

UC Merced

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography

Title

Per una biogeografia dei sistemi trofici: generalità e metodologie quantitative

Permalink

<https://escholarship.org/uc/item/4bw7c8vh>

Journal

Biogeographia - The Journal of Integrative Biogeography, 11(1)

ISSN

1594-7629

Authors

Contoli, Longino
Marenzi, Anna Rosa
Napoleone, Ileana

Publication Date

1987

DOI

10.21426/B611110258

Peer reviewed

Per una biogeografia dei sistemi trofici: generalità e metodologie quantitative

LONGINO CONTOLI*, ANNA ROSA MARENZI**,
ILEANA NAPOLEONE**

*CNR, Centro per la Genetica Evoluzionistica, Roma

**CNR, Istituto per le Applicazioni del Calcolo, Roma

SUMMARY

In the frame of rising interest of theoretical Ecology towards functional system, Biogeography can be supported by knowledges about the actual presence of a given prey-predator system in a study area, besides of the faunistic copresence of the relevant taxonomic entities.

In such a perspective, the examination of indigested structures, e. g. bones from raptor pellets, can be very useful. The inaccuracies of such methods are minimized in a biogeographical context, whereas they enables to overcome the usual methodological disorder of faunistic researches.

Some suitable numerical approaches are briefly discussed, with special regard to the «terrestrial mammals - owls» trophic systems among the best known and more widespread ones in Italy.

The amount of data calls for the support of data-bases, as that one recently implemented to the I.A.C.-CNR, according to the TAXIR system.

A careful choice of descriptive parameters and informatic opportunities can enable to get information according a number of both geographical and ecological factors, possibly interacting with historical ones in shaping the chorology of the prey taxa.

As matter of example, the relation between preys chorological categories and environmental factors is examined, thanks to the «Analyse des correspondances» method: so, the outstanding rôle of, not only geographical, but also ecological, insularity is confirmed.

Moreover, in many cases can be possible the evaluation of the average quantitative importance of a given prey species in the diet of a predator. That allows some probabilistic approaches to the reliability of the apparent absence of that prey species from a study area.

UNITÀ FUNZIONALI E BIOGEOGRAFIA

Il gruppo tassonomico ed in particolare la specie ha sempre costituito la tradizionale e fondamentale unità di riferimento in biogeografia (cfr. e.g. AA.VV., 1970-1980) e, sulla scia dell'approccio quantitativo-statistico (cfr. Mc Arthur, 1972), si sta giungendò oggi alla migliore comprensione del ruolo dei fattori energetici nella composizione quantitativa delle faune (Wright, 1983).

D'altra parte l'Ecologia teorica sembra interessarsi sempre più alle unità funzionali, sovratassonomiche, degli ecosistemi: si pensi, e.g., a tal proposito, al pur molto discusso concetto di «guild» (Root, 1967; Colwell, 1979; Pianka, 1980; Jaksic, 1981; etc.), a quello di «clique» (Cohen, 1977, 1978; Critchlow & Stearns, 1982; Yodzis, 1982), a quello di «environ» (Patten, 1982), ai «blocchi» di May (1972), ai «compartimenti» di Pimm (1978), e così via; tutto ciò sembra avallare la crescente sensazione che il concetto di «taxon» sia di per sé insufficiente ad affrontare le nuove problematiche sinecologiche.

La biogeografia studia fenomeni all'interfaccia fra fattori ecologici, statistico-geografici e paleogeografico-«storici», i quali vanno accuratamente analizzati e distinti nella sintesi interpretativa (La Greca, 1964); detta disciplina può pertanto giovare di un'analisi che conduca a meglio comprendere i rapporti sinecologici sui quali si basa il funzionamento e l'evoluzione degli ecosistemi.

È ovvio, fra l'altro, che la presenza simpatica di due taxa per solito collegati da un rapporto funzionale diretto non implica di necessità che tale rapporto in effetti sussista a livello locale; difatti, la teoria della nicchia ecologica prevede che la nicchia realizzata da un dato numero di organismi di una data specie possa differire anche di molto da quella potenziale ipotizzabile o, più semplicemente, da quella realizzata da un altro insieme, più vasto o comunque differente, di individui della specie in questione.

Poiché un rapporto funzionale diretto tra due specie si può instaurare solo se esiste, su qualche «coordinata», una sovrapposizione fra le rispettive nicchie, oltre che tra gli areali di distribuzione, ciò significa che, pur sempre in condizioni di simpatria, situazioni locali possono attivarlo o meno; e, per converso, che l'attivazione o meno di tale rapporto può fornire importanti indicazioni circa i fattori ecologici che influenzano la diffusione delle specie e le spinte evolutive che localmente queste subiscono.

Un esempio in tal senso potrà nel contempo avvicinarci alla specifica problematica dei sistemi trofici, sui quali si baserà la successiva trattazione: si tratta del sistema trofico «*Tyto alba-Sorex minutus*»; i taxa componenti sono quasi ovunque simpatici, in Italia, dal punto di vista della distribuzione, ma il sistema da essi costituito, pur essendo localmente ben rappresentato, è attivo solo qua e là, ove parametri di nicchia del tipo «quota s.l.m. non superiore a 1000 m» del rapace e «condizioni bioclimatiche non termoxerofile» della preda risultano reciprocamente compatibili (Fig. 1).

In realtà, fra i sistemi funzionali, a quelli trofici è affidato in pratica il flusso energetico negli ecosistemi; infatti, «sistema trofico» è un'espressione abbastanza generica ed elastica da poter indicare uno o più nessi funzionali di una rete trofica, in ogni caso collegati tra loro ad un livello trofico superiore od inferiore.

Nonostante la sua vasta semantica, il sistema trofico si distingue, così, assai bene dal livello trofico e dalla nicchia trofica (concetto questo probabilmente più complesso di quanto non sembri a prima vista; Cfr. Contoli, 1985), mentre lo spettro trofico, il destino trofico e la rete trofica ne costituiscono casi particolari (Fig. 2).

IL REPERIMENTO DEI DATI

Tra i sistemi trofici semplici, che collegano due sole specie, spiccano quelli «preda-predatore», i quali potrebbero al limite intendersi come casi particolari comuni alle «Sink food webs» ed alle «Source food webs» di Cohen (1977 e 1978); lo studio di tali sistemi, di per sé piuttosto complesso,

