

STEFANO GELLINI**, PIERANDREA BRICHETTI*
PIERPAOLO CECCARELLI** e UGO F. FOSCHI**

EFFETTI DELL'INSULARITÀ SULLA RICCHEZZA E STRUTTURA DELLE COMUNITÀ ORNITICHE IN UN AMBIENTE MEDITERRANEO

RIASSUNTO – Il confronto delle comunità di ambiente di macchia e di pineta del promontorio del Gargano e delle Isole Tremiti evidenzia un rilevante effetto di impoverimento faunistico sulle isole e la presenza di un effetto di compensazione di densità relativamente all'Occhiocotto *Sylvia melanocephala* in ambiente di pineta.

SUMMARY – *Consequences of insularity on the richness and structure of the bird communities in a mediterranean environment.* The birds of the Gargano promontory and of the Tremiti Islands (Southern Italy) have been censused in two habitats: maquis and pine-woods of *Pinus halepensis*. Censuses were taken using the IPA technique.

Remarkable effects of faunistic impoverishment have been recorded on islands. We have calculated the expected number of species accepting the hypothesis that the island counts are drawn randomly from the Promontory counts. We have thus obtained a loss of 14 species in the pine-woods and of 5 species in the maquis. At the species level, *Sylvia melanocephala* shows a phenomenon of density compensation in the pine-woods on the islands (probably due to the absence of *Sylvia atricapilla*) but not in the maquis.

Carduelis carduelis (the only species, along with *Sylvia melanocephala*, common both to the islands and to the Promontory) does not show any effect of compensation, despite the absence or rarity of *Fringilla coelebs*, *Carduelis chloris* and *Serinus serinus*. *Carduelis carduelis* is a recent colonizer, and perhaps is still numerically below the environment carrying capacity.

INTRODUZIONE

Ad oltre 20 anni dalla sua prima introduzione, la teoria dell'equilibrio dinamico della biogeografia insulare (MACARTHUR e WILSON 1963, 1967) unita all'apparato formale della teoria della competizione (MACARTHUR, 1972) rimane forse la sintesi più compiuta e concettualmente semplice prodotta nel settore della zoogeografia. Nei Paesi anglosassoni, in particolare in seguito alla pubblicazione di lavori piuttosto critici nei confronti della teoria e delle sue conferme sperimentali (es. SIMBERLOFF, 1983 per una sintesi al riguardo), molta attenzione è stata dedicata alla teoria, alle sue implicazioni ed alla sua sperimentazione in condizioni naturali (es. REY, 1984), mentre scarse sono le analisi delle avifaune di ambienti insulari nell'area mediterranea (BLONDEL, 1979, 1985; BLONDEL e FROCHOT, 1976; BLONDEL e HUC, 1978 per la Corsica; MASSA, 1981, 1982; MASSA e SCHENK, 1983 per Sicilia, Sardegna, Corsica e la penisola italiana), e pressoché assenti i dati relativi alle piccole isole, con esclusione di alcuni recenti lavori (es. LO VALVO e MASSA, 1988).

Nel presente lavoro sono analizzati i dati raccolti sul promontorio del Gargano e

* Gruppo Ricerche Avifauna, Museo Civico di Scienze Naturali, Brescia.

** Museo Ornitologico, Forlì.

sulle isole Tremiti al fine di verificare la presenza di effetti di impoverimento faunistico e di eventuali fenomeni di compensazione (MACARTHUR *et al.* 1972; CODY 1975).

AREA DI STUDIO

Per una esauriente descrizione ambientale delle Tremiti si rimanda ai lavori di MOLTONI (1957), DI CARLO (1963, 1966) e SPINA (1982), che costituiscono le uniche fonti precedenti di informazione per l'avifauna delle isole. Ci limitiamo qui ad esporre i principali caratteri geomorfologici e vegetazionali. Si tratta di un piccolo arcipelago posto a circa 22 Km di distanza dal Gargano e costituito da tre isolotti principali, separati da tratti di mare di poche centinaia di metri, e da alcuni scogli. Le isole principali sono: S. Domino (2.08 Km², altitudine massima 116 m, abitata); S. Nicola (0.41 Km², alt. max. 75 m, abitata); Caprara o Capraia (0.44 Km², alt. max. 56 m, disabitata). Caratteri comuni alle tre isole sono la struttura calcarea, le coste in gran parte a falesia e a scogliera, l'assoluta mancanza di sorgenti e fonti d'acqua.

