

Sopravvivenza e filopatria della Rondine (*Hirundo rustica*) in Italia settentrionale

G. FERRO^o e G. BOANO*

^o Museo Civico Craveri di Storia Naturale, Bra (CN)

* Museo Civico di Storia Naturale, Carmagnola (TO)

Abstract - From 1988 to 1996 13024 Swallows were ringed in a rural area of about 65 Km² square near Bra (Italy, NW). The analysis of recaptures shows a high breeding-site philopatry: 93% of adults recaptured in the study area (15% of the adults ringed) returned to the previous breeding site. Natal philopatry was low and only 1% of the birds ringed as nestling were recaptured in successive years in the study area, and 80% of these chose a different site from that of their birth. In view of the high breeding-site philopatry we would expect that the permanent emigration of breeding birds from the area to be very low, so that the capture-mark-recapture survival estimate for the adults (36%, s.e. 2%), obtained using Jolly-Seber models, will have provided a good estimate of adult survival. In contrast, the survival estimate for juveniles (3%) is certainly strongly negatively biased due to the low natal philopatry (i.e. high emigration rate). Capture-mark-recapture data of sexed adults also permitted the differential survival rates of males (37%, s.e. 3%) and females (26%, s.e. 2%) estimates. The adult survival estimate is comparable to other estimates obtained with ringing recoveries and is therefore probably unaffected by the emigration rate, but the lower females survival rate, if not due to a higher emigration rate than males, could explain the observed population decline in spite of a normal breeding success.

Introduzione

La Rondine (*Hirundo rustica*) è un migratore trans-sahariano ampiamente diffuso in Italia come nidificante e di transito ed anche parzialmente invernale in qualche regione meridionale (Bricchetti e Massa 1997). La biologia riproduttiva di questa specie è stata oggetto di numerosi studi all'estero (cfr. Glutz & Bauer 1985, Cramp 1988, Møller, 1994) ed anche in Italia si sono ormai avviate ricerche che, oltre ad aspetti generali della biologia riproduttiva (Selmi 1982, Dimarca e Lo Valvo 1987, Bricchetti e Caffi 1992), riguardano la crescita dei nidiacei (Turroni e Cucco 1990), l'ecotossicologia (Massi *et al.* 1991), l'eco-etologia (Chiantaretto e Ferrari 1990), nonché aspetti della migrazione (Gustin *et al.* 1990; Pilastro e Magnani 1997) e dello svernamento (Guerrieri *et al.* 1990). Benché la Rondine sia ancora una specie rappresentata da consistenti popolazioni in Europa (che assommano ad un totale di 14-19 milioni di coppie nidificanti) (Hagemeijer e Blair 1997), sussistono preoccupazioni per la sua diminuzione, imputata generalmente alla scomparsa di siti idonei alla riproduzione, al deterioramento dell'habitat attraverso l'intensificazione dell'agricoltura ed ai cambiamenti dei metodi di allevamento del bestiame, nonché, forse,

a variazioni climatiche avvenute specialmente nelle aree di svernamento (Tucker e Heath 1994). La specie inoltre, essendo esclusivamente insettivora, rappresenta anche un buon indicatore ecologico per gli ambienti rurali, che occupano gran parte del territorio di molti paesi europei.

Con questo lavoro si intendono approfondire le conoscenze relative alla fedeltà al sito di nascita e al sito di nidificazione, cercando di evidenziare differenze fra i sessi e le classi di età, e soprattutto stimare il tasso di sopravvivenza, in considerazione dell'importanza di questi parametri per valutare la dinamica di popolazione a livello locale.

A tal fine si sono utilizzati i risultati dell'intensa attività di inanellamento di nidiacei ed adulti svolta, a partire dal 1988, nella stessa area della pianura Padana occidentale in cui Ferro e Fasano (1995) hanno segnalato un sensibile calo della specie dal 1988 al 1993.

Area di studio e metodi

L'area di studio ricade in gran parte nel territorio del comune di Bra (CN) e, negli ultimi anni di attività, ha raggiunto un'estensione di circa 65 Km². Qui le casci-
ne sono diffuse nella campagna e sono ancora presen-

ti numerose stalle, fra le quali molte sono costruzioni tradizionali ben conservate. Accanto a queste, anche nell'ambito della stessa cascina, sono inoltre presenti capannoni di nuova costruzione, prefabbricati in cemento armato, notoriamente meno utilizzati dalle Rondini per la nidificazione (Selmi 1982).

La campagna circostante le cascine è coltivata intensivamente con coltivi a rotazione (mais, grano, foraggio), il bestiame viene ormai prevalentemente nutrito nelle stalle e raramente si osservano mandrie al pascolo come era d'uso fino agli anni '70.

Le cascine complessivamente visitate sono state 120, pressoché la totalità di quelle incluse nell'area di studio in cui fosse nota la nidificazione di Rondini; non tutte sono state visitate ogni anno (media annuale 46; minimo 28-massimo 55), ma il loro numero è andato aumentando nei primi anni per l'intensificarsi delle ricerche, mentre successivamente si è ridotto sia per la chiusura di diverse stalle sia per la diminuzione delle Rondini, che ha comportato l'abbandono di diversi siti di riproduzione.