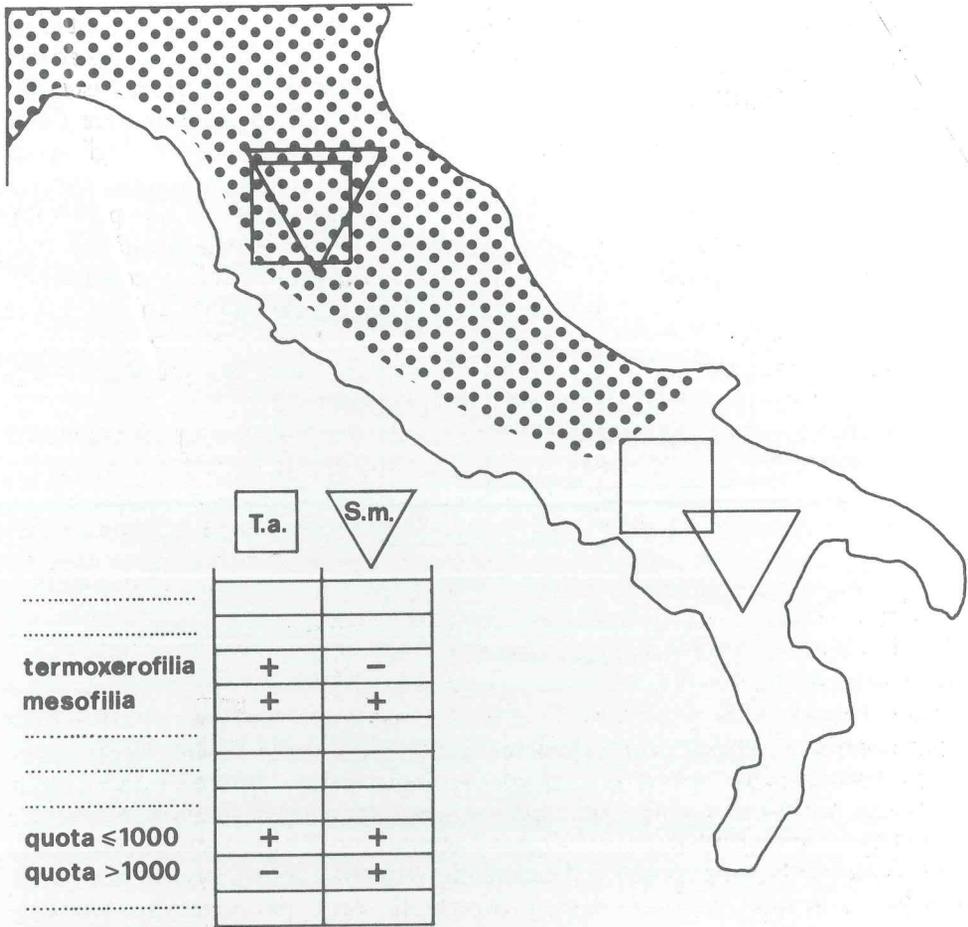


FIG. 1

pone qualche discreto problema metodologico, in quanto è raro disporre di dati ad una tempo omogenei e sufficientemente abbondanti così da consentire qualche semplice analisi statistica; infatti, e.g., fra le differenti fonti di informazione, l'osservazione diretta pecca sovente di soggettività, mentre l'esame di predatori abbattuti impedisce, fra l'altro di seguire nel tempo le variazioni individuali della dieta e non è praticabile nel caso di specie con limitato numero di effettivi, come si verifica, oggi più che mai, per tutti gli uccelli rapaci, quasi tutti i mammiferi carnivori e molti mammiferi insettivori.

Ciò conduce il più delle volte ad usare un numero troppo scarso di dati, ovvero dati, sì abbondanti, ma disomogenei fra loro; si oscilla cioè fra lo spreco di informazione e l'uso improprio della stessa.

Esistono tuttavia metodi che consentono, in circostanze favorevoli, un reperimento massivo di dati: si veda, a tal proposito, l'ottimo ed attuale lavoro

lettere = specie
 numeri = livelli trofici

□ = sistemi trofici

Casi particolari di sistemi trofici

⋯ = rete trofica

— = spettri trofici o diete
 = [spettro trofico + strategia trofica = nicchia trofica]

⌋ = destini trofici

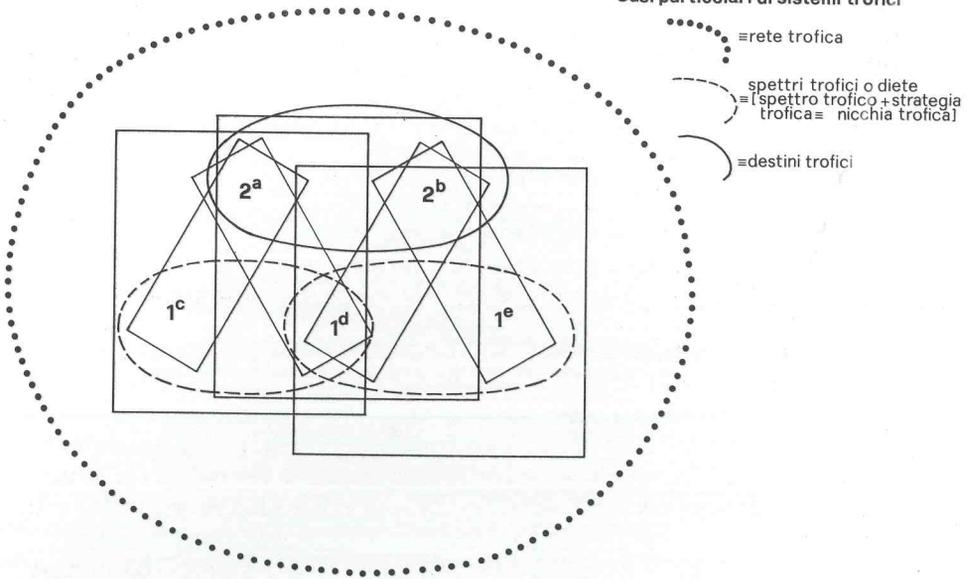


FIG. 2

di Erlinge *et al.* (1983); in particolare, risulta spesso utile l'esame degli escrementi, adottato per specie di ecologia, etologia, mole corporea e rarità assai differenti (solo due esempi: gli studi su *Sorex araneus*, di Churchfield, 1982; e, d'altra parte, di Fabbri & Vigna Taglianti, su *Ursus arctos marsicanus*, 1985); del pari vantaggioso è l'esame dei rigetti fisiologici sotto forma di «borre» o «cure», usato per Laridi, Alcedinidi, ecc., ma soprattutto per Falconiformi e Strigiformi (cfr. Uttendoerfer, 1952; Chaline *et al.*, 1974; Contoli, 1980, 1981); in tutti questi ed in vari altri casi, si trae profitto dalla possibilità di classificare agevolmente le prede a partire da resti indigeriti, per solito scheletrici, ma anche, e.g., da peli (cfr. Keller, 1978, 1980, 1981a e b).

Circa i particolari di tali metodologie, si rimanda alla ormai ricchissima letteratura; qui va rilevato che, grazie ad una sola di esse, è spesso possibile reperire materiale di uno o due ordini di grandezza più abbondante di quello ottenibile dalla sommatoria (peraltro, sgradevolmente eterogenea!) di altre tecniche; e che talune limitazioni tipiche dei suddetti metodi, come quelle «di scala» territoriale, divengono trascurabili a livello biogeografico.

Così, nel caso dello studio dei rapporti trofici fra Strigiformi e micromammiferi terragnoli, che ci servirà da esempio anche nel prosieguo dell'esposizione, l'analisi delle borre consente in breve tempo di acquisire abbondante materiale, riferibile agli stessi esemplari di rapace anche per lunghi periodi di tempo, compiutamente classificabile a livello di specie (esistono ora chiavi ragionevolmente attendibili ed efficienti anche per i gruppi noto-

riamente di più delicata determinazione, quali i *Sorex* un tempo riferiti alla specie *araneus* sensu lato, gli *Apodemus* (*Sylvaemus*), ecc.; cfr., e.g., Graf *et al.*, 1979; Filippucci *et al.*, 1984) e la cui area territoriale di provenienza, valutabile in base al territorio di caccia del rapace e nella maggior parte dei casi non superiore a pochissimi Km², è in sostanza puntiforme rispetto alle estensioni territoriali prese in considerazione negli studi biogeografici.

LA GESTIONE DEI DATI

La messe di dati così ottenibile e il grande numero di «gradi di libertà» dei parametri ambientali o tassonomici con i quali ci si confronta impongono l'adozione di strumenti tecnici atti a consentirne la più razionale gestione nei tempi più brevi.

