.nl/~benvandenbroeck>), in basso a sinistra un codirosso spazzacamino (*Phoenicurus ochruros*), a destra un codirosso (*Phoenicurus phoenicurus*) (foto: M. Bedin).

...ed i segreti dei migratori

Strategie di accumulo e *patterns* di migrazione

OSVALDO NEGRA

Museo Tridentino di Scienze Naturali



Fig.7 – Tra gli uccelli “non piccoli”, i limicoli, (qui un cavaliere d’Italia, *Himantopus himantopus*), necessitando di aree di sosta estremamente peculiari, con distribuzione puntiforme e notevole distanza reciproca (e sempre maggior rarefazione...) devono dotarsi di riserve particolarmente cospicue (foto: M. Bedin).

Teoricamente, lo si è già detto, i massimi depositi lipidici consentirebbero ad ogni migratore uno svincolamento pressoché completo da condizionamenti ambientali connessi con il superamento delle barriere geografiche, ma le evidenze empiriche nel mondo degli Uccelli migratori tratteggiano un quadro reale molto più variegato e complesso a livello sia inter- che intraspecifico in funzione della variabilità delle priorità per il migrante.

In condizioni normali il tasso di accumulo lipidico giornaliero oscilla attorno al 3-6% del peso di base dell’animale (con punte del 10% in casi di forte disponibilità di cibo); la deposizione di riserve di grasso a fini migratori risulta così notevolmente dispendiosa in termini temporali: il raggiungimento del 25% del peso corporeo in lipidi richiede mediamente una settimana abbondante e per il 50% necessitano da tre settimane ad un mese.

Un massiccio accumulo di grasso è una garanzia, non v’è dubbio, ma abbassa svariate prestazioni di volo, tra cui capacità di accelerazione, velocità massima di crociera e velocità nel prendere quota e rapidità di manovra, accentuando la vulnerabilità alla predazione.

Dalla combinazione di queste ed altre istanze con valore più particolaristico, specifico o locale si può quindi comprendere come le modalità di deposito energetico risultino condizionate, oltre che dalla disponibilità, anche da una generica esigenza di ottimizzazione del viaggio migratorio (“*ottimizzazione è il processo di minimizzare i costi o massimizzare i benefici, oppure di ottenere il miglior compromesso possibile tra i due. L’evoluzione per selezione naturale è un processo di ottimizzazione*”).

In essa confluiranno molteplici obbiettivi ed altrettanti elementi limitanti, che si interfacceranno in un complesso *puzzle* con l’estensione delle tappe e la durata delle soste a delineare differenti strategie di migrazione (più o meno definite e plastiche, cioè in grado di assorbire l’intervento di variabili estemporanee). Una qualche forma di generalizzazione con valore sovraspecifico è possibile in riferimento all’ampiezza del volo di migrazione, operando una grossolana distinzione dei *pattern* di accumulo che ricalchi strettamente quella fondamentale dei migranti in specie “a corto” ed “a lungo” raggio.

Nei primi, definiti anche “migranti intracontinentali” e pertanto responsabili di spostamenti essenzialmente su terraferma, sia la velocità che le distanze percorse sono direttamente correlate alla consistenza delle riserve depositate che sono comunque significativamente superiori a quelle di non migranti o migranti in periodo non migratorio e si attestano attorno a valori medi dei 13-25%. I secondi vengono raccolti sotto la denominazione di “migranti intercontinentali” a sottolineare che il loro volo, nel coinvolgere più di un continente, implica il superamento delle barriere interposte; spesso fondamentalmente indistinguibili dagli altri in fase di sorvolamento delle terre emerse, quando si trovano in prossimità di suddetti ostacoli geografici come oceani e deserti (ed in misura proporzionale alla loro estensione) esibiscono ben più imponenti accumuli lipidici, che si aggirano attorno al 30-45% del peso vivo con punte fin oltre il 50%. Sembra cioè che anche i migratori “lungi”, perlomeno alcune specie, possano iniziare a migrare con riserve di grasso relativamente modeste e subiscano un incremento ponderale successivo in fase di attiva migrazione, raggiungendo i massimi livelli nel pressi delle aree da cui partono per considerevoli trasvolate senza scalo, aree che nel sistema di migrazione paleartico sono rappresentate dalle coste meridionali dell'Europa durante la migrazione autunnale e dalla fascia subsahariana e dalle regioni nordafricane affacciate sul Mediterraneo nel corso del passo primaverile.

Un'ulteriore distinzione può essere condotta su base stagionale, cioè relazionando la consistenza degli accumuli ai due distinti periodi migratori rilevabili nel ciclo biologico annuale; da questo punto di vista, la tendenza sembra quella di minimizzare i tempi di percorrenza contraendo i depositi energetici, l'estensione delle tappe ed i tempi di ripristino in primavera, in risposta all'urgenza di raggiungere i siti riproduttivi, mentre in autunno si dilaterrebbero sia accumuli e soste che *range* di volo non-stop, con un complessivo effetto di rallentamento che si risolve in un'ottimizzazione delle condizioni di volo nei confronti delle avversità ambientali.

Sembra cioè, con poche eccezioni, che maggior parte dei migratori si spostino in primavera con strategie non particolarmente *low-risk* che privilegiano un raggiungimento quanto mai veloce dei quartieri nuziali in virtù dei vantaggi selettivi da esso offerti nella conquista del territorio e nella

scelta dei *partner*, nonché di una certa puntualità e rigidità temporale imposte dalla brevità della stagione riproduttiva. Tale “velocizzazione” primaverile della migrazione verrebbe ottenuta riducendo tanto la fase preparatoria quanto la durata delle soste, e spostandosi quindi quasi in continuazione con accumuli di grasso minimali. Nel corso della migrazione autunnale, invece, i depositi lipidici appaiono estremamente elevati, talora pari a metà del peso dell'animale, e risultano da fermate nei luoghi di foraggiamento prolungate per considerevoli periodi di tempo secondo una strategia più garantista che va probabilmente ritenuta una mera risposta alla minor fretta nel raggiungimento dei siti di svernamento, ma per la quale, almeno in ambito mediterraneo, non va esclusa l'influenza di una componente ambientale rappresentata dall'elevata disponibilità di alimento vegetale ad elevato contenuto energetico (fondamentalmente frutti carnosi e ricchi di zuccheri).