Gli allevatori proprietari delle cascine, abituati da sempre a vedere le Rondini nelle proprie stalle, hanno collaborato con disponibilità ed interesse, dato che aspettano l'arrivo di questi migratori come un "rito" che si ripete ogni anno.

Grazie appunto alla disponibilità degli allevatori, a partire dal 1988 e fino al 1996, uno degli Autori (GF) ha potuto inanellare, con anelli metallici forniti dal centro italiano di inanellamento dell'Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, 13024 Rondini (nidiacei, giovani ed adulti) ed effettuare numerose ricatture.

I nidiacei sono stati inanellati direttamente al nido, mentre gli adulti, così come alcuni giovani già atti al volo, sono stati catturati la sera con un retino nei pressi del nido o con reti-nebbia poste davanti alle porte od alle finestre delle stalle. Gli inanellamenti sono avvenuti da maggio a settembre (oltre il 95% da giugno ad agosto) di ogni anno con una parziale interruzione, per motivi burocratici, nel 1991.

Di seguito si è utilizzato il termine di "ricatture" (ingl. *recaptures*) per i controlli di individui già marcati nell'area di studio da parte dell'inanellatore, sempre seguiti dalla liberazione del soggetto, termine che si intende distinto da "ritrovamenti" (ingl. *recoveries*), che si riferisce invece agli individui ritrovati, spesso deceduti, al di fuori dell'area di inanellamento.

I parametri statistici di interesse per questo studio (tasso di sopravvivenza e probabilità di cattura) sono stati stimati con il metodo della massima verosimiglianza sulla base dei dati di cattura-ricattura, utilizzando il modello di Jolly-Seber e modelli da questo derivati; la scelta del modello più appropriato per i dati è basata su test per la bontà dell'adattamento e test

fra modelli (Pollock *et al.* 1985, Brownie *et al.* 1986). Le assunzioni di questi modelli, gli aspetti statistici e le limitazioni del metodo sono ampiamente discussi nei lavori citati e di seguito se ne dà un breve cenno. I calcoli necessari sono eseguiti tramite i programmi informatici JOLLY e JOLLYAGE (Pollock *et al.* 1990) e si basano sulle "storie di cattura" dei singoli individui. Queste sono costituite da serie di "1" (indice che l'individuo è stato catturato nell'anno considerato) e "0" (l'individuo non è stato catturato in quell'anno).

Il modello generale (Jolly-Seber), indicato come modello A nel programma JOLLY, assume che le probabilità di cattura e di sopravvivenza differiscano nei diversi periodi (anni) considerati. Il modello B è più restrittivo e mantiene costante nel tempo la probabilità di sopravvivenza, mentre il modello D considera come costanti nel tempo sia la probabilità di sopravvivenza sia quella di cattura. Tutti i suddetti modelli si basano sull'ipotesi che ogni animale della popolazione in studio abbia le stesse probabilità di sopravvivenza e di cattura in ogni dato periodo, che gli anelli non vadano persi e siano letti correttamente e che il campionamento sia di breve durata rispetto al tempo tra due successivi campionamenti.

Nel caso vi siano due classi di età identificabili intervengono una nuova serie di modelli, indicati come A2, B2, D2 nel programma JOLLYAGE. Ognuno di questi si presenta analogo ai rispettivi modelli A, B, D, ma, a differenza di quelli, lascia che i parametri della popolazione differiscano fra le due classi di età (giovani ed adulti).

Con il programma JOLLYAGE si sono quindi analizzati i dati relativi a tutte le Rondini, distinguendo quelle inanellate nell'anno di nascita (giovani) da quelle inanellate in anni successivi a quello di nascita (adulti). Il programma calcola la sopravvivenza distinguendo fra quella nel primo anno di vita (sopravvivenza dei giovani) e negli anni successivi (sopravvivenza degli adulti).

L'analisi separata dei maschi e delle femmine è stata invece effettuata con il programma JOLLY, utilizzando solamente i dati relativi agli individui inanellati da adulti. Se si fossero considerati anche gli individui inanellati da nidiacei, il cui sesso è stato determinato solo all'atto di successive ricatture, si sarebbe selezionato un sottocampione di individui con maggiori probabilità di sopravvivenza rispetto alla popolazione complessiva (Buckland 1982, Boano *et al.*, 1993).

Con ogni probabilità sono i modelli più generali (es.: A, A2) quelli che meglio rappresentano la realtà biologica, tuttavia il numero di parametri che essi devono stimare è molto elevato e ciò causa una diminuzione nella precisione delle stime. La scelta del modello più adeguato per la stima dei parametri si basa quindi sul

concetto di parsimonia e porta a preferire il modello che, pur con un numero ridotto di parametri, non si scosta in modo significativo dai dati sperimentali. Poiché lo scopo principale di questo lavoro è quello di stimare i tassi di sopravvivenza della popolazione, va ancora sottolineato, per una corretta interpretazione dei dati, che l'analisi delle ricatture entro una limitata area di studio non consente di distinguere tra mortalità ed emigrazione permanente dalla suddetta area. Se quest'ultimo fenomeno è presente, il tasso di sopravvivenza calcolato sottostima inevitabilmente la sopravvivenza reale. Il problema è spesso trascurabile per gli adulti delle specie filopatriche ed anzi non è raro che si ottengano stime di sopravvivenza simili o addirittura più elevate con esperimenti locali di cattura-ricattura piuttosto che con l'analisi dei ritrovamenti su vasta scala (Baille and Green, 1987, Payne and Payne, 1990); per contro è spesso impossibile ottenere stime accettabili per i giovani, data la forte tendenza alla dispersione propria di molte specie (Clobert et Lebreton 1991).