È innanzi tutto opportuna la costituzione di collezioni centralizzate di riferimento, volte alla conservazione di ricche serie di esemplari ed al maggior numero di informazioni (luogo, tempo, rapace, autore della raccolta, ecc.) legate al rispettivo campionamento; la prima per l'Italia di tali collezioni, costituita da uno degli scriventi (Contoli, citato in Genoways & Schlitter, 1981), è in fase avanzata di ordinamento presso il Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo dell'Università degli Studi «La Sapienza» di Roma.

Qualora ai dati originali si affianchino quelli desunti dalla letteratura, questi ultimi debbono essere sottoposti ad un accurato vaglio, onde evitare pericolose disomogeneità sistematiche nella classificazione delle prede; si pensi soltanto ai generi o sottogeneri *Crocidura*, *Sorex*, *Pitymys*, circa i quali molte, se non tutte, delle segnalazioni per l'Italia peninsulare, rispettivamente, delle specie *russula*, *araneus*, *subterraneus*, sono basate su criteri e chiavi oggi non più attuali.

Ma lo strumento di elezione per la gestione delle informazioni è una «banca-dati» del tipo di quella messa di recente a punto presso l'I.A.C.-CNR per il sistema trofico di cui al nostro esempio (Contoli *et al.*, 1985); la banca in questione, costruita con il sistema «TAXIR», è organizzata in tre «archivi» di dati: parametri ambientali, dei quali fa parte anche la specie di rapace; taxa predati o potenzialmente predabili; matrice quantitativa «prede/raccolte». I primi due dei suddetti archivi sono articolati in un certo numero di descrittori concernenti, per il primo, l'ambiente temporale, geografico, ecologico e «culturale» (AA della raccolta, letteratura principale, luogo di conservazione del materiale) della singola raccolta; per il secondo, non solo la tassonomia, ma pure alcune delle più importanti caratteristiche morfologiche e biogeografiche del taxon considerato.

Oltre a numerose altre informazioni, tuttavia di minore interesse biogeografico, una siffatta banca consente di ottenere notizie sulla presenza ed importanza relativa dei sistemi preda-predatori rispetto a svariati parametri ambientali, quali le suddivisioni geografiche, vegetazionali, bioclimatiche, amministrative, ecc. del territorio studiato (cfr. tabb. I e II).

Si può così ottenere un quadro esauriente circa le presenze accertate dei vari sistemi preda-rapace a livello geografico.

TAB. I - Predatore: *Strix aluco*

Stag.	Famiglia	C. tass.	Genere	Specie	Perc.
Aut.	Arvicolidae	22111	Clethrionomys	glareolus	0,11
Aut.	Arvicolidae	22141	Pitymys	savii	0,09
Aut.	Arvicolidae	22141	Pitymys	savii	0,26
Aut.	Gliridae	21121	Eliomys	quercinus	0,02
Aut.	Gliridae	21141	Muscardinus	avellanarius	0,04
Aut.	Gliridae	21141	Muscardinus	avellanarius	0,05
Aut.	Muridae	23130	Sylvaemus	SP	0,31
Aut.	Muridae	23130	Sylvaemus	SP	0,32
Aut.	Muridae	23151	Rattus	rattus	0,21
Aut.	Soricidae	11112	Sorex	minutus	0,01
Aut.	Soricidae	11119	Sorex	araneus/samniticus	0,45
Aut.	Soricidae	11211	Crocidura	leucodon	0,06
Aut.	Soricidae	11212	Crocidura	suaveolens	0,01
Aut.	Soricidae	11212	Crocidura	suaveolens	0,05
Aut.	Soricidae	11221	Suncus	etruscus	0,01
Inv.	Arvicolidae	22111	Clethrionomys	glareolus	0,09
Inv.	Arvicolidae	22141	Pitymys	savii	0,25
Inv.	Arvicolidae	22141	Pitymys	savii	0,36
Inv.	Arvicolidae	22141	Pitymys	savii	0,57
Inv.	Gliridae	21121	Eliomys	quercinus	0,01
Inv.	Gliridae	21141	Muscardinus	avellanarius	0,01
Inv.	Muridae	23130	Sylvaemus	SP	0,18
Inv.	Muridae	23130	Sylvaemus	SP	0,33
Inv.	Muridae	23130	Sylvaemus	SP	0,43
Inv.	Muridae	23141	Mus	musculus	0,18
Inv.	Muridae	23151	Rattus	rattus	0,01
Inv.	Muridae	23151	Rattus	rattus	0,09
Inv.	Soricidae	11119	Sorex	araneus/samniticus	0,25
Inv.	Soricidae	11211	Crocidura	leucodon	0,07
Inv.	Soricidae	11212	Crocidura	suaveolens	0,03
Inv.	Soricidae	11221	Suncus	etruscus	0,01

L'ANALISI DELLE PRESENZE E DELLE ASSENZE

Per solito, l'informazione corologica che viene estratta dai dati si ferma a questo livello; difatti, i criteri adottati nelle consuete rappresentazioni cartografiche della corologia di un taxon conducono alla definizione di un semplice insieme di punti, corrispondente alle singole località di rinvenimento; oppure all'area circoscritta dai più periferici di tali punti; ovvero, il più delle volte, ad un'interpretazione abbastanza soggettiva di tale area, in base alla personale esperienza dello studioso specialista, circa l'importanza relativa dei differenti fattori biogeografici potenziali sulla distribuzione di quel dato taxon.

In generale, questo viene dato per assente, perlomeno ai fini della cartografia corologica, sia dalle zone ove non sia stato mai ricercato, sia in quelle ove non sia mai stato rinvenuto, nel corso di specifiche ricerche, indipendentemente dall'estensione ed accuratezza di queste.

Tutto ciò è certamente spiegabile alla luce dell'alta eterogeneità metodologica (e di tecnica individuale e di strumentazione disponibile) e spesso anche ambientale legata alle varie ricerche delle quali occorre tenere conto nel corso di simili valutazioni di sintesi; ed è probabile che la personale esperienza

TAB. II - Predatore: *Strix aluco*

Bioc.	Veg.	Provincia	C. tass.	Genere	Specie
2	7	Roma	22141	Pitymys	savii
2	7	Roma	23130	Sylvaemus	SP
2	7	Roma	23151	Rattus	rattus
8	15	Grosseto	11112	Sorex	minutus
8	15	Grosseto	11211	Crocidura	leucodon
8	15	Grosseto	11212	Crocidura	suaveolens
8	15	Grosseto	11221	Suncus	etruscus
8	15	Grosseto	21141	Muscardinus	avellanarius
8	15	Grosseto	22111	Clethrionomys	glareolus
8	15	Grosseto	22141	Pitymys	savii
8	15	Grosseto	23130	Sylvaemus	SP
8	15	Grosseto	23141	Mus	musculus
8	15	Trieste	11112	Sorex	minutus
8	15	Trieste	11119	Sorex	araneus/samniticus
8	15	Trieste	21111	Glis	glis
8	15	Trieste	22142	Pitymys	subterraneus
8	15	Trieste	23130	Sylvaemus	SP
8	15	Viterbo	11119	Sorex	araneus/samniticus
8	15	Viterbo	11211	Crocidura	leucodon
8	15	Viterbo	11212	Crocidura	suaveolens
8	15	Viterbo	21141	Muscardinus	avellanarius
8	15	Viterbo	22111	Clethrionomys	glareolus
8	15	Viterbo	22141	Pitymys	savii
8	15	Viterbo	23130	Sylvaemus	SP
8	15	Viterbo	23141	Mus	musculus
8	15	Viterbo	23151	Rattus	rattus
11	21	Roma	11112	Sorex	minutus
11	21	Roma	11119	Sorex	araneus/samniticus
11	21	Roma	11211	Crocidura	leucodon
11	21	Roma	11212	Crocidura	suaveolens
11	21	Roma	11221	Suncus	etruscus
11	21	Roma	21121	Eliomys	quercinus
11	21	Roma	21141	Muscardinus	avellanarius
11	21	Roma	22141	Pitymys	savii
11	21	Roma	23130	Sylvaemus	SP
11	21	Roma	23151	Rattus	rattus

dei migliori specialisti, attraverso un costruttivo confronto di idee, possa pervenire in molti casi a valutazioni oltremodo prossime alla realtà.