A livello intraspecifico, spesso il transito prenuziale dei maschi risulta anticipato e velocizzato (per riduzione dei depositi) rispetto a quello delle femmine e rientra nella logica riproduttiva per cui ai primi urge la delimitazione territoriale, alle seconde la garanzia del conseguimento di condizioni fisiche che le rendano in grado di affrontare deposizione e cova subito dopo l'arrivo.

Infine, la generale condizione autunnale di ritardo nel passo e minor accumulo energetico dei giovani dell'anno rispetto agli adulti, più che una strategia, potrebbe rappresentare un semplice effetto della loro minor efficienza alimentare dovuta all'inesperienza.



Fig.8 – La risorsa alimentare autunnale rappresentata dalle bacche (qui quelle del viburno, *Viburnum opulus*) ha il vantaggio di essere alquanto appariscentee facilmente individuabile (foto: O. Negra).

Riposare, rifocillarsi, ripartire...

Soste ed interazioni competitive tra migratori e residenti

OSVALDO NEGRA

Museo Tridentino di Scienze Naturali

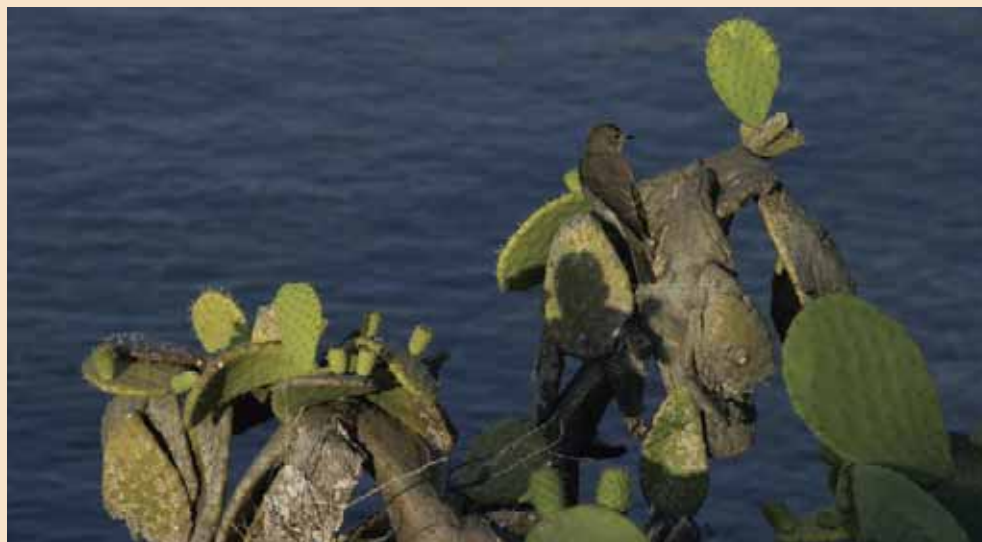


Fig.1 – Le isole mediterranee giocano un ruolo chiave come tappe migratorie: la relativa povertà dei loro ecosistemi terrestri può facilmente portare a fenomeni di competizione tra le specie residenti ed i migratori che vi fanno tappa (qui, un pigliamosche, *Muscicapa striata*, in sosta alle Eolie, foto: O. Negra).

L'interposizione di soste lungo il tragitto migratorio risponde fondamentalmente ad una triplice esigenza di recupero dalla fatica muscolare, ripristino delle riserve energetiche e parificazione del bilancio idrico. In particolare sulla base delle due ultime istanze vi sono dunque i presupposti per l'interazione del migratore con l'ambiente e la comunità ornitica delle specie residenti e gli altri migranti eventualmente in sosta.

Infatti, per quanto la decisione di sostare come pure l'ubicazione e la durata delle tappe rientrano per buona parte nelle strategie adottate dalla singole specie migranti e possano quindi risultare alquanto diversificate, esse dipendono fondamentalmente dalla disponibilità di risorse e velocità di conversione delle stesse in depositi da ripristinare prima della partenza nel caso l'obiettivo sia quello di massimizzare la velocità di mi-

grazione, o derivano dalla combinazione di questi fattori e di altri nettamente esterni quali le condizioni meteorologiche e la presenza e direzione del vento se la finalità è la minimizzazione dei costi. Rimane il fatto che nei confronti delle aree interessate la sosta si configura in ogni caso come un'invasione con carattere di temporaneità ciclica ad opera di biomasse rilevanti che operano un prelievo (idrico)-energetico non trascurabile su risorse stabilmente utilizzate da comunità spesso più contenute in termini numerici ed anche specifici. Mentre l'approvvigionamento idrico, risolta la talora pur dispendiosa fase della ricerca delle fonti, non dà in genere luogo ad apprezzabili comportamenti interattivi o aggressivi, la rideposizione di sostanze di riserva passa, ovviamente, attraverso l'individuazione e l'utilizzo delle locali opportunità alimentari.

Il processo si realizza tramite una “conoscenza del territorio” che può avere dei tempi di acquisizione anche abbastanza prolungati, mediamente alcuni giorni (2-3), nel corso dei quali l’animale non realizza alcun incremento lipidico, anzi può andare incontro ad un ulteriore decremento ponderale come effetto di un iniziale insuccesso trofico.