L'aspetto vegetazionale risulta invece differenziato; S. Domino è ricoperta per circa metà della sua estensione da una matura pineta di Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), associata ad un sottobosco con elementi di macchia mediterranea, e per il resto è occupata dagli abitati, da prati incolti ed esigue coltivazioni; le altre due isole si presentano complessivamente brulle, con modeste fasce di macchia bassa e magri pascoli che ospitano caprini allo stato semiselvatico.

Per quanto riguarda il Gargano, è stata oggetto di indagine la sola area costiera prospiciente le Tremiti, nei tratti a copertura vegetazionale costituita da pineta matura di Pino d'Aleppo e macchia degradata.

METODI

Il dettaglio dei metodi utilizzati per la ricerca è stato pubblicato in BRICHETTI *et al.* (1988), al quale rimandiamo per l'elenco completo delle specie terrestri nidificanti e per un'analisi storica dei popolamenti in base ai dati disponibili nella seconda metà del secolo attuale.

Le ricerche sono state comunque svolte nei due soli tipi di ambiente (pineta e macchia degradata) presenti con ampie estensioni sia nel Gargano che nelle Tremiti, in quanto le componenti di complessità e ricchezza ambientale svolgono un ruolo fondamentale nel determinare le caratteristiche del popolamento avifaunistico e debbono pertanto essere prese in considerazione per ogni tentativo di comparazione (es. LACK, 1976; JARVINEN e HAILA, 1984).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Ricchezza delle comunità

In tab. I figurano alcune statistiche relative ai conteggi per punti di ascolto eseguiti negli ambienti di macchia degradata e di pineta delle isole e del Gargano (per le pinete del Gargano sono stati inclusi anche dodici conteggi frequenziali effettuati seguendo la metodologia E.F.P., es. BLONDEL, 1985). Il parametro a/Nr (pendenza, calcolata tra penultimo ed ultimo rilevamento, della curva di ricchezza cumulata, es. BLONDEL, 1985) conferma che il numero di conteggi effettuati in ogni ambiente appare sufficiente-