Tuttavia, grazie alle caratteristiche particolari di omogeneità dei sistemi trofici e dei relativi metodi di studio, si può (cfr. Contoli, 1986) affrontare un poco più a fondo il problema delle «assenze».

Tale problema va innanzi tutto impostato alla luce di considerazioni ecologiche generali, che si ricollegano al concetto di «rarietà»; va adeguatamente valutata la differenza fra taxa che risultino rari in quanto localizzati o, al contrario, in quanto presentino bassa densità di effettivi, anche se uniformemente diffusi sul territorio.

In generale, considerando insiemi di dati sufficientemente omogenei dal punto di vista ambientale e quindi biocenotico, si sta tentando di valutare l'attendibilità statistica delle «assenze» dei vari sistemi trofici nei casi studiati, nonché il campione minimo necessario per avere informazioni attendibili circa le «assenze» per ogni sistema trofico studiato.

Si deve così tendere a distinguere i siti nei quali l'assenza di un dato sistema trofico è, con sufficiente probabilità, reale da quelli ove tale assenza può essere solo apparente e legata a carenza di campionamento.

ALCUNI ESEMPI CONCRETI

Si ritiene opportuno presentare solo due casi tipici di applicazione di tutto quanto precede, sempre nell'ambito della categoria generale di sistemi trofici che abbiamo scelto per il nostro esame.

Il sistema «*Tyto alba-Crocidura leucodon*» (Fig. 3) si conferma uniformemente presente in tutta Italia (cfr. Witte, 1964 e Contoli, 1986), nonostante alcuni lavori, anche più recenti (Van Den Brink, 1965; Corbet, 1980) a carattere faunistico, riportino distribuzioni di *C. leucodon* assai circoscritte, peraltro contraddittorie, sulla base di dati e criteri ormai superati. Si noti in questo caso come analisi relative ai sistemi trofici possano risultare utili anche per la classica biogeografia speciale.

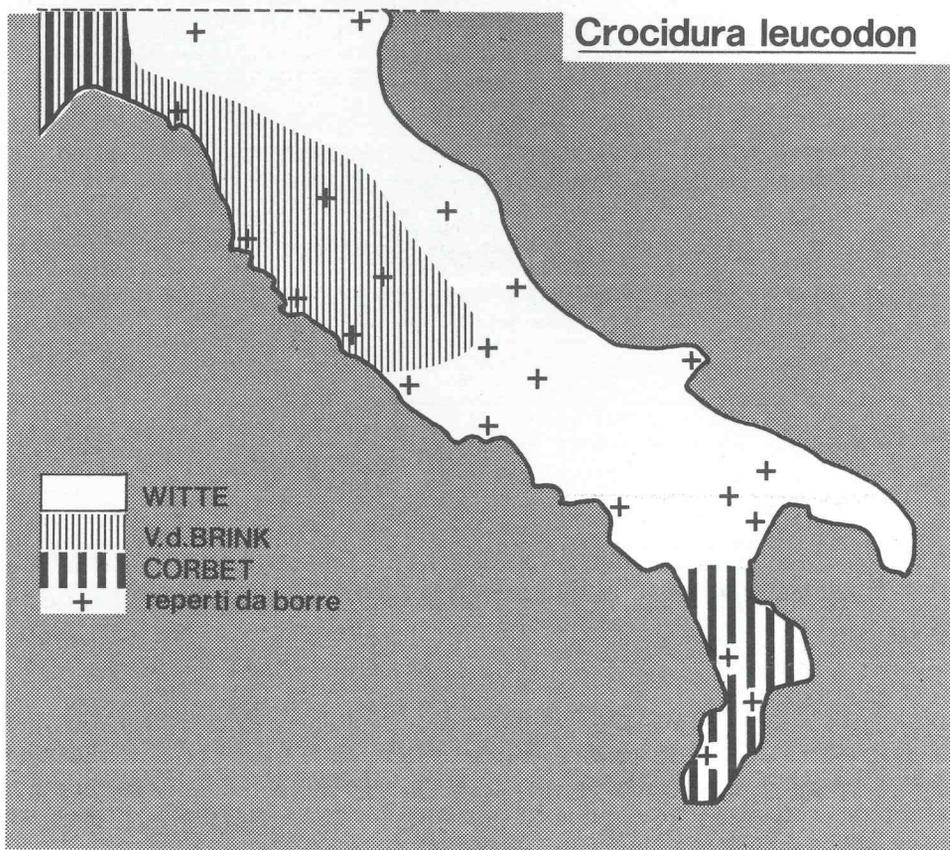


FIG. 3

Ma, secondo questo approccio, anche l'analisi di presenze ritenute certe può riservare sorprese: così, *Microtus (Pitymys) savii*, segnalato per l'Elba da Vesmanis & Hutterer (1980) sulla base di un solo esemplare rinvenuto schiacciato lungo una strada, non risulta mai predato da *Tyto alba* o da *Athena noctua*, i due rapaci dei quali è stata ampiamente studiata la dieta nell'isola (Kahmann & Niethammer, 1971; Contoli *et al.*, in stampa), né da altri predatori; ora, considerando che detto campagnolo è una delle prede più frequenti di entrambi i due citati rapaci, è altamente improbabile che i relativi sistemi trofici siano attivi all'Elba senza peraltro avere lasciato alcuna traccia di sé; si noti che, nelle poche località peninsulari ove tali sistemi risultano assenti (concentrate, tra l'altro, nella fascia costiera prospiciente l'Elba) non è mai stata segnalata la presenza di *M. (P.) savii* (Fig. 4).

Si dovrebbe dunque ipotizzare un qualche fattore ecologico, peculiare per l'Elba, in grado di sottrarre alla predazione una preda ovunque fra le più frequenti. Di fronte ad una simile situazione, non si può non pensare all'accidentalità del reperto faunistico, forse non derivante da una popolazione locale, ma occasionalmente veicolato sul posto a partire da altre zone.

Comunque, si rileva come non sia sufficiente una presenza faunistica perché siano attivati i sistemi funzionali possibili in via teorica.

L'ANALISI ECOLOGICA DELLE CATEGORIE COROLOGICHE

Com'è ovvio, la distribuzione geografica dei sistemi trofici è legata a quella dei taxa componenti e, in particolare, se si considerano i sistemi che fanno

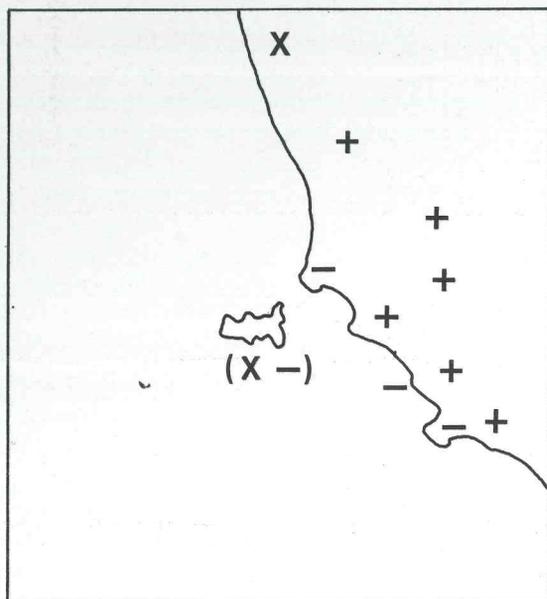


FIG. 4

capo ad un singolo predatore, è legata alla corologia dei taxa predati; questi possono essere suddivisi, grazie a conoscenze di carattere faunistico, in un certo numero di gruppi, corrispondenti ad altrettante «categorie corologiche» sensu La Greca (1964); ci si può a tal punto chiedere se la distribuzione dei sistemi trofici espressa dalle categorie corologiche delle prede di un predatore uniformemente distribuito sul territorio in esame rispecchi soltanto fattori geografici (in chiave, vuoi storica, vuoi probabilistica) o non anche altri fattori di tipo ecologico; orbene, l'uso di tecniche di ordinamento dei dati può fornire un primo orientamento circa tale quesito.