L’accesso ai siti così individuati è di tal rilevanza al fini della prosecuzione del viaggio da portare alla frequente esibizione di comportamenti di *territorialismo migratorio*, ossia di difesa attiva da parte del migrante (contro conspecifici e, talora, individui di altre specie) di aree di sosta di importanza alimentare oppure, direttamente, di risorse trofiche (alberi con frutti o infiorescenze), il che rappresenta l’evidenza più manifesta della sussistenza di una condizione competitiva.

Definita come “un’interazione tra individui, determinata da una comune esigenza di una risorsa disponibile in quantità limitata, che provoca una diminuzione della sopravvivenza, dell’accrescimento e/o della riproduzione degli individui interessati” oppure come “la riduzione della fitness sofferta da un individuo in presenza di un altro individuo (omo- od eterospecifico)” la competizione può essere diretta, ovvero consistere nell’impedimento che alcuni individui esercitano su altri nel-

l’accesso ad una risorsa, oppure indiretta, quando lo sfruttamento della stessa operato da alcuni esemplari riduce la quantità disponibile per altri o non consente ai secondi un utilizzo efficace e remunerativo.

Al di fuori del periodo di nidificazione, mancando il parametro del successo riproduttivo per quantificare la *fitness*, l’entità dei fenomeni competitivi viene valutata (più a fatica) in termini di riduzione delle probabilità di sopravvivenza del migratore rispetto agli altri in sosta o agli stanziali e viceversa. In condizioni di particolare urgenza del ripristino delle riserve la competizione sui luoghi di sosta appare fortemente (ed ovviamente) incentrata sull’aspetto alimentare, ma questa limitazione non la rende meno esposta al “principio di esclusione competitiva”: proprio nel persistere della necessità di recupero energetico da parte dei migratori in fase di *stopover* è cioè probabile che possano essersi originate le spinte evolutive verso le soluzioni con cui tipicamente si arriva al suo contenimento, quella appunto del *territorialismo* (che con la spaziatura degli individui evita la compresenza nell’insistere sulla stessa risorsa), e quella della *segregazione ecologica* (che riduce gli ambiti di sovrapposizione introducendo la diversificazione, a vari livelli, nell’utilizzo della risorsa).



Fig.2 – Il ruolo cruciale di molte isole come luogo di sosta determina spesso una forte concentrazione di piccoli migratori sulle loro coste, il che induce specie residenti ed opportuniste come il gabbiano reale (mediterraneo) (*Larus michahellis*), di solito non particolarmente ornitofaghe, a dedicarsi attivamente alla predazione dei piccoli Passeriformi che atterrano esausti alla ricerca di cibo e riposo (foto: O. Negra).

In quest'ottica il *territorialismo migratorio* appare, nella sua forma intraspecifica (= tra i membri di una stessa specie), una semplice estensione, ad una situazione temporalmente instabile ed a condizioni di disponibilità particolarmente limitata delle risorse, del più diffuso territorialismo trofico che si ritiene sia il principale determinante della distribuzione spaziale degli uccelli in periodo non riproduttivo.

Fenomeni di aggressività territoriale sui luoghi di *stopover* si manifestano anche a livello interspecifico (= tra specie diverse), soprattutto tra specie per le quali la stretta parentela (congenericità o appartenenza alla stessa famiglia), spesso congiunta alla separazione geografica dei quartieri riproduttivi, alla similarità morfologica o all'estrema specializzazione alimentare in direzioni convergenti, configurano uno stato di *affinità ecologica*. Tali aggressioni vanno ovviamente a loro volta intese come indice di una *competizione interspecifica* in atto.

Infatti, per quanto i migratori, caso estremo di mobilità tra gli Uccelli stessi, tendano (in funzione della loro frequentazione di ambienti diversi in differenti periodi dell'anno) ad esibire una notevole plasticità di caratteristiche ecologiche a seconda delle disponibilità ambientali, le esigenze di base delle singole specie possono, sui luoghi di sosta, sovrapporsi ed entrare in conflitto, in particolare sulla base di elementi aggravanti tra cui la rilevanza vitale delle risorse contese per la continuazione della migrazione, l'anomala entità della pressione esercitata dai cospicui contingenti di animali che fanno tappa, e la conseguente accresciuta densità di individui che aumenta la probabilità di contatto reciproco. Ad accentuare conflittualità e competizioni può contribuire anche la già accennata eventualità (indotta dalla coincidenza delle rotte) che siano presenti in uno stesso contesto ambientale specie abitualmente non simpatiche sui luoghi di cova e quindi non abbastanza segregate in termini ecologici.

L'ambiente dei siti di sosta, in particolare di quelli in prossimità o nell'ambito di cospicue barriere naturali quali isole, oasi, zone vegetate ai margini di deserti, si presta del resto in maniera particolare ad assommare caratteristiche facilitanti la competizione e la conseguente territorialità interspecifica, quali una struttura ambientale relativamente semplice (e conseguente ristretto numero di nicchie di-

ponibili), risorse utilizzabili contenute sia quantitativamente che qualitativamente e spesso con distribuzione spaziale localizzata e ristretta.

La limitata estensione temporale dei fenomeni competitivi che ne derivano non ne riduce d'altro canto l'asprezza, cosicché a livello evolutivo si ritiene siano state premiate soluzioni comportamentali variamente finalizzate a ridurre l'ampiezza della competizione: tra specie diverse di migratori ecologicamente simili pare che lo sfasamento temporale nei tempi di transito (oltre che a conseguire a differenti condizioni ambientali nei quartieri nuziali o contranuziali) possa essersi evoluto allo scopo appunto di minimizzare i periodi di compressione in sosta.

Sembra inoltre che tra migratori e residenti come pure all'interno dei complessi di specie migratrici che utilizzano rotte in parte sovrapposte sia in atto un differenziamento ecologico variamente operante: le specie residenti, costituendo una comunità pressoché stabile nel corso dell'anno e sfruttando risorse ambientali presenti in modo abbastanza regolare in tutte le stagioni, esibiscono in genere specializzazioni nella dieta e nella tecnica di foraggiamento; possono così comportarsi da generaliste per quanto riguarda l'*habitat*, spesso sovrapponendosi ampiamente nel senso delle preferenze ambientali o della distribuzione spaziale in ambienti complessi con stratificazione verticale della vegetazione.