Detto questo, numerose ricerche di carattere teorico e sperimentale dimostrano che le stime di sopravvivenza ottenute con i suddetti metodi, che tengono conto della probabilità di cattura, sono sempre da preferirsi ai metodi basati sulla percentuale dei ritorni o altri metodi ad hoc (Nichols 1994), ampiamente utilizzati in ornitologia fino ad anni recenti: questi ultimi forniscono una stima attendibile della sopravvivenza solo nei rarissimi casi in cui la probabilità di cattura è prossima ad 1 (Martin *et al.* 1995).

Risultati

In totale si sono inanellate 13024 Rondini di cui 90,5% nidiacei, 7,3% adulti (nidificanti) e 2,1% giovani atti al volo (Tabella 1) e fino al 1996 compreso si sono ricatturati 263 individui (150 maschi, 98 femmine e 15 di sesso indeterminato): di questi 130 (15,12%) erano stati inanellati come adulti (nidificanti), 124 (1,17%) come nidiacei e 9 (3,57%) come giovani atti al volo.

Filopatria

Fedeltà al luogo di nascita. Su 10634 nidiacei inanellati fino al 1995, sono stati ricatturati da adulti 124 individui (1,17%). Di questi solo 25 (19 maschi, 4 femmine e 2 di sesso indeterminato), cioè il 20,16% sono tornati nello stesso sito (inteso come cascina composta da uno o più edifici) dove erano nati, mentre 99 (64 maschi, 25 femmine e 10 indet.) si sono stabiliti in altri siti sempre all'interno dell'area in studio. Se si considera la percentuale degli individui tornati a nidificare nel sito di nascita rispetto al totale di quelli

Tabella 1. Inanellamenti suddivisi per anno e classi d'età e sesso.

Anno	Nidiacei	Giovani	Tot. I° anno	Adulti			Tot. Ad.	Tot. Gen.
				♀	♂	indet.		
1988	1415	39	1454	13	6	0	19	1473
1989	2176	46	2222	89	57	22	168	2390
1990	2527	58	2585	102	82	10	194	2779
1991	0	27	27	92	73	12	177	204
1992	1206	39	1245	69	50	35	154	1399
1993	1040	26	1066	33	33	5	71	1137
1994	794	3	797	8	3	0	11	808
1995	1476	14	1490	44	22	0	66	1556
1996	1159	24	1183	54	38	3	95	1278
Totali	11793	276	12069	504	364	87	955	13024

ricatturati nell'area, la differenza fra maschi (22,89%) e femmine (13,79%) non raggiunge il livello di significatività ($\chi^2=0,60$, g.l. 1, $p>0,1$).

La certezza di un ritorno allo stesso stabile in cui erano nati si è però potuta avere solamente in 4 casi, mentre gli altri si riferiscono a cascinali con più di uno stabile occupato dalle Rondini, condizione che non ha permesso di accertare se gli uccelli fossero tornati esattamente nello stesso stabile.

Da notare invece che ben 4 (3 maschi ed una femmina), su 9 individui inanellati come giovani atti al volo e successivamente ricatturati, sono stati ricatturati nella stessa stalla dove era avvenuta la prima cattura ed inanellamento, pur non essendo certamente quella dove erano nati poiché tutti i nidiacei lì presenti erano stati inanellati in precedenza.

Fedeltà al luogo di nidificazione. Se alle 130 ricatture di individui inanellati da adulti in periodo riproduttivo si aggiungono gli individui inanellati da nidiacei o giovani dell'anno e successivamente ricatturati in periodo riproduttivo più di una volta, si ottiene un totale di 144 individui catturati più di una volta. Di questi 134 sono tornati nello stesso sito (93,06%) e solamente 10 (4 maschi e 6 femmine) sono stati osservati in altri siti, sempre all'interno dell'area in studio. Almeno qualcuno di questi casi di infedeltà al sito potrebbe anche essere imputabile all'impossibilità di utilizzare il sito di nidificazione dell'anno precedente a causa di trasformazioni o della completa chiusura dei locali (oss. pers.) o all'inanellamento avvenuto in stabili visitati occasionalmente da quegli individui. La fedeltà dei maschi al sito riproduttivo (94,44%) non è statisticamente diversa da quella delle femmine (91,30%) ($\chi^2=0,16$, g.l. 1, $p>0,1$).

Sopravvivenza

In Tabella 2 le ricatture sono presentate in modo sintetico al fine di evidenziare la longevità diretta-

mente osservata. Da questa si nota come, fra le 31 Rondini ricatturate dopo 3 anni o più, 23 risultano maschi e 7 femmine, mentre tra le più longeve (quarto anno ed oltre) si contano ben 8 maschi e una sola femmina (ed una di sesso indeterminato). I modelli statistici utilizzati per il calcolo della sopravvivenza tengono conto però delle storie di cattura dei singoli individui ed un tabulato completo è a disposizione presso gli autori.