A titolo di esempio, onde contribuire all'individuazione di tali fattori a livello delle province italiane, è stato applicato il metodo dell'analisi delle corrispondenze (dal francese «Analyse des correspondances»; cfr. Benzecri, 1973; Lebart, Morineau, Tabard, 1977).

Tale metodo consiste nel rappresentare le righe e le colonne d'una tavola di contingenza, o più generalmente d'una matrice di numeri non negativi, come punti di spazi vettoriali con un basso numero di dimensioni. Tali spazi possono essere sovrapposti per ottenere un grafico congiunto, generalmente un disegno piano.

L'analisi delle corrispondenze si distingue dal metodo delle componenti principali in quanto i dati (nel nostro caso, la matrice che contiene i numeri delle specie ricadenti in ciascuna delle categorie corologiche delle prede, in ciascuna provincia) (tab. III) sono assimilati ad un insieme o «nube» di punti «pesanti» del quale si cercano gli assi principali d'inerzia. In particolare, ogni Provincia risulta caratterizzata non tanto dai numeri di specie nelle categorie corologiche in essa rinvenute predate, quanto dai loro valori percentuali («profilo della Provincia»). Difatti, il confronto dei valori percentuali è più interessante del confronto dei valori originali; in questo modo, e.g., due province nelle quali siano stati rilevati numeri differenti di specie nelle categorie corologiche, ma proporzioni simili tra le stesse, avranno simile profilo.

Il numero totale di specie nelle categorie corologiche rilevate in una Provincia viene utilizzato per attribuire un «peso» (proporzionale a tale numero) alla Provincia stessa.

Come distanza nello spazio dei profili viene utilizzata una metrica euclidea generalizzata: ogni quadrato delle differenze delle coordinate viene diviso per la corrispondente coordinata del baricentro di tutti i punti della nube (distanza del χ^2). Rispetto ai nostri dati, la scelta di questa metrica significa ridurre le maggiori differenze fra le percentuali delle categorie corologiche più numerose ed aumentare le differenze, minori, fra le categorie più rare; ciò tende ad uguagliare i contributi alla struttura metrica dello spazio delle categorie più rare e di quelle più numerose.

In maniera del tutto simmetrica si procede per valutare la distribuzione delle categorie in rapporto alle province; ogni categoria costituisce un punto pesante con un profilo dato dai valori percentuali ed un peso proporzionale al numero totale delle province nelle quali detta categoria è stata rilevata.

Si ottiene infine una rappresentazione piana delle due nubi di punti (pro-

TAB. III

Nomj (J)	!	Cosm	Easi	Eaaf	Euro	Itsi	Eana	Eama	Alap	
PJ(J)	!	40.	62.	21.	16.	21.	7.	4.	2.	173.
BS	!	1	4.	0.	1.	1.	0.	0.	0.	7.
CA	!	2.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	0.	4.
CS	!	2.	2.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	6.
FE	!	3.	4.	1.	0.	1.	1.	0.	0.	10.
FG	!	1.	2.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	5.
GR	!	2.	4.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	9.
AQ	!	1.	5.	0.	1.	1.	1.	0.	0.	9.
SP	!	2.	3.	1.	1.	0.	0.	0.	1.	8.
LT	!	2.	2.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	7.
LI	!	3.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	4.
MC	!	0.	3.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	5.
MS	!	1.	4.	1.	1.	0.	0.	0.	1.	8.
MT	!	1.	2.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	6.
PA	!	1.	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	4.
PR	!	1.	2.	0.	1.	1.	1.	0.	0.	6.
PV	!	2.	4.	0.	1.	1.	0.	0.	0.	8.
PG	!	1.	2.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	6.
RC	!	1.	2.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	6.
RM	!	3.	3.	1.	1.	1.	1.	0.	0.	10.
SA	!	1.	2.	1.	1.	1.	0.	0.	0.	6.
SS	!	2.	0.	1.	0.	0.	0.	1.	0.	4.
SI	!	2.	4.	1.	1.	1.	1.	0.	0.	10.
SR	!	2.	0.	1.	0.	1.	0.	1.	0.	5.
TE	!	1.	3.	1.	1.	1.	1.	0.	0.	8.
TR	!	0.	1.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	3.
VT	!	2.	3.	1.	1.	1.	1.	0.	0.	9.

vince e categorie corologiche) scegliendo come assi di riferimento i primi due assi principali di inerzia (fig. 5). La qualità della rappresentazione si giudica in base alla percentuale dell'inerzia totale spiegata dagli assi considerati (tab. IV).

L'interpretazione di un asse consiste nell'esaminare come i punti rappresentanti le provincie e le categorie corologiche si dispongano lungo di esso; i contributi percentuali delle differenti provincie e categorie corologiche ai momenti d'inerzia degli assi considerati sono utili per individuare i punti che più contribuiscono all'orientazione degli assi.

Ad esempio, dalla tab. V si nota che le provincie di Cagliari, Palermo, Sicuracusa e Sassari contribuiscono maggiormente alla direzione del primo asse, quelle di Massa-Carrara e La Spezia alla direzione del secondo asse.

I valori percentuali dei quadrati dei coseni degli angoli tra i vettori congiungenti i punti che rappresentano le provincie o le categorie corologiche e gli assi coordinati, misurano la correlazione fra i differenti punti e gli assi stessi; così, e.g., (tab. VI), relativamente al primo ed al secondo asse principale si vede che le provincie che contribuiscono alla direzione degli stessi assi sono anche le più correlate, ovvero i vettori che congiungono queste provincie col baricentro hanno direzioni prossime a quelle dei rispettivi assi.

Se si desidera, si possono costruire gli assi principali d'inerzia escludendo alcune osservazioni più estreme o più dubbie che vengono aggiunte successivamente nei grafici.