Al contrario le specie migratrici possono mostrare tendenze ad inserirsi in nicchie trofiche temporanee non occupate (o solo limitatamente) dai residenti, esibendo quindi particolari specializzazioni alimentari o di cattura su singole risorse di notevole e localizzata abbondanza nel periodo di passo (ad esempio fioriture con abbondante produzione di nettare), la cui abbondanza può addirittura rendere inutile la difesa dai competitori; alternativamente rimangono generaliste, non differenziandosi per il tipo di cibo, bensì per l'uso dell'*habitat* (fasce vegetazionali frequentate per i Silvidi, altezza di volo di cattura per i Muscicapidi, gli Iruindinidi o gli Apodiformi), con una scelta che in una situazione di impellenza quale è quella dei siti di sosta risulta alquanto conveniente in quanto permette di sfruttare tutte le varie risorse, spesso quantitativamente scarse, offerte dalle singole tipologie ambientali, minimizzando al contempo le probabilità di contatto ed interazione.



Fig. 3 – Le piccole dimensioni della maggior parte dei Passeriformi migratori non devono risultare fuorvianti a proposito dell'asprezza dei fenomeni competitivi che a volte si ingenerano tra di loro in contesti energeticamente problematici come le isole mediterranee, dove le specie in transito, come la sterpazzolina (*Sylvia cantillans*, in alto a dx, foto: O. Pires, tratta dal sito: flickr.com) si trovano a contatto con specie residenti molto simili ed affini per dimensioni, come l'occhiocotto (*Sylvia melanocephala*, foto: O. Negra).



Fig. 4 – Il territorialismo interspecifico si esprime in particolare nei pressi delle fonti trofiche puntiformi, come le essenze fiorite, in questo caso una *Brassicacea* su cui una capinera (*Sylvia atricapilla*) si sta nutrendo di nettare (foto: P. Fumagalli tratta dal vol.106, a. 2001 di *Biologia e conservazione della natura*, a cura dell'INFS).

Fig. 5 – Alcuni predatori insulari, come il falco della regina (*Falco eleonora*, qui un adulto del morfo scuro, foto: O. Negra) si sono notevolmente specializzati nell'utilizzo della risorsa alimentare rappresentata dai migratori in arrivo o in sosta, al punto di sincronizzare la loro fase riproduttiva col transito delle specie di passo.

In autunno, contro il declino della messaggera della primavera...

La rondine ed il Progetto Rondine dell'EURING in Trentino

OSVALDO NEGRA & FRANCO RIZZOLLI
Museo Tridentino di Scienze Naturali



Fig.1 – Le rondini frequentano abitualmente gli ambienti ripari e le superfici d'acqua dolce alla ricerca di quella fonte di cibo che può derivare dal farfallamento degli adulti di insetti con larve acquatiche (foto J. Scott, tratta dal sito: www.flickr.com).

Da sempre coinquilina dell'uomo nell'ambiente rurale

Per antonomasia abbinata al ritorno della primavera (anche se una non basta...) la rondine (*Hirundo rustica*) è un Passeriforme a distribuzione olartica (presente cioè in Eurasia ed America settentrionale) che nidifica diffusamente in tutta l'Europa ad esclusione dell'Islanda e dell'estrema

porzione settentrionale della Penisola Scandinava.

È specie alquanto nota tra la gente, soprattutto nel mondo agricolo, in virtù del fatto che l'ambiente rurale rappresenta ed ha rappresentato, almeno in tempi storici, il suo *habitat* preferito durante il periodo riproduttivo (di nidificazione e sviluppo dei nidiacei) che coincide con la sua presenza in Eurasia e Nord-Africa e va approssimativamente da aprile ad ottobre.

L'alimentazione consiste soprattutto nel cosiddetto "plankton aereo", costituito dalle forme adulte di numerose specie di Insetti quali Ditteri (mosche, zanzare, tipule, chironomidi), Omotteri (afidi), Efemerotteri (efemere), Imenotteri (adulti alati di formiche), ecc. che, d'estate, le rondini cacciano in volo in zone aperte (pascoli o coltivi) nei pressi del sito di nidificazione. A tal proposito la rondine costruisce un massiccio nido a coppa impastando assieme fango e paglia ed ancorando o supportando la struttura a travi, cornici murarie o fili metallici che decorrano a qualche centimetro dai muri in stalle, fienili o altre opere umane in muratura aperte all'esterno, più di rado sotto porticati o logge. Ovunque, la presenza di elementi architettonici in rilievo cui assicurare l'ampio e pesante ammasso del nido sembra rivestire un ruolo chiave nella scelta del luogo dove riprodursi.

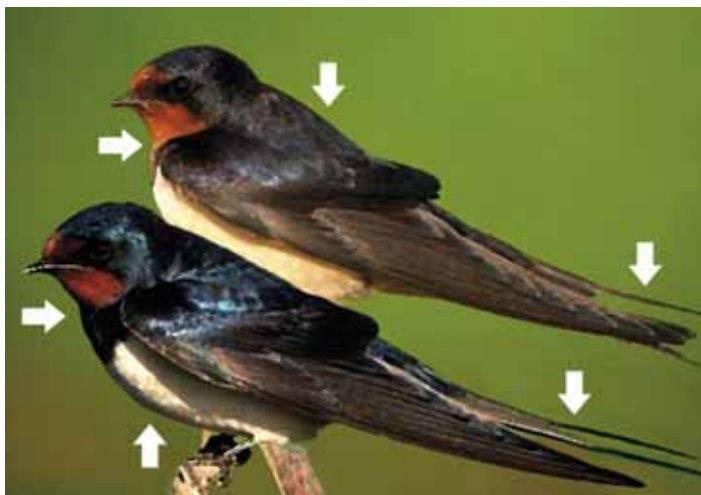
Una dieta così rigorosamente entomofaga è il principale fattore che, non essendo (o solo scarsamente) disponibile sul continente europeo nel periodo invernale, la costringe a compiere lunghe migrazioni per raggiungere quartieri di svernamento ricchi di insetti in Africa equatoriale e meridionale. Come molti altri Passeriformi insettivori riproducentisi in Europa continentale, anche la rondine attraversa l'arco alpino nel corso dei suoi spostamenti migratori, ma il particolare interesse