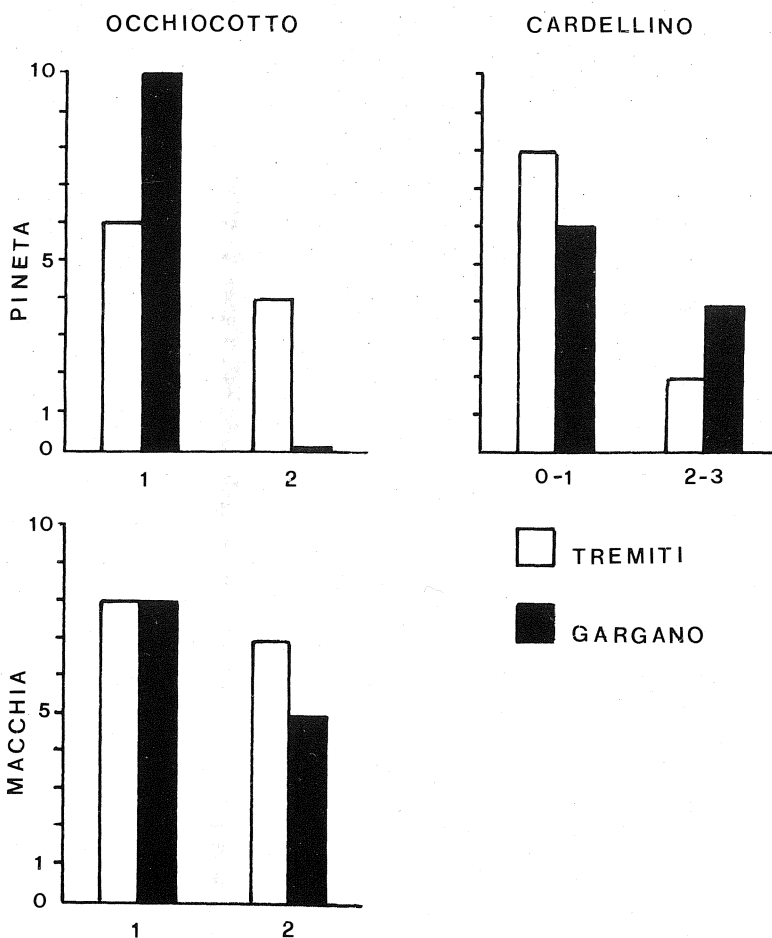


Fig. 1 - Frequenza dei conteggi I.P.A. nelle classi indicate. In ascissa valori I.P.A., in ordinata frequenza assoluta.

Fig. 1 - I.P.A. counts frequency in pine woods vs maquis, island vs mainland, low values vs high values, for *Sylvia melanocephala* and *Carduelis carduelis*.

	Nr	NS	NmS	s	Min	Max	a/Nr	p
Pineta Gargano	22	25	9.7	1.9	5	12	0.3	} <.001
Pineta Tremiti	10	5	2.3	1.1	1	4	0.2	
Macchia Gargano	13	9	3.4	1.5	1	7	0.3	} <.001
Macchia Tremiti	15	2	1.1	0.3	1	2	0.1	

Tab. I - Quadro generale dei rilevamenti a livello delle comunità. Nr = numero complessivo di punti di rilevamento. NS = Numero totale di specie. NmS = numero medio di specie per rilevamento. s = deviazione standard. Min, Max = numero minimo e massimo di specie rilevate. a = numero di specie presenti in un solo rilevamento. p = livello di significatività della differenza in ricchezza delle stazioni del Gargano e delle Tremiti (test U di Mann-Withney).

Tab. I - Nr = total number of point counts. NS = total number of species. NmS = mean of the number of species/count. s = standard deviation of Nms. Min, Max = minimum and maximum value of the number of species/count. a = number of species recorded in only one point count. p = significance level of the difference in richness between the Gargano and island stations (Mann-Withney U test).

mente elevato per gli scopi del presente studio: nel caso peggiore (macchia del Gargano) sarebbero teoricamente necessari altri quattro punti per aumentare di una unità il numero complessivo di specie.

Gli effetti dell'impoverimento faunistico sulle Tremiti sono evidenti sia a livello del popolamento complessivo degli habitat (20 specie su 25 mancanti in ambiente di pineta e 7 su 9 in ambiente di macchia) sia al livello della singola stazione (in pineta, ogni stazione del Gargano è circa quattro volte più ricca in specie che sulle Tremiti; in macchia, circa tre volte più ricca). Come era prevedibile, la differenza tra le ricchezze delle stazioni è altamente significativa sia in pineta che in macchia (test U di Mann-Whitney).

Per quanto riguarda la ricchezza complessiva, tuttavia, il semplice conteggio delle specie mancanti può costituire una sovrastima dell'effetto di depauperazione faunistica insulare. Infatti, anche adottando l'ipotesi nulla che le stazioni censite sulle Tremiti costituiscano un campione casuale tratto dagli ambienti equivalenti del Gargano, il numero atteso di specie sulle Tremiti potrebbe comunque risultare inferiore al numero totale rilevato sul Gargano, in dipendenza sia dalla minore estensione che dalla presenza di specie rare (JARVINEN e HAILA, 1984). Adottando un semplice modello binomiale, il numero atteso di specie può essere stimato con la formula:

$$NS(a) = \sum_{i=1}^S (1 - (1 - F_i)^{Nr})$$

dove NS(a) = numero atteso di specie sulle Tremiti; S = numero complessivo di specie rilevate sul Gargano; F_i = frequenza relativa della specie i -ma sul Gargano (calcolata in base alla presenza/assenza della specie nei rilevamenti effettuati); Nr = numero di stazioni censite sulle Tremiti.