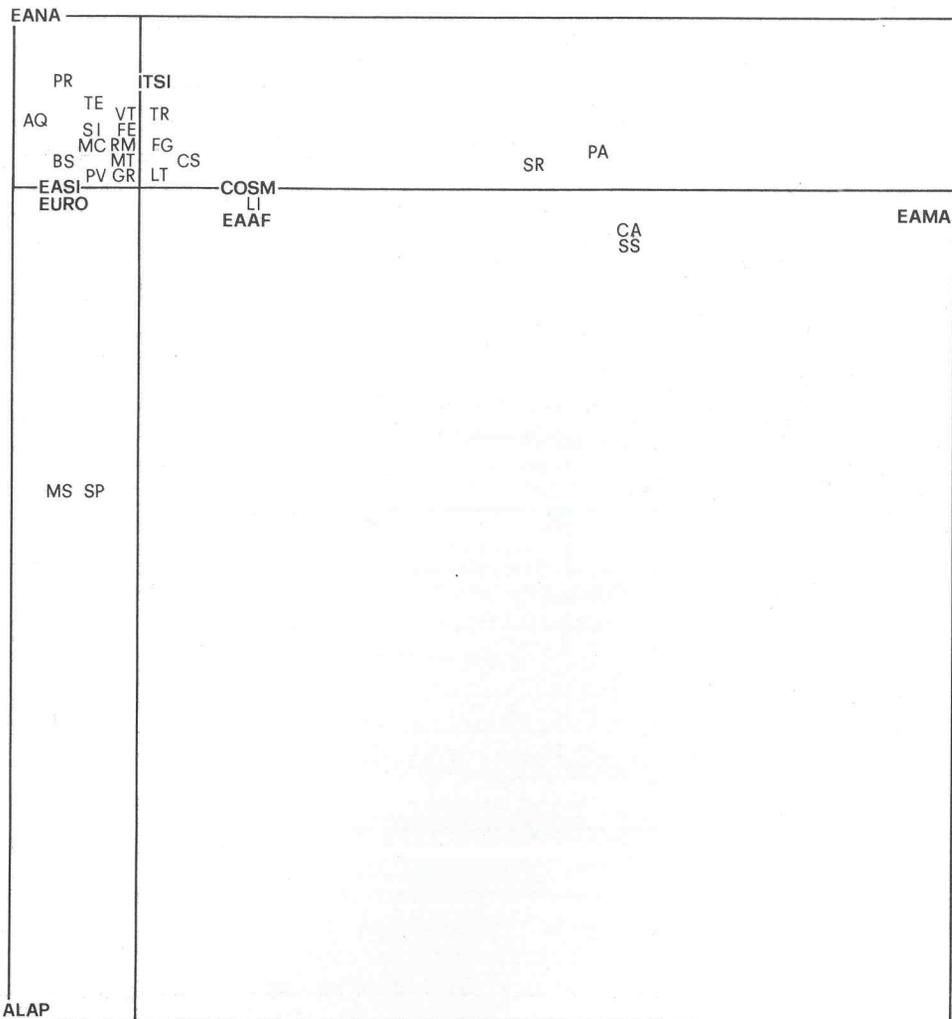


FIG. 5

TAB. IV - Les valeurs propres

—Num.	Iter	Val. propre	Pourcent	Cumul	* Histogramme des valeurs propres de la matrice
2	1	0.31403923	47.232	47.232	* *****
3	1	0.13621348	20.487	67.719	* *****
4	2	0.08538216	12.842	80.560	* ***** *
5	2	0.05838709	8.781	89.342	* *****
6	4	0.03345222	5.031	94.373	* *****
7	2	0.02768848	4.164	98.537	* *****
8	2	0.00972544	1.463	100.000	* **

TAB. V

N.	II	QLT	POID	INR	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR	4#F	COR	CTR	5#F	COR	CTR
1	BS	752	40	24	-385	383	24	58	9	1	-116	35	6	-112	33	9	337	292	137
2	CA	982	23	115	1777	957	232	-156	7	4	220	15	13	65	1	2	80	2	4
3	CS	978	35	13	91	33	1	76	23	1	-97	39	4	-372	562	83	-281	321	83
4	FE	948	58	22	-89	33	1	194	151	16	291	343	58	-26	3	1	-321	418	179
5	FG	973	29	12	-11	1	0	108	42	2	-345	429	40	-208	156	22	-309	345	83
6	GR	875	52	8	-159	253	4	15	2	0	-106	112	7	-203	409	37	100	99	16
7	AQ	829	52	36	-455	457	34	226	112	20	187	77	21	269	159	65	104	24	17
8	SP	987	46	91	-211	34	7	-1107	935	417	120	11	8	70	4	4	-63	3	6
9	LT	637	40	8	-20	3	0	39	11	0	-97	70	5	-249	455	43	116	98	16
10	LI	994	23	56	293	53	6	-78	4	1	819	418	182	-907	513	326	-96	6	6
11	MC	779	29	29	-262	104	6	111	18	3	-600	544	122	22	1	0	-271	112	64
12	MS	996	46	98	-368	96	20	-1105	865	415	-39	1	1	215	33	37	-39	1	2
13	MT	774	35	10	-125	84	2	59	19	1	-303	491	38	-92	45	5	159	135	26
14	PA	978	23	104	1619	873	193	99	3	2	-392	51	42	385	49	59	70	2	3
15	PR	913	35	34	-359	201	14	373	216	35	349	189	50	425	279	107	133	28	18
16	PV	792	46	18	-261	258	10	40	6	1	40	6	1	-248	233	49	277	289	106
17	PG	774	35	10	-125	84	2	59	19	1	-303	491	38	-92	45	5	159	135	26
18	RC	774	35	10	-125	84	2	59	19	1	-303	491	38	-92	45	5	159	135	26
19	RM	848	58	14	-94	56	2	182	207	14	296	545	59	27	4	1	-75	36	10
20	SA	774	35	10	-125	84	2	59	19	1	-303	491	38	-92	45	5	159	135	26
21	SS	982	23	115	1777	957	232	-156	7	4	220	15	13	65	1	2	80	2	4
22	SI	959	58	12	-219	347	9	184	242	14	168	202	19	142	145	20	-56	23	6
23	SR	972	29	90	1417	964	185	63	2	1	-86	4	3	69	2	2	27	0	1
24	TE	937	46	19	-269	267	11	248	226	21	85	26	4	332	405	87	-58	13	5
25	TR	981	17	30	-6	0	0	230	46	7	-909	726	168	65	4	1	-483	205	121
26	VT	883	52	13	-172	180	5	212	270	17	202	246	25	162	159	24	-67	28	7
			173.0	1000			1000			1000			1000			1000			1000

TAB. VI - Tableau des valeurs propres et des vecteurs propres

Numero	Val propre 1	Val propre 2	Val propre 3	Val propre 4	Val propre 5	Val propre 6
vecteurs	0.99999648	0.31403923	0.13621348	0.08538216	0.05838709	0.03345222
objet 1	-.48084742	0.29126108	-.03961342	0.54723245	-.57540190	-.06918031
objet 2	-.59864831	-.38725555	-.04070906	-.08201754	-.02521637	0.02662693
objet 3	-.34840769	0.22627300	-.06439787	-.44575232	0.05305242	-.45756841
objet 4	-.30411446	-.21114731	-.05552153	-.02928483	0.14862204	0.76215625
objet 5	-.34840733	-.00804743	0.32842940	-.45741385	0.02954711	-.06339693
objet 6	-.20115298	-.15225881	0.34144157	0.53122425	0.65496087	-.29558700
objet 7	-.15205818	0.79765987	-.04228787	-.01788482	0.38024789	0.29191905
objet 8	-.10752028	-.09955877	-.97368040	0.05024974	0.26257604	-.16629100

Nel nostro esempio, inoltre, i dati sono stati successivamente classificati con due metodi di «cluster analysis» di tipo gerarchico agglomerativo; uno tale che, per passare da un livello della gerarchia al successivo, si minimizza la somma dei momenti d'inerzia delle classi in cui risulta suddiviso l'insieme dei dati (Fig. 6); l'altro basato sulla teoria dell'informazione (Fig. 7).

Per una descrizione del criterio di aggregazione, che è quello della massimizzazione dell'informazione mutua fra insiemi in corrispondenza, cfr. Lebart, Morineau, Tabard (1977).