che si è originato attorno a questa specie nell'ultimo decennio dipende in primo luogo dal calo numerico generalizzato che stanno subendo gran parte delle sue popolazioni europee. Essendo un uccello strettamente legato alla presenza dell'uomo e delle attività agricole, è ragionevole pensare che questo *trend* negativo sia in qualche modo collegato alle trasformazioni recenti che la tecnologia ha apportato ai sistemi colturali ed al territorio. E' infatti noto che l'affermarsi di modelli di agricoltura intensiva e la diffusione delle monoculture riducono drasticamente la biodiversità, dell'entomofauna dei campi e ciò può avere pesanti ripercussioni sulle popolazioni di insetti predate dalle rondini. L'uso ancora generalizzato di pesticidi poco selettivi riduce ulteriormente i popolamenti entomologici e inoltre, attraverso le specie divenute resistenti ai trattamenti, può dare luogo a pericolosi fenomeni di accumulo di sostanze tossiche nei tessuti del corpo delle rondini e degli altri uccelli insettivori. Ad un livello più diretto la ristrutturazione o la modernizzazione di stalle, fienili ed altri edifici rurali sottrae spesso alle rondini le abituali opportunità di nidificazione, mentre i sistemi sempre più efficienti di controllo delle mosche e degli altri insetti nocivi al bestiame all'interno di tali ricoveri contrae ulteriormente l'offerta alimentare.



Figg.3 e 4 – Un maschio su un nido costruito in situazione ottimale ed una femmina con l'imbeccata all'ingresso di un altro decisamente più "precario" (foto tratte dai siti: www.invechtplassen.org e www.-chaos.engr.utk.edu).

Fig.4 – Alcuni elementi diagnostici possono permettere la distinzione, nella rondine, dei maschi dalle femmine durante il periodo riproduttivo: i primi hanno in genere parti inferiori più contrastate, con pettorina nerastra e gola più rosso acceso, una più viva iridescenza blu-nera sul mantello ed i prolungamenti filiformi delle timoniere esterne decisamente più lunghi (elaborazione grafica: O. Negra, da una foto di A. Audevard).



Inanellare per comprendere ed arrestare il declino

Nell'ultimo quindicennio l'EURING, l'organizzazione europea che coordina a livello internazionale le attività di inanellamento, ha deciso di approfondire i vari aspetti della biologia della rondine avviando un programma di ricerca, il "PROGETTO RONDINE" appunto, che tramite l'inanellamento si prefigge di indagare le interazioni tra questa specie e l'uomo sia durante la fase riproduttiva, che di migrazione, che di svernamento. I paesi dell'Europa meridionale, Italia compresa, sono ovviamente coinvolti solo nelle prime due fasi ed in questa sede l'attenzione è volta esplicitamente alla seconda di esse.

Concluso lo sforzo riproduttivo, inizia per le rondini, tra agosto e settembre, la delicata fase preparatoria al lungo volo migratorio che le porterà nei quartieri invernali oltre il Mediterraneo ed il Sahara: nel tentativo di accumulare quante più riserve lipidiche sia loro possibile, si alimentano dall'alba al tramonto, spinte da una pressante esigenza trofica che le porta a concentrarsi in luoghi ricchi di risorse (terreni aperti incolti, pascoli, zone umide, campi). Divenute fortemente gregarie, prendono a trascorrere anche la notte in stormi molto numerosi (spesso migliaia di individui) in luoghi reputati sicuri e tranquilli nei pressi delle fonti alimentari, soprattutto canneti (fragmiteti, tifeti), cespuglieti riparii (soprattutto saliceti) e, molto più di rado, campi di mais.

Questi dormitori comuni, noti comunemente come *roost*, rappresentano, come il gregarismo, un momento cruciale del comportamento migratorio autunnale (le rondini isolate sono maggiormente esposte ai rischi di predazione ed ingrassano con minor efficienza) e la loro ubicazione prevalente in zone palustri o riparie li rende situazioni di estrema fragilità, esposte a rischi di trasformazione, inquinamento, bonifica o utilizzo sconsigliato. La conoscenza e la tutela delle zone umide utilizzate come *roost* diviene così un requisito fondamentale per la conservazione della rondine in fase migratoria.



Fig.5 – I fragmiteti sono spesso *roost* ideali: l'acqua attorno alle radici è un deterrente per i predatori terrestri ed i culmi delle cannuce hanno un diametro adatto a permettere alle rondini di appollaiarvi (foto: O. Negra).



Fig.6 - Alcune delle aree a fragmiteti-saliceto lungo la riva meridionale del lago di Caldaro frequentate come dormitorio premigratorio dalle rondini (foto: O. Negra).

Alla ricerca di *roost* in Trentino

Dall'autunno del 1996 è in corso in Trentino - Alto Adige un'indagine finalizzata a individuare zone di *roost* e inserita nel Progetto Rondine promosso dall'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica. In Alto Adige siti di rilievo sono stati localizzati nei canneti del Lago di Caldaro (oltre 5000 rondini in sosta nel '97), lungo le fasce riparie dell'Adige tra Merano e Bolzano, alla foce del Rio Valsura presso Lana.