Tale formula deriva dalla considerazione che il numero atteso di specie in Nr stazioni scelte a caso in un'area, è uguale alla somma di S termini, ciascuno costituito dalla probabilità di ogni specie presente in tale area (con frequenza F_i) di comparire in almeno una delle Nr stazioni. Applicando la formula precedente, si ottengono i più realistici valori di 19.14 specie attese per gli ambienti di pineta, e di 6.85 specie attese per gli ambienti di macchia. Si può pertanto concludere che l'effetto di impoverimento faunistico riguarda circa 14 specie per le pinete e 5 specie per la macchia.

Questo risultato ci pare particolarmente "solido", anche in considerazione del fatto che il numero di rilevamenti eseguiti sulle Tremiti è il massimo che poteva essere realizzato, compatibilmente con la necessità di effettuare punti d'ascolto isolati tra loro e lontani da margini ed ecotoni. Ad ulteriore conferma del massiccio fenomeno d'impoverimento faunistico, sottolineiamo che, in generale, una diminuzione di ricchezza è rilevabile, nelle isole, solo a livello dell'intera avifauna, e non dei singoli habitat (es. BLONDEL, 1985 per la Corsica) in conseguenza di effetti di "allargamento d'habitat" che non sembrano assumere rilievo alcuno sulle Tremiti, nelle quali la disponibilità di habitat diversificati è estremamente ridotta.

Effetti di compensazione

La tabella completa dei valori I.P.A. per il Gargano e le Tremiti è riportata in BRICCHETTI *et al.* (1988); da essa si ricava che le uniche specie abbondanti sia sulle Tremiti che sul Gargano sono Occhiocotto *Sylvia melanocephala* e Cardellino *Carduelis carduelis*: in fig. 1 sono riportate le frequenze assolute di due classi di conteggi I.P.A. (rispettivamente valori I.P.A. di 1 e 2 per l'Occhiocotto, valori 0-1 e 2-3 per il Cardellino). L'Oc-

chiocotto, presente sia in macchia che in pineta, appare più abbondante sulle Tremiti. La differenza, tuttavia, risulta statisticamente interessante solo per la pineta (test esatto di Fisher, $p < .09$ ad un test bilaterale; il risultato è notevole in considerazione della piccola dimensione del campione utilizzato). Il Cardellino, presente solo in pineta, appare più abbondante sul Gargano che sulle Tremiti (differenza non significativa).

Il già noto fenomeno di espansione in atto per il Cardellino è forse responsabile della situazione rilevata per questa specie sulle Tremiti (piuttosto sorprendente dal punto di vista della teoria della competizione, considerata l'assenza sulle isole del Verdone *Carduelis chloris* e l'estrema rarità del Fringuello *Fringilla coelebs* e del Verzellino *Serinus serinus*); naturalmente, effetti di compensazione di densità non possono essere previsti se non per specie vicine alla capacità portante dell'ambiente. In questo senso, risultati più significativi potranno essere ottenuti controllando il popolamento nel corso dei prossimi anni.

In ambiente di pineta, per l'Occhiocotto sembra verificarsi compensazione di densità, probabilmente attribuibile all'assenza della Capinera *Sylvia atricapilla*, molto frequente sul Gargano. L'assenza di effetti di compensazione riscontrabile in macchia può invece essere legata al fatto che, anche sul Gargano, non ci sono specie congeneriche abbondanti (la Capinera è presente ma scarsa, il Canapino *Hippolais polyglotta* pressoché assente), la cui assenza sulle Tremiti giustifichi un allargamento di nicchia e il conseguente aumento di densità (es. CODY, 1975).

In definitiva è lecito concludere che, per quanto riguarda le analisi che possono essere effettuate in modo statico, cioè indipendente dalla dinamica a lungo termine dei popolamenti insulari, i risultati conseguiti sono in sostanziale accordo con le previsioni della teoria dell'equilibrio.