I risultati dei test (Tabella 3) indicano un buon adattamento dei dati complessivi (giovani+adulti) al modello di Jolly-Seber esteso a due classi di età, ed i confron-

Tabella 2. Anni trascorsi dall'inanellamento.

a) Rondini inanellate da nidiacei o giovani dell'anno.		
Ricatturate dopo	n°	%
1 anno	84	63,16
2 anni	29	21,8
3 anni	13	9,77
4 anni	5	3,76
5 anni	1	0,75
6 anni	1	0,75
Totale	133	100%

b) Rondini inanellate da adulte.		
Ricatturate dopo	n°	%
1 anno	88	67,69
2 anni	31	23,85
3 anni	8	6,15
4 anni	3	2,31
Totale	130	100%

Tabella 3. Test per la bontà dell'adattamento (a) e confronti statistici fra modelli.

b) Test per la bontà dell'adattamento			
Modello	X ²	g.l.	Probabilità
A2	19,77	18	0,346
B2	35,77	30	0,216
D2	104,06	37	0,000

b) Confronti tra modelli			
	X ²	g.l.	Probabilità
D2 vs A2	84,288	19	0,000
B2 vs A2	15,995	12	0,191
D2 vs B2	69,493	6	0,000

ti fra modelli consentono di scegliere come modello più parsimonioso il modello B2 (Tabella 4), che, rispetto al modello A2, considera costante nell'unità di tempo il tasso di sopravvivenza, mentre respingono il modello D2, che considera costante nel tempo anche la probabilità di cattura. Tale fatto poteva essere atteso, considerato che nel 1991 l'inanellamento dei nidiacei è stato pressoché nullo.

Il modello B2 stima con buona precisione il tasso di sopravvivenza degli adulti (36%, s.e. 2%) e questo valore può essere considerato prossimo al valore reale, tenuto conto dell'elevata fedeltà all'area di nidificazione di questa specie, confermata anche in questo caso dalle osservazioni precedentemente riportate. La stima della sopravvivenza dei giovani presenta un valore estremamente basso (3%, s.e. 0,3%), ma ciò è senza dubbio dovuto alla scarsa filopatria degli stessi,

Tabella 4. Stima della sopravvivenza degli adulti e dei giovani in base al modello B2 (probabilità di sopravvivenza diversa fra adulti e giovani, ma costante nel tempo; probabilità di cattura degli adulti variabile nel tempo). Dati espressi in percentuale.

Parametro	Stima del parametro	Errore Standard	Interv. Conf. al 95%
ϕ	36,1	2,4	31,5-40,8
ϕ'	2,9	0,3	2,3-3,6
p(1989)	25,3	6,7	12,2-38,5
p(1990)	31,1	4,8	21,7-40,5
p(1991)	45,3	5,5	34,5-56,0
p(1992)	46,1	6,9	32,6-59,6
p(1993)	30,0	5,1	19,9-40,1
p(1994)	5,4	2,2	01,0-09,8
p(1995)	23,8	6,1	11,9-35,7
p(1996)	42,6	7,9	27,1-58,1
p media	31,2	7,6	16,4-46,0

Parametri: ϕ = tasso di sopravvivenza degli adulti per unità di tempo
 ϕ' = tasso di sopravvivenza dei giovani per unità di tempo

(i) = probabilità di cattura degli adulti nel campione relativo all'anno (i).

che ne porta una consistente percentuale a stabilirsi in modo permanente al di fuori dell'area di studio.

Benché non si possa stimare il tasso di sopravvivenza a causa della scarsissima filopatria, si evidenzia comunque una differente percentuale di ritorno a seconda del periodo di schiusa, come mostra la Figura 1.

Si nota cioè una variazione della probabilità di ricattura negli anni successivi con tendenza a decrescere per le Rondini nate (ed inanellate) in stagione più avanzata. La differenza fra le percentuali di ritorno dei nidiacei inanellati nei diversi mesi è statisticamente significativa pur trascurando i pochi dati di settembre (30 individui inanellati), sia se si considerano i singoli mesi ($\chi^2 = 11,56$; g.l. 3; $p < 0,010$) sia se si cumulano i dati in due periodi corrispondenti grossomodo alla prima (maggio-giugno) ed alla seconda, ed eventuale terza, nidiata (luglio-agosto) ($\chi^2 = 5,52$; g.l. 1; $p < 0,025$).

I giovani atti al volo mostrano un tasso di ritorno più elevato di quello dei nidiacei, ma ancora nettamente inferiore a quello degli adulti.

Si è infine analizzata la sopravvivenza di maschi e femmine separatamente con il programma JOLLY

utilizzando i soli dati relativi agli individui inanellati da adulti.