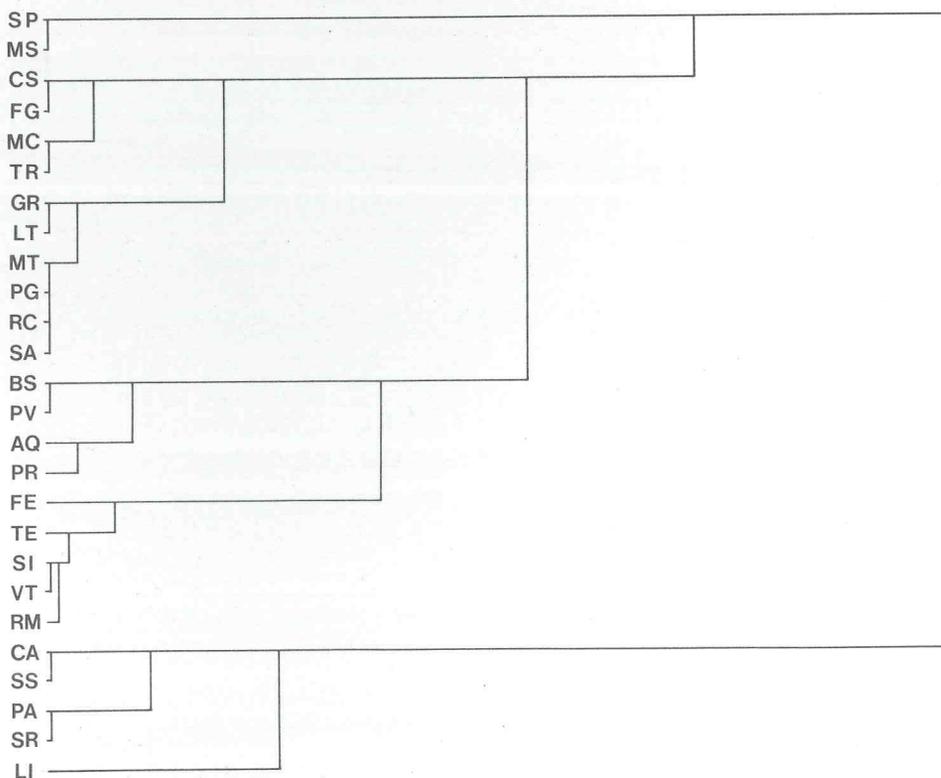


FIG. 6

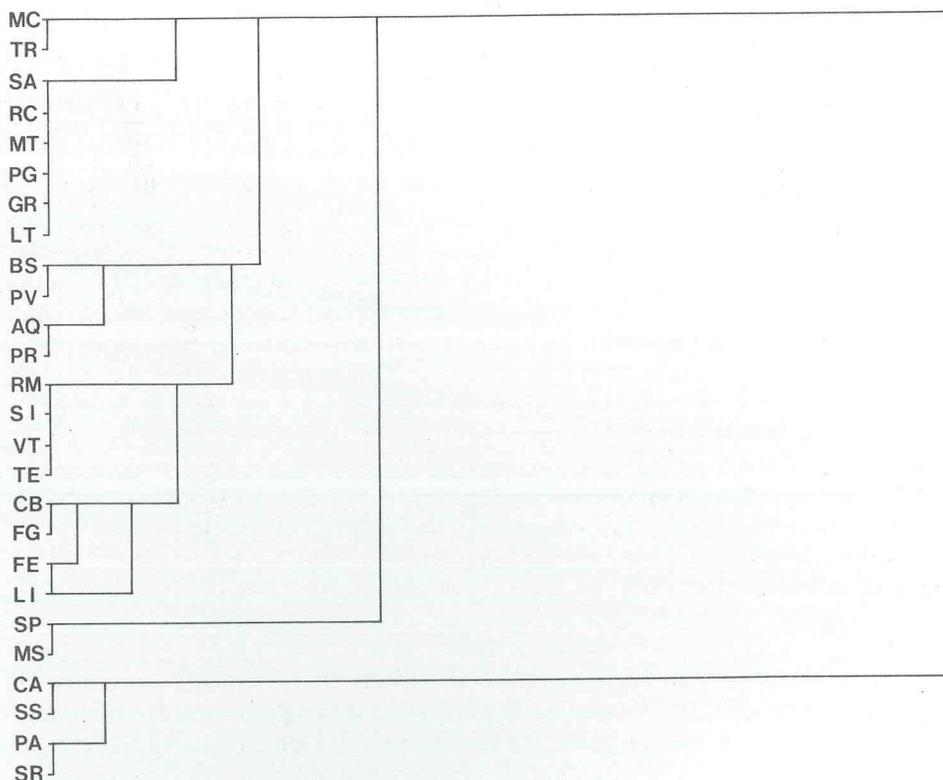


FIG. 7

I programmi utilizzati, scritti in Fortran, appartengono alla biblioteca LTSM 82 (Jambu & Lebeaux, 1982).

Tra i fattori controllati nel nostro esempio, l'altitudine s.l.m. non sembra correlata in modo chiaro con particolari categorie corologiche, mentre la precipitazione annua totale risulta legata al gradiente geografico NordOvest-SudEst, fornendo dunque corrispondenze analoghe: solo la categoria delle specie «alpino-appenniniche» risulta comunque legata ad elevate precipitazioni (>1800 mm).

Il gradiente geografico, valutato utilizzando le singole provincie come unità-base, suggerisce che l'isolamento geografico vero e proprio, relativo in particolare a Sicilia e Sardegna, unito all'isolamento ecologico delle Alpi Apuane, spiega nel complesso il 70% circa della variabilità, soprattutto grazie ad alcune particolari categorie corologiche; infatti, il primo asse risulta influenzato dalle isole e dai corotipi eurasiaticomaghebini e (sia pure in misura minore) eurasiaticoafricani e cosmopoliti (fig. 5); il secondo asse, a sua volta, sembra legato all'isolamento di tipo ecologico delle Apuane, soprattutto in rapporto ai corotipi alpino-appenninici, i quali tuttavia risentono anche delle alte precipitazioni tipiche di quell'area (vedi sopra). Il terzo asse appare inve-

ce condizionato soprattutto dalla dispersione delle province con basso numero di corotipi, rispetto al nucleo centrale di province con alto numero di corotipi, dovuto anche ad un campione più vasto, e dalla categoria corologica delle specie euroanatoliche, piuttosto isolata e legata in apparenza a caratteristiche ecologiche (bioclina temperato) più che geografiche.

Anche le classificazioni gerarchiche delle province in base alle categorie corologiche predate confermano la validità dei suddetti raggruppamenti dominati dai fattori, geografici od ecologici, di insularità (figg. 6 e 7); il caso particolare della provincia di Livorno, a carico della quale si nota l'unica apparente incoerenza dei due cladogrammi (nell'uno essa si lega alle province peninsulari, nell'altro a quelle insulari) si può fare risalire al fatto che, per la maggior parte, i dati di Livorno derivano dall'isola d'Elba e, per il resto, dal promontorio di Piombino, non privo di caratteri ecologicamente insulari.

Non bisogna comunque dimenticare che le precedenti considerazioni si riferiscono soltanto all'esempio suddetto, per di più limitato, per alcune categorie corologiche, a pochissime specie predate (anche una sola!); pertanto le suddette osservazioni restano puramente esemplificative di un approccio metodologico.

CONCLUSIONI

Da tutto quanto precede, sembra di poter affermare che lo studio in chiave biogeografica dei sistemi trofici e, più in generale, dei rapporti funzionali tra i viventi sia concettualmente lecito, metodologicamente fattibile e per certi aspetti (soprattutto quantitativi) particolarmente agevole; esso, inoltre, dal punto di vista dei risultati, oltre che foriero di nuovi elementi alla biogeografia classica dei singoli taxa, si mostra anche ricco di spunti in chiave ecologica ed evolutiva.