B I B L I O G R A F I A

- BLONDEL J., 1979 - *Biogeographie et ecologie*. Masson, Parigi.
- BLONDEL J., 1985 - *Habitat selection in island versus mainland birds*. In: CODY M. L. (ed.) *Habitat selection in birds*. Academic Press, London: 477-516.
- BLONDEL J., FERRY C. e FROCHOT B., 1970 - *La methode des indices ponctuels d'abondance (I.P.A.) ou des releves d'avifaune par "stations d'ecoute"*. Alauda 38: 55-71.
- BLONDEL J. e FROCHOT B., 1976 - *Caracteres generaux de l'avifaune corse*. Bull. Soc. sci. hist. et nat. Corse 619/620: 63-74.
- BLONDEL J. e HUC R., 1978 - *Atlas des oiseaux nicheurs de France et biogeographie ecologique*. Alauda 46: 107-129.
- BRICHETTI P., CECCARELLI P., FOSCHI U. F. e GELLINI S., 1988 - *Analisi comparata delle avifaune delle isole Tremiti e del Gargano (Puglie)*. Naturalista sicil., s. IV, 12 (suppl.): 205-209.
- CODY M. L., 1975 - *Towards a theory of continental species diversity*. In: CODY M. L. e DIAMOND J. M. (eds.). *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press Harvard Univ. Press, Cambridge (Mass.): 214-257.
- DI CARLO E. A., 1963 - *Gli uccelli estivi delle Isole Tremiti*. Riv. ital. Orn. 33: 57-78.
- DI CARLO E. A., 1966 - *Saggio sul passo primaverile ed estivo-autunnale nelle Isole Tremiti*. Riv. ital. Orn. 36: 324-344.
- LACK D., 1976 - *Island biology illustrated by the land birds of Jamaica*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- JARVINEN O. e HAILA Y., 1984 - *Assembly of land birds communities on northern islands: a quantitative analysis of insular impoverishment*. In: STRONG D. R., SIMBERLOFF D., ABELE L. G. e THISTLE A. B. (eds.). *Ecological communities: conceptual issue and the evidence*. Princeton University Press, Princeton: 138-147.
- LO VALVO M. e MASSA B., 1988 - *Analisi multivariata di alcune variabili che influenzano la ricchezza specifica in*

- isole mediterranee e macaronesiche*. Naturalista sicil., s. IV, 12 (suppl.): 217-222.
- MACARTHUR R. H., 1972 - *Geographical ecology*. Harper & Row, New York.
- MACARTHUR R. H., DIAMOND J. M. e KARR J. R., 1972 - *Density compensation in island faunas*. Ecology 53: 330-342.
- MACARTHUR R. H. e WILSON E. O., 1963 - *An equilibrium theory of insular zoogeography*. Evolution 17: 373-387.
- MACARTHUR R. H. e WILSON E. O., 1967 - *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton.
- MASSA B., 1981 - *Primi studi sulla nicchia ecologica di cinque Silvidi (gen. Sylvia) in Sicilia*. Riv. ital. Orn. 51: 167-178.
- MASSA B., 1982 - *Il gradiente faunistico nella penisola italiana e nelle isole*. Atti Soc. ital. Sci. nat. Mus. Civ. St. Nat. Milano, 123: 353-374.
- MASSA B. e SCHENK H., 1983 - *Similarità tra le avifaune della Sicilia, Sardegna e Corsica*. Lav. Soc. ital. Biogeogr. 8: 757-799.
- MOLTONI E., 1957 - *Escursione ornitologica alle Isole Tremiti (Mare Adriatico) nell'agosto 1956*. Riv. ital. Orn. 27: 81-99.
- REY J. R., 1984 - *Experimental tests of island biogeographic theory*. In: STRONG D. R., SIMBERLOFF D., ABELE L. G. e THISTLE A. B. (eds.). *Ecological communities: conceptual issue and the evidence*. Princeton University Press. Princeton: 101-112.
- SIMBERLOFF D., 1983 - *Biogeography: the unification and maturation of a science*. In: BRUSH A. H. e CLARK G. A. JR. (eds.). *Perspectives in ornithology*. Cambridge University Press, Cambridge: 411-455.
- SPINA F., 1982 - *Notizie ornitologiche dalle Isole Tremiti*. Riv. ital. Orn. 52: 110-118.

Indirizzo degli Autori:

STEFANO GELLINI, PIERPAOLO CECCARELLI e UGO F. FOSCHI, Museo Ornitologico, via Pedriali 12-47100 FORLÌ
PIERANDREA BRICHETTI, Gruppo Ricerche Avifauna, Museo Civico di Scienze Naturali, via Ozanam 4-25128 BRESCIA