In Trentino la maggior parte delle zone umide rilevanti per estensione vanno ascritte, anche storicamente, ai fondivalle delle principali aste fluviali e molte di esse hanno subito, persino in tempi recenti, pesanti modifiche. Si è ritenuto pertanto di un certo interesse valutare il significato autunnale per le rondini delle residue zone umide trentine, soprattutto di quelle sottoposte per il loro valore al vincolo di biotopo ed in particolare se la loro ubicazione è posta lungo la via migratoria della Valle dell'Adige.

I siti da monitorare sono stati scelti in base ad informazioni pregresse nonché alle loro potenzialità ambientali e alla presenza cospicua di rondini; in essi, in un periodo che va dall'inizio di agosto alla fine di settembre, sono state effettuate alcune serate d'inanellamento, nel corso delle

quali si è utilizzato un numero costante di *mist-net* (reti-foschia) e appositi richiami acustici per attrarre gli animali che si apprestavano a pernottare nel sito.

Le rondini catturate sono state inanellate e sottoposte al rilevamento dei parametri biometrico-fisiologici di uso comune (determinazione di età e sesso in base al piumaggio, misurazione della terza remigante primaria –per tutti gli esemplari e dell' "inforcatura" delle timoniere –per i soli adulti-, rilevamento del grasso sottocutaneo e della muscolatura pettorale, quantificazione della muta corporea, pesatura).

Le rondini catturate alla sera sono sempre state trattenute per la notte in appositi contenitori (scatole di cartone forato) per venire poi rilasciate *in situ* la mattina seguente.

Un po' di risultati...

1998 - Nel corso del 1998 è stato possibile effettuare uscite nel biotopo del Taio di Nomi ed in quello di Foci dell'Avisio. La scelta dei biotopi si è fondata sulla loro ubicazione sull'asta fluviale dell'Adige e sul fatto che in entrambi erano in atto interventi di rinaturalizzazione di cui si sarebbe così potuto indagare il significato su una componente non trascurabile dell'avifauna migratoria.



Fig.7 – Un topino in volo sull'acqua: si noti la gola chiara ed i toni bruno-sabbia delle parti scure (foto tratta dal sito: www.aves.is, modificata).

Al Taio sono state catturate complessivamente 50 rondini (*Hirundo rustica*) e 5 topini (*Riparia riparia*), mentre all'Avisio è stato preso un numero trascurabile (meno di 10) di rondini.

La distribuzione temporale delle catture al Taio non ha permesso di rilevare alcuna continuità, essendo stata una sola giornata di intensa attività; questo, congiuntamente all'ancor limitata estensione della superficie a fragmiteto nell'area e al non avvistamento di cospicui gruppi di Irundinidi sopra lo specchio d'acqua, suggerisce che il biotopo, pur debitamente ubicato, non rivesta ancora un ruolo di sito di grossa rilevanza trofica o di *roost* per le rondini, e che gli esemplari catturati, più che frequentare autonomamente l'area, siano stati "intercettati" in fase di spostamento all'imbrunire e spinti dal richiamo a scendere in un ambiente opportuno. Le rondini catturate presentavano inoltre, in maniera generalizzata, soddisfacenti riserve lipidiche e peso medio piuttosto elevato. Un tale quadro potrebbe essere indicativo di animali in trasferimento provenienti da un sito di ingrasso e di *roost* più settentrionale.

Come di norma, gli adulti hanno mostrato valori medi di grasso e peso leggermente più elevati di quelli dei giovani (a probabile riprova di una maggior efficienza trofica) ed i maschi valori più alti di quelli delle femmine (in genere più a lungo coinvolte in incombenze riproduttive e quindi tendenzialmente un po' ritardate nella deposizione lipidica premigratoria).



Fig.8 – Il biotopo del Taio di Nomi (foto: Arch. PAT).

Per quanto riguarda le Foci dell'Avisio, l'esiguità delle catture (perdipiù concentrate in un'unica data) lascia supporre che anche per quest'area valga una considerazione analoga a quella appena riservata al Taio, anche se l'estensione della superficie a fragmiteto e salici è, all'Avisio, decisamente maggiore. Per questo biotopo vanno però segnalate situazioni meteorologiche non idonee alla sosta serale, in quanto la zona è interessata, almeno fino alla fine di settembre, da un forte vento di direzione irregolare che probabilmente non invoglia i migratori ad utilizzare l'area quale dormitorio.



Fig. 9 – I canneti di San Cristoforo all'estremità settentrionale del lago di Caldonazzo (foto: Arch. PAT).

1999 - Nel corso del 1999 si sono effettuate alcune uscite nei biotopi dei Canneti di San Cristoforo e di Palù di Tuenno. La scelta di tali siti si è fondata sul fatto che, per quanto l'ubicazione non sia propriamente sull'asta fluviale dell'Adige, la presenza di una non trascurabile superficie di canneto (attorno ai 9ha nel primo caso, attorno ai 5ha nel secondo) prospiciente o comunque non troppo lontana da un ampio specchio lacustre porrebbe le condizioni ecologiche di un *roost* ottimale; vi sono inoltre evidenze che ai canneti settentrionali del Lago di Caldonazzo afferiscono vie migratorie convogliate dalla Valle dei Mocheni e dal complesso montuoso dei Lagorai.

Complessivamente (in cinque serate tra l'inizio di agosto e la metà di settembre), a San Cristoforo, sono state catturate oltre duecento rondini; il rapporto giovani/adulti supera il valore di 10 a 1 se calcolato sul totale delle catture e, in quanto fortemente influenzato dai cospicui contingenti catturati all'inizio di agosto, si attesta su livelli tipici di una situazione ancora fortemente estiva, quando i *roost* sono pesantemente dominati dalla componente giovanile di recente involo, mentre gli adulti sono ancora parzialmente impegnati nell'allevamento delle ultime covate.

Il valore del rapporto giovani/adulti sembra comunque mostrare la fisiologica tendenza al ribasso al progredire della stagione.

