

Omaggio a G. E. Hutchinson

Naturalista sicil., S. IV, XIV (suppl.), 1990, pp. 83-93

GABRIELE SORCI

NICCHIA TROFICA DI QUATTRO SPECIE
DI LACERTIDAE IN SICILIA

RIASSUNTO

È stata studiata la nicchia trofica di quattro specie di Lacertidae presenti in Sicilia e nelle isole circumsiciliane. *Podarcis sicula* e *Podarcis wagleriana* abitano l'isola madre, mentre *Podarcis filfolensis* e *Psammodromus algirus* abitano due piccole isole (Linosa e Isola dei Conigli) nel Canale di Sicilia. Lo studio è stato condotto tramite l'analisi sia dei contenuti del tratto gastro-enterico sia delle feci. Il confronto tra i risultati ottenuti dalle due metodologie ha mostrato che la prima fornisce risultati molto più attendibili e che è quindi da privilegiare. Per calcolare l'ampiezza di nicchia trofica delle quattro specie sono stati utilizzati tre indici (di Shannon, di Simpson e di Czekanowski) al fine di evidenziare le caratteristiche di ciascuno di essi e di valutare quali dei tre modelli fornisce una rappresentazione più fedele.

Le quattro specie hanno evidenziato un generalismo trofico e un'elevata ampiezza di nicchia. Sono comunque emersi alcuni aspetti che differenziano e separano le popolazioni dell'isola madre da quelle facenti parte dei sistemi microinsulari di Linosa ed Isola dei Conigli. Queste ultime mostrano, infatti, tutte le caratteristiche delle popolazioni adattate ad ambienti caratterizzati dall'assoluta scarsità di risorse disponibili. *Podarcis filfolensis* e *Psammodromus algirus* hanno risposto a tali caratteristiche ambientali elaborando una strategia trofica basata sull'opportunità ed ampliando