L'adattamento dei dati al modello di Jolly-Seber migliora ulteriormente (Tabella 5), ed i risultati dei

Tabella 5. Test per la bontà dell'adattamento (a) e confronti statistici fra modelli (b) per gli adulti maschi e femmine.

a) Test per la bontà dell'adattamento						
Modelli	Maschi			Femmine		
	X ²	g.l.	probabilità	X ²	g.l.	probabilità
A	1,173	3	0,759	2,309	2	0,315
B						
D	10,253	11	0,508	11,792	9	0,225

b) Test fra modelli						
Modelli	Maschi			Femmine		
	X ²	g.l.	probabilità	X ²	g.l.	probabilità
D vs A	9,080	8	0,336	9,489	7	0,220
B vs A	0	0	1	3,509	0	1
D vs B	0	0	1	10,764	1	0,001

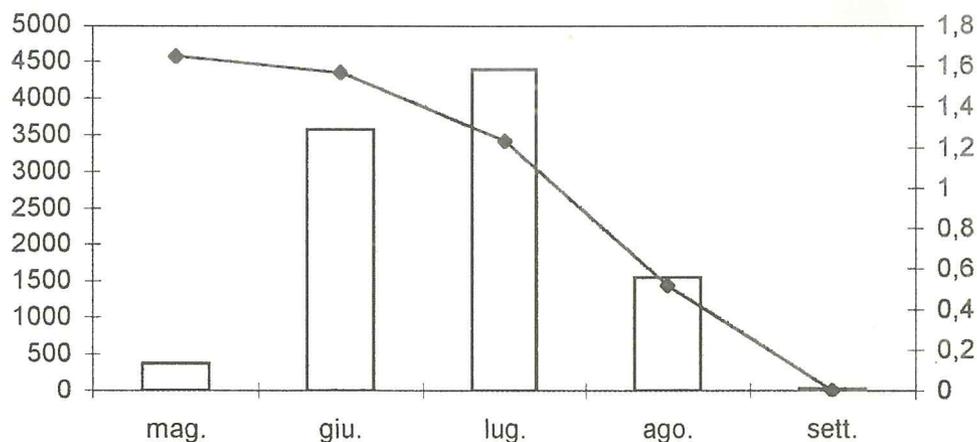


Fig. 1. Percentuali di ricattura entro il 1996 (linea) degli individui inanellati come nidiacei fino al 1995 (istogramma); dati suddivisi per mesi di inanellamento.

Tabella 6. Stima della sopravvivenza e della probabilità di ricattura degli adulti in base al modello D (Probabilità di sopravvivenza e di cattura degli adulti costanti nel tempo). Dati espressi in percentuale.

Parametro	Stima del parametri	Errore Standard	Interv. Conf. al 95%
ϕ (m)	36,7	3,1	30,6-42,9
p (m)	41,0	5,3	30,5-51,4
ϕ (f)	25,6	2,4	20,9-30,4
p (f)	52,4	6,2	40,2-64,7

Parametri: ϕ (m) = tasso di sopravvivenza annuale dei maschi adulti
 ϕ (f) = tasso di sopravvivenza annuale delle femmine
p (m) = probabilità annuale di cattura dei maschi adulti
p (f) = probabilità annuale di cattura delle femmine adulte

confronti statistici tra modelli indicano che si possono considerare attendibili le stime del modello D sia per i maschi sia per le femmine (Tabella 6).

I maschi risultano avere un tasso di sopravvivenza maggiore (37%, s.e. 3%) di quello delle femmine (26%, s.e. 2%), e la differenza percentuale risulta statisticamente significativa $z = 2,796$ ($p < 0,05$) (Brownie *et al.* 1985).

Discussione

La proverbiale fedeltà al sito di nidificazione delle Rondini adulte è ampiamente confermata anche dai dati di questo lavoro, risultando di poco inferiore alla percentuale del 96,6% osservata in Francia da Jarry (1980). Per contro la filopatria dei giovani (intesa come fedeltà all'area di studio) è decisamente bassa, come già notato da Lope Rebollo (1983), che in Estremadura (Spagna) ha osservato un ritorno pari allo 0,9% dei nidiacei inanellati, percentuale confrontabile con l'1,2% osservata in questo studio.

Tenuto conto della probabilità di cattura si può considerare più corretto, come stima della percentuale di ritorno dei giovani, il valore calcolato per la sopravvivenza (3%). Si deve peraltro rilevare che le suddette percentuali assumono un significato biologico solo se confrontate con il reale tasso di sopravvivenza degli individui nel loro primo anno di vita, non noto per la popolazione studiata. Se questo fosse dell'ordine del 20-30%, come rilevato in base ad analisi dei ritrovamenti di Rondini inanellate in altri paesi europei (AA.VV. in Cramp 1988), allora si potrebbe affermare che il 10-15% dei giovani sopravvissuti torna all'area di nascita. Tale ipotetico tasso di filopatria all'area non si discosterebbe quindi sensibilmente dalla percentuale di giovani fedeli al sito di nascita (fra quelli ricatturati nell'area di studio) osservato nell'ambito di questo lavoro (20%).

Nonostante la bassa percentuale di ricatture dei giovani, si è comunque evidenziata una differenza statisticamente significativa nel tasso di ritorno al sito di nascita fra gli individui nati più precocemente e quelli della seconda covata: la diminuzione del tasso di ritorno col progredire della stagione è molto evidente se si confrontano le ricatture prodotte dagli inanellamenti effettuati al nido in giugno con quelli di agosto. Tale fatto può essere interpretato come una maggiore infedeltà al sito di nascita o, più probabilmente, come una maggiore mortalità degli individui nati in stagione più avanzata, in accordo con quanto osservato da Perrins (1965) nella Cinciallegra (*Parus major*) e con quanto generalmente ritenuto dagli ecologi, che cioè gli individui nati più precocemente (e di massa

maggiore) abbiano più elevate probabilità di sopravvivenza (AA.VV. in Kremenetz *et al.* 1989a).