Nessun topino (*Riparia riparia*) è stato rilevato in aggregazione alle rondini mentre nell'ultima decade di agosto sono stati catturati alcuni esemplari di storno (*Sturnus vulgaris*) appartenenti a piccoli nuclei (qualche centinaio) che utilizzano il fragmiteto o il saliceto come dormitorio.

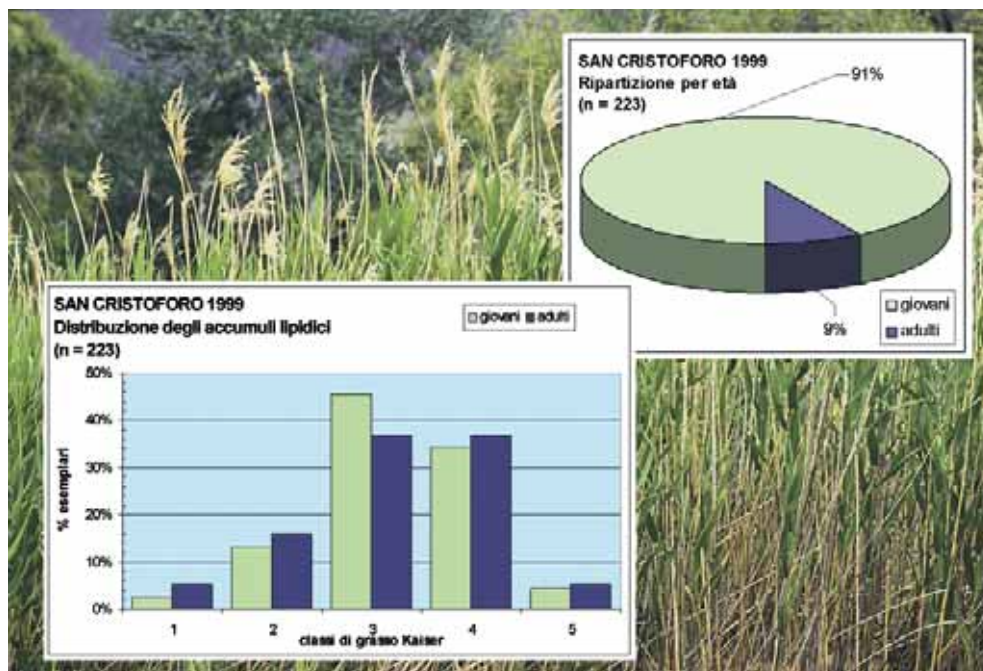
L'entità tuttal più che trascurabile degli esemplari catturati e la loro distribuzione temporale caratterizzata da una discreta continuità testimoniano

l'indubbio significato del biotopo quale sito di aggregazione premigratorio.

La fenologia delle catture suggerisce un'estensione temporale del fenomeno ancora maggiore, rispetto alla quale il periodo di campionamento risulta evidentemente deficitario soprattutto all'inizio (lo "spessore" delle catture ai primi di agosto ha suggerito un'attività di *roost* già compiutamente in atto), mentre a settembre pare che la protrazione della ricerca non dovrebbe portare all'evidenziazione di ulteriori cospicue aggregazioni.

In assenza di aumenti dimensionali, l'incremento di peso medio che per entrambe le classi d'età che si è registrato al progredire della stagione sembrerebbe da interpretarsi come indicativo di un progressivo ingrassamento.

Questo, assieme alla non irrisoria estensione della superficie a fragmiteto e all'avvistamento di cospicui gruppi di Irundinidi sopra l'ampissimo specchio d'acqua, suggerisce che il biotopo rivesta un ruolo di rispettabile rilevanza trofica e di *roost* per le rondini, che lo frequentano spontaneamente e per un tempo prolungato indipendentemente dall'azione attrattiva dei richiami utilizzati durante l'attività serale di cattura.



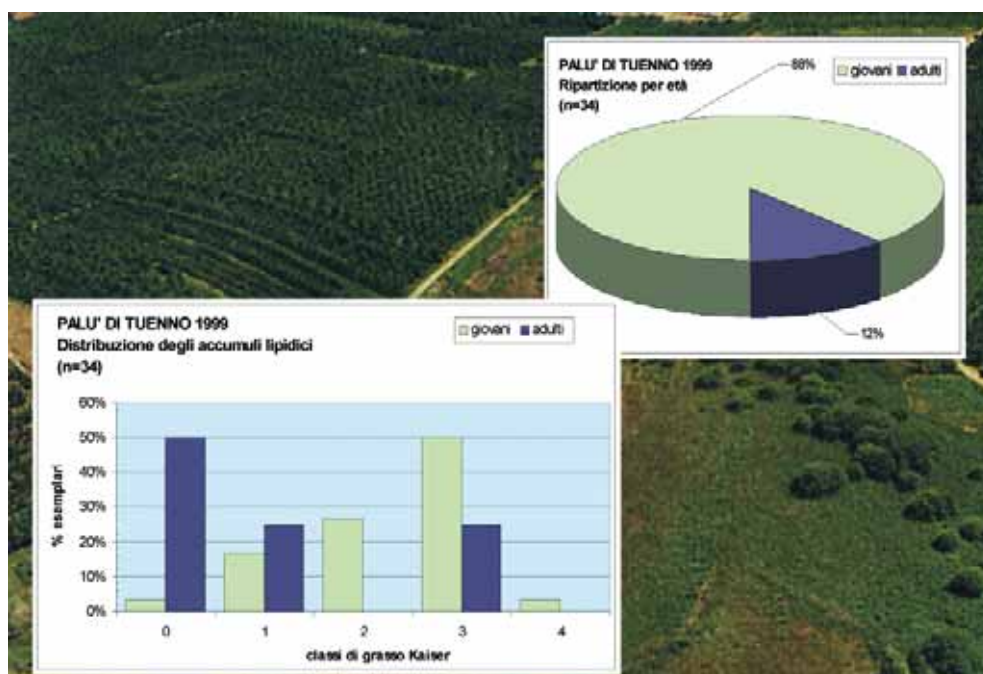
Graf.1 – Ripartizione per età e distribuzione degli accumuli lipidici delle rondini a San Cristoforo nel 1999 (elaborazione: F. Rizzolli).