Sembra infatti lecito pensare che le variazioni indotte sulla nicchia realizzata dall'attivazione o meno di un dato rapporto trofico non siano prive di effetti di tipo selettivo e dunque evolutivo.

RINGRAZIAMENTO

Si è molto grati ai Soci dell'Associazione Teriologica Romana per il fattivo contributo di informazioni circa le diete dei rapaci ed all'Assistente di Laboratorio V. Salviati per i disegni.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV., (1970-1980) - *Lavori Soc. Ital. Biogeografia*, n.s., I-VIII, Valbonesi ed, Forlì.
BENZECRI J.P., (1973) - *L'analyse des correspondance* - Dunod ed., Paris.
CHALINE J., BAUDVIN H., JAMMOT D., SAINT GIRONS M.C., (1974) - *Les proies des rapaces* - Doin ed., Paris.
CHURCHFIELD S., (1982) - *Food availability and the diet of the common Shrew *Sorex araneus* in Britain* - J. Anim. Ecol., **51**, 15-28.
COHEN J.E., (1977) - *Food webs and the dimensionality of trophic niche space* - Proc. Natl. Acad. Sci. USA, **74**, (10), 4533-4536.

- COHEN J.E., (1978) - *Food webs and niche space* - Princeton Univ. Press., N.Y.
- COLWELL R.K., (1979) - *Toward a unified approach to the study of Species Diversity* - In: Ecological Diversity in theory and practice, a cura di J.F. Grassle, G.P. Patil, W. Smith, C. Taille, Int. Coop. Publ. House, Fairland, 75-92.
- CONTOLI L., (1980) - *Borre di strigiformi e ricerca teriologica in Italia* - Nat. e Mont., a. XXVII, n. 3, 73-94.
- CONTOLI L., (1986) - *Sistemi trofici e corologia dei micromammiferi terragnoli* - Atti II° Seminario AS.TE.RO., Biogeografia dei Mammiferi Italiani, Roma, 1984. Hystrix, I (2): 95-118.
- CONTOLI L., (1985) - *Diversifying trophic strategies and niches among three Owl's species* - Atti 5° Cong. S.I.T.E., Padova, 1984: 367-373.
- CONTOLI L., ALOISE G., FILIPPUCCI M.G., in stampa - *A propos de niches trophiques de Tyto alba et de Athene noctua dans l'île d'Elba (Tuscanie) relativement à la regione Tyrrhenienne* - Atti del Congresso internazionale di biogeografia delle isole mediterranee, Evisa (Corsica), 1983.
- CONTOLI L., MARENZI A.R., NAPOLEONE I., (1985) - *Une banque de données sur les systèmes trophiques «rapace-petits mammifères terrestres»* - Boll. Zool., 52: 309-321.
- CORBET G., OVENDEN D., (1980) - *The Mammals of Britain and Europe* - Collins, London.
- CRITCHLOW R.E.JR., STEARNS S.C., (1982) - *The structure of food webs* - Am. Nat., 120, 478-499.
- ERLINGE S., GORANSSON G., HANSSON L., HOEGSTEDT G., LIBERG O., NILSSON I.N., NILSSON T., VON SCHANTZ T., SYLVEN M., (1983) - *Predation as a regulating factor on small rodent populations in southern Sweden* - Oikos, 40, 36-52.
- FABRI M., VIGNA TAGLIANTI A., (1985) - *La nicchia trofica dell'Orso bruno marsicano (Ursus arctos marsicanus Altobello 1921)* - II° Congr. S.I.T.E., Padova, 1984.
- FILIPPUCCI M.G., CRISTALDI M., TIZI L., CONTOLI L., (1984) - *Dati morfologici e morfometrici in popolazioni di Apodemus (Sylvaemus) dell'Italia centro-meridionale determinati elettroforeticamente* - Atti I° Seminario AS.TE.RO., a cura di L. Contoli, M. Cristaldi, M.G. Filippucci, L. Tizi, A. Vigna Taglianti, Suppl. Ric. Biol. Selv.
- GENOWAYS H.H., SCHLITZER D.A., (1981) - *Collections of recent Mammals of the world, exclusive of Canada and the United States* - Ann. Carnegie Mus., 50, 47-80.
- GRAF J.D., HAUSER J., FARINA A., VOGEL P., (1979) - *Confirmation du status spécifique de Sorex samniticus Altobello 1926 (Mammalia, Insectivora)* - Bonn. Zool. Beitr., 30, (1-2), 14-21.
- JAKSIC F.M., (1981) - *Abuse and misuse of the term «Guild» in ecological studies* - Oikos, 37, 397-400.
- JAMBU M., LEBEAUX M.O., (1982) - *Logiciels de traitements statistiques multidimensionnels. Note technique* - CNET ed., Paris.
- KAHMANN H., NIETHAMMER J., (1971) - *Die Waldmaus (Apodemus) von der Insel Elba* - Senckenbergiana Biol., 52, 381-392.
- KELLER A., (1978-1981) - *Determination des Mammifères de la Suisse par leur pelage: I. Talpidae et Soricidae* - Rev. Suisse Zool., 85 (4), 758-761. II. *Diagnose des Familles. III. Lagomorpha, Rodentia (partim)* - Rev. Suisse Zool. 87 (3), 781-798. IV. *Cricetidae et Muridae* Rev. Suisse Zool. 88 (2), 463-473. V. *Carnivora, VI. Artiodactyla* Rev. Suisse Zool. 88 (3), 803-820.
- LA GRECA M., (1964) - *Le categorie corologiche degli elementi faunistici italiani* - Mem. Soc. Entomol. Ital., XLIII, 147-165.
- LEBART L., MORINEAU A., TABARD N., (1977) - *Techniques de la description statistique* - Dunod, ed., Paris.
- MAY R.M., (1972) - *Will a large complex system be stable?* - Nature, 238, 413-414.
- MC ARTHUR R.H., (1972) - *Geographical Ecology* - Harper & Row ed., N.Y.
- PATTEN B.C., (1982) - *Environ: relativistic elementary particles for Ecology* - Am. Nat., 119, (2), 179-219.
- PIANKA E.R., (1980) - *Guild structure in desert lizard* - Oikos, 35, 194-201.
- PIMM S.L., (1979) - *The structure of food webs* - Theor. Popul. Biol., 16, 144-158.
- PIMM S.L., (1982) - *Food Webs* - Chapman & Hall ed., London.
- ROOT R.B., (1967) - *The niche exploitation pattern in the Blue-gray gnatcatcher* - Ecol. Monogr., 37, 317-349.
- UTTENDOERFER O., (1952) - *Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen* - Ulmer ed., Stuttgart.
- VAN DEN BRINK F.H., (1969) - *Guida dei Mammiferi d'Europa* - Ediz. italiana a cura di L. Cagnolaro, Labor ed., Milano.
- VESMANIS I.E., HUTTERER R., (1980) - *Nachweise von Erinaceus, Crocidura und Microtus für die Insel Elba, Italien* - Z. Säugetierkunde, 45, (4), 251-253.
- WITTE G., (1964) - *Zur Systematik der Insektenfresser des Monte Gargano Gebietes (Italien)* - Bonn. Zool. Beitr., 15, 1-35.
- WRIGHT D.H., (1983) - *Species-energy theory: an extension of species-area theory* - Oikos, 41, 496-506.
- YODZIS P., (1982) - *The compartmentation of real assembled ecosystems* - Am. Nat., 120, (5), 551-570.