Nel valutare questo dato non bisogna però sottovalutare i possibili effetti di confusione dovuti alle differenti probabilità di ricattura fra individui nati in periodi diversi (Kremenetz *et al.* 1989a), variabilità di cui non si può tenere conto semplicemente confrontando la proporzione di uccelli ricatturati nell'anno successivo, ma che andrebbe studiata con specifici esperimenti di cattura-ricattura e modelli statistici che includano esplicitamente questo parametro.

Le ricatture di individui inanellati come giovani atti al volo, per quanto in numero ridotto, suggeriscono infine la possibilità che alcuni di questi scelgano il sito dove nidificare in futuro già durante gli spostamenti effettuati nel primo anno di vita, nel corso dell'irradimento post-riproduttivo, come già osservato per poche altre specie (Lohrl 1959).

Per quanto attiene la longevità, nel nostro studio la Rondine più vecchia era stata inanellata solamente 6 anni prima come nidiaceo, mentre in letteratura è citato il caso di una Rondine vissuta 15 anni e 11 mesi (Rydzewski in Cramp 1988). D'altra parte la sopravvivenza percentuale media è un dato di ben maggiore rilevanza per gli studi di dinamica delle popolazioni che non la longevità massima (Kremenetz *et al.* 1989b).

La stima della sopravvivenza degli adulti calcolata per l'insieme degli individui inanellati (36,3%, s.e. = 2,4%), è quasi coincidente con il valore (35,9%, s.e. = 2,2%) ottenuto, in base ai ritrovamenti di Rondini inanellate in Gran Bretagna, da Dobson (1990) con il metodo di Haldane (1955). AA.VV. in Cramp (1988) citano inoltre numerosi dati di mortalità ($1-\phi$) compresi fra il 43% ed il 73% (ottenuti peraltro con metodi diversi) da confrontarsi quindi con il 64% di questo studio.

Il confronto con i dati ottenuti con l'analisi delle riprese e la fedeltà degli adulti al sito di nidificazione, ci inducono a ritenere che ($1-\phi = 64\%$), valore che include la mortalità più l'emigrazione permanente dall'area di studio, possa essere considerato una buona approssimazione al tasso di mortalità effettivo per quanto riguarda la popolazione studiata.

I nostri dati sembrano anche indicare che i maschi ($\phi = 37\%$) abbiano una sopravvivenza migliore di quella delle femmine ($\phi = 26\%$), come si deduce anche dai dati relativi alla longevità. Resta il dubbio che tale risultato possa essere influenzato da una minore fedeltà al sito riproduttivo da parte delle femmine, fatto però, che, per quanto riguarda gli adulti, sembra molto limitato e del tutto insufficiente a giustificare la differenza osservata.

Se la fedeltà al sito di nidificazione degli individui tornati nell'area di studio e ricatturati viene assunta come indicativa della fedeltà all'area, si può anche effettuare

una correzione della stima di sopravvivenza dividendo per il valore percentuale della "fedeltà al sito". Tramite questo aggiustamento la sopravvivenza delle femmine aumenta al 28%, restando comunque nettamente inferiore a quella dei maschi ugualmente corretta (39%).

Una differenza dei tassi annuali di sopravvivenza fra i sessi (a favore dei maschi) è già stata osservata in altre specie di uccelli e, in particolare, nel Topino (*Riparia riparia*) (Szep, 1995); nella Rondine tale dato potrebbe essere spiegato con lo svantaggio attribuito alle femmine dalla deposizione di più covate, che si può protrarre in stagione avanzata, fatto che non consentirebbe a molte di esse di acquisire le sufficienti riserve di grasso per affrontare la migrazione (Massi in litt.).

I bassi valori di sopravvivenza osservati in questo studio per quanto concerne le femmine, in congiunzione con il normale e costante successo riproduttivo (Ferro e Fasano 1995), sembrerebbero inoltre suggerire che le cause della diminuzione di questa popolazione di Rondini, rilevata dai suddetti Autori almeno sino al 1993, possano essere ricercate durante la migrazione o lo svernamento piuttosto che durante la riproduzione, fatto già evidenziato per altre popolazioni di Rondini in declino (Møller 1989).

Ricordando comunque che la stima della sopravvivenza effettuata tramite le ricatture è inevitabilmente influenzata negativamente dall'emigrazione permanente degli individui dall'area di studio, un'altra spiegazione al dato osservato potrebbe essere ricercata nella minore disponibilità di siti idonei alla riproduzione, fatto a cui potrebbero essere più sensibili le femmine, mentre i maschi resterebbero comunque più fedeli al vecchio sito riproduttivo, per quanto non più idoneo, od alle sue vicinanze.

In tal senso è auspicabile un ulteriore sviluppo della ricerca con un ampliamento dell'area campionata ed un affinamento dell'analisi dei dati raccolti, anche comparandoli con dati climatici dell'area di svernamento della popolazione interessata, che, in base alle poche ricatture pervenute sino ad oggi (7), sembra essere ubicata prevalentemente in Nigeria.

Alla luce dei risultati esposti ciò sarà possibile soprattutto grazie alla cattura e inanellamento annuale di individui adulti. La loro filopatria consente infatti percentuali di ricattura utili a stimare con sufficiente precisione il tasso di sopravvivenza tramite l'inanellamento di soli 100-200 individui per anno, mentre stime di precisione analoga si possono ottenere solamente con l'inanellamento di un numero circa 15 volte superiore di nidiacei seguito dal successivo controllo degli adulti.