Le rondini catturate presentavano inoltre, in maniera generalizzata, soddisfacenti riserve lipidiche e peso medio abbastanza elevato (a livello di quelli registrati in più siti in Italia settentrionale, centrale e meridionale nella prima decade di settembre).

Le condizioni della muscolatura sono risultate del tutto nella norma, non evidenziando alcuno stato di consunzione o *stress* conseguenti ad intenso sforzo migratorio.

Un tale quadro fisiologico potrebbe complessivamente riconfermare che si tratti di animali frequentanti un *roost* in normale attività di ingrasso.

Nella Palù di Tuenno la complessiva esiguità delle catture (risultanti da altrettante uscite) non conferisce significatività statistica ai risultati, ma il quadro suggerito sembra analogo: netta prevalenza della componente giovanile sugli adulti (di nuovo probabilmente in conseguenza del fatto che il campionamento è iniziato in una fase in cui l'attività riproduttiva non si è ancora conclusa), ed un generico buon livello di riserve energetiche (la distribuzione degli accumuli lipidici degli adulti non ha ovviamente alcuna valenza, riferendosi ad una manciata di individui).

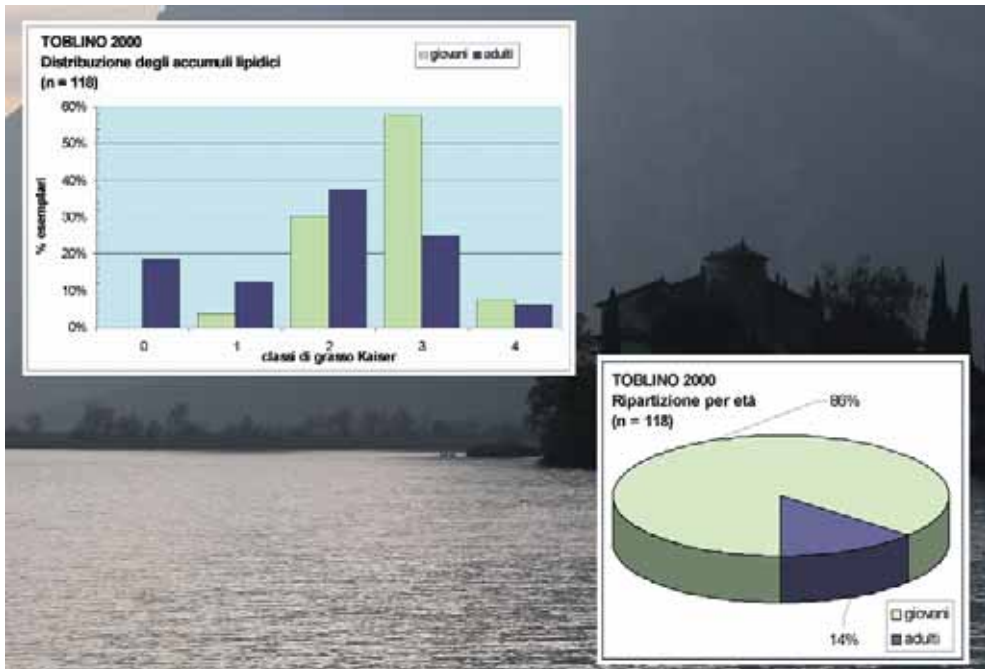


Graf.2 – Ripartizione per età e distribuzione degli accumuli lipidici delle rondini nella Palù di Tuenno nel 1999 (elaborazione: F. Rizzoli).

2000 - Nel corso del 2000 si sono condotti dei campionamenti nel biotopo del lago di Toblino (tre uscite tra l'inizio di agosto e la metà di settembre in prossimità della riva sud-occidentale).

L'estensione dei fragmiteti è piuttosto esigua, ma è indubbia la frequentazione spontanea del sito ad opera delle rondini (oltre un centinaio di esemplari catturati). Il rapporto giovani/adulti è sempre molto elevato,

anche se di poco spostato verso valori autunnali (più rappresentativi della compagine degli adulti in fase di *roost*). Le condizioni energetiche paiono genericamente buone, anche se il dato ha una certa valenza solo per i giovani, in quanto, di nuovo, il numero comunque esiguo di adulti catturati toglie significatività ad ogni analisi sui loro livelli di accumuli premigratori.



Graf.3 – Ripartizione per età e distribuzione degli accumuli lipidici delle rondini al lago di Toblino nel 2000 (elaborazione: F. Rizzolli).

E per il futuro...

L'analisi nei siti "testati" andrebbe replicata ed estesa temporalmente in modo da coprire anche la fase iniziale della migrazione. Inoltre si ritiene auspicabile ampliare il novero dei siti d'indagine, verificando l'eventuale ruolo come *roost* dei can-

neti di Levico, del lago Pudro, della Palù di Borghetto.

L'attività di cattura è stata realizzata grazie alla collaborazione di svariate persone, tra cui Mattia Altieri, Paolo Pedrini, Karol Tabarelli Defatis e Claudio Tomasi, a cui va un sentito ringraziamento.



Fig.10 – Due rondini adulte su un posatoio nei pressi di un *roost*: con antropomorfa lettura l'ala di uno dei due esemplari parrebbe "indicare" una direzione, ma, per quanto estremamente gregarie, è probabile che gran parte delle scelte direzionali in fase migratoria avvenga su base genetica, non per apprendimento, come si potrebbe arguire dal fatto che molti giovani, in autunno, partono decisamente prima degli adulti (foto J. Caldas, tratta dal sito: www.flickr.com).