Ringraziamenti - Si ringraziano sentitamente tutti gli allevatori e i contadini del Braidese, che non è possibile citare individualmente in questa sede, per la loro collaborazione a questo studio, con l'augurio che esso possa contribuire, insieme al loro

lavoro, alla conservazione di fiorenti popolazioni di questa specie così confidente.

Un sentito ringraziamento a Mario Milanese per l'attiva collaborazione al lavoro sul campo ed un grazie di cuore anche a Maria Rosa Ferrero ed a Maria Grazia Incani Ferro, per l'aiuto nell'immissione dei dati in computer e nei successivi controlli ed a Ettore Molinaro, direttore del Museo Craveri di Bra, struttura ospitante la Banca Dati del gruppo inanellatori piemontesi.

Il contributo di Jim Nichols è stato determinante per quanto riguarda il reperimento di bibliografia specifica attinente l'analisi della sopravvivenza; mentre la rilettura critica del dattiloscritto da parte di Alberto Massi e Marco Cucco e l'accurata revisione di due referees anonimi hanno contribuito in modo sostanziale al miglioramento del lavoro. Paul Tout ha cortesemente rivisto il riassunto inglese

Riassunto - Dal 1988 al 1996 sono state inanellate 13024 Rondini (*Hirundo rustica*) in un'area di circa 65 Km² presso Bra (CN). La fedeltà al sito di nidificazione risulta molto elevata; il 93% degli adulti ricatturati nell'area di studio (che rappresentano il 15% del totale degli individui inanellati) è ritornato al sito di nidificazione precedente. Per contro, la percentuale di ricattura degli individui inanellati da nidiacei, pari all'incirca all'1%, indica invece una scarsa fedeltà all'area di origine e fra gli individui che ritornano nell'area, solo il 20% torna nella stessa colonia di nascita.

In considerazione dell'elevata fedeltà al sito di riproduzione, le ricatture effettuate all'interno dell'area di studio consentono di ritenere prossimo alla realtà il tasso di sopravvivenza stimato per gli adulti, che risulta pari al 36% (s.e.=2%), peraltro simile a valori ottenuti tramite riprese su vasta area geografica (ad es. in Inghilterra).

Il dato di sopravvivenza ottenuto per i giovani (3%) è invece palesemente sottostimato, probabilmente a causa della consistente percentuale di individui che emigrano per nidificare in altre zone. Il numero di questi ultimi potrebbe essere 5-10 volte maggiore di quelli tornati nell'area, se, anche per la popolazione in studio, il tasso di sopravvivenza nel primo anno di vita fosse pari al 20-30%, come risulta da analisi dei ritrovamenti su vasta area geografica effettuate da altri Autori.

Un'osservazione interessante relativamente ai giovani è la più elevata percentuale di ritorni fra gli individui nati più precocemente, che potrebbe essere dovuta ad una migliore sopravvivenza.

Per quanto concerne gli adulti è stato possibile differenziare la mortalità a seconda dei sessi ed i maschi (37%; s.e.=3%) sembrano sopravvivere in percentuale maggiore delle femmine (26%, s.e.=2%).

Se questo dato non si rivelasse dovuto ad una più alta percentuale di emigrazione delle femmine rispetto ai maschi, esso potrebbe spiegare la diminuzione della popolazione in studio, che presenta invece normali tassi riproduttivi.

Bibliografia

- Baille S.R. and Green R.E., 1987. The importance of variation in recovery rates when estimating survival rates from ringing recoveries. *Acta Ornithologica*, 23: 41-60.
- Boano G., Cucco M., Malacarne G. e Orecchia G. 1993. Survival rate and mate fidelity in the Pallid Swift *Apus pallidus*. *Avocetta*, 17: 189-197.
- Brichetti P. e Caffi M. 1992. Biologia riproduttiva di una popolazione di Rondine, *Hirundo rustica*, nidificante in un cascinale della padania. *Riv. Piem. St. Nat.*, 13: 73-87.
- Brichetti P. e Massa B. 1997. Check-list degli Uccelli italiani

- aggiornata al 1995. In Brichetti P. e Gariboldi A., Manuale pratico di Ornitologia., Edagricole.
- Brownie C.D., Anderson D.R., Burnham K.P. and Robson D.S. 1985. Statistical inference from band recoveries data: a handbook. Second ed. U.S.Fish and Wildl. Serv. Resour. Publ., 156: 1-305.
- Brownie C.D., Hines J.E. and Nichols J.D. 1986. Constant-parameter capture-recapture models. *Biometrics*, 42: 561-574.
- Buckland S.T. 1982. A mark-recapture survival analysis. *Journ. Anim. Ecol.*, 51: 833-847.
- Chiantaretto P. e Ferrari R. 1990. Dati preliminari sulla biologia riproduttiva ed eco-etologia di una popolazione di rondine (*Hirundo rustica*), in provincia di Torino. *Mus. Reg. Sci. Nat.*, Torino, 221-223.
- Clobert J. et Lebreton J.-D., 1991. Estimation of demographic parameters in bird populations. In Perrins C. M. *et al.* (ed.), *Bird population studies: Relevance to conservation and management*. Oxford Univ. Press, pp. 75-104.
- Cramp S. (ed.) 1988. *Birds of the Western Palearctic*, Vol. V. Oxford Univ. Press., Oxford.
- Dimarca A. e Lo Valvo M. 1987. Dati sulla biologia riproduttiva della Rondine, *Hirundo rustica*, in Sicilia. *Riv. ital. Orn.*, 57: 85-96.
- Dobson A. 1990. Survival rates and their relationship to life-history traits in some common British birds. *Current ornithology*, 7: 115-146. Plenum Press, new York.
- Hagemeijer W.J.M. and Blair M.J., 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds*. Poyser.
- Ferro G. e Fasano S. 1995. Biologia riproduttiva della Rondine (*Hirundo rustica*): sintesi di sei anni di inanellamento. *Atti VII Conv.Naz.Orn.*, Urbino 23-26 settembre 1993; *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina*, 22: 523-525.
- Glutz Von Blothzeit U.N. und Bauer K. 1985. *Handbuch der Vogel Mitteleuropas*. Vol. 10, AULA-Verlag, Wiesbaden.
- Guerrieri G., Biondi M. e Petrelli L. 1990. Influenza dei parametri meteorologici ed ambientali sullo svernamento della rondine, *Hirundo rustica*, nell'Italia centrale. *Riv. ital. Orn.*, 60: 137-146.
- Gustin M., Plini P. e Bezzi E.M. 1990. Alcuni aspetti della migrazione pre-nuziale di Rondine rossiccia, Rondine, Balestruccio e Topino a Capo d'Otranto, Penisola salentina. *Riv. ital. Orn.*, 60: 71-77.
- Hagemeijer W.J.M. and Blair M.J., 1997. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds*. Poyser.
- Haldane J.B.S. 1955. The calculation of mortality rates from ringing data. *Acta XI Congr. intern. Ornith.*, Basel, pp. 454-458.
- Jarry G. 1980. Dynamique d'une population d'Hirondelle rustiques, *Hirundo rustica*, L., dans l'est de la région parisienne. *L'Oiseau et RFO*, 50: 277-294.
- Krementz D.G., Nichols J.D. and Hines J.E. 1989a. Postfledging survival of European Starlings. *Ecology*, 70: 646-655.
- Krementz D.G., Sauer J.R. and Nichols J.D. 1989b. Model-based estimates of animal survival rate are preferable to observed maximum lifespan statistics for use in comparative life-history studies. *Oikos*, 56: 203-208.
- Lohrl H. 1959. Zur Frage des Zeitpunktes einer Prägung auf die Heimatregion beim Halsbandschnapper (*Ficedula albicollis*). *J. Orn.*, 100: 132-140.
- Lope Rebollo F. 1983. La reproduction d'*Hirundo rustica* en Estremadura (Espagne). *Alauda*, 51: 81-91.
- Martin T.E., Clobert J., Anderson D.R., 1995 - Return rates in studies of life history evolution: are biases large? *Journal of Applied Statistics*, 22: 863-875.
- Massi A., Fossi C., Lari L., Leonzio C., Casini S. e Ferro G. 1991. Effetto dell'uso di insetticidi organofosforici sul livello delle esterasi ematiche in esemplari di Rondine, *Hirundo rustica*. *Riv. ital. Orn.*, 61: 101-106.
- Møller P.A. 1989. Population dynamics of a declining Swallow *Hirundo rustica* population. *J. Anim. Ecol.*, 58: 1051-1063.
- Møller P.A. 1994. Sexual selection and the Barn Swallow. Oxford Univ. Press. Oxford, pp. 365.
- Nichols J.D. 1994. Capture-recapture Methods for Bird Population Studies. *Atti VI Conv. Ital. Orn.* (Torino, ottobre 1991), *Mus. reg. Sci. nat.*, Torino, Monogr. : 31-51.
- Payne R.B. and Payne L.L. 1990. Survival estimates of Indigo Buntings: comparison of banding recoveries and local observations. *Auk*, 92: 938-946.
- Perrins C.M. 1965. Population fluctuations and clutch-size in Great Tit, *Parus major*. *J. Anim. Ecol.*, 34: 601-647.
- Pilastro A. e Magnani A. 1997. Weather conditions and fat accumulation dynamics in pre migratory roosting swallows *Hirundo rustica*. *J. Avian Biol.*, 28: 338-344.
- Pollock K.H., Hines J.E. and Nichols J.D. 1985. Goodness-of-fit tests for open capture-recapture models. *Biometrics*, 41: 399-410.
- Pollock K.H., Nichols J.D., Brownie C. and Hines J.E. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs*, 54: 1-97.
- Selmi E. 1982. Nidificazione della Rondine *Hirundo rustica* presso Nonantola (Modena). *Avocetta*, 6: 133-186.
- Szep T. 1995. Relationship between west African rainfall and the survival of central European Sand Martins *Riparia riparia*. *Ibis*, 137: 162-168.
- Tucker G.M. and Heat M.F. 1994. *Birds in Europe. Their Conservation Status*. Birdlife International.
- Turroni E. e Cucco M. 1990. Osservazioni sulla crescita dei nidiacei di rondine *Hirundo rustica* e relazioni con parametri ambientali. *Mus. Reg. Sci. Nat.*, 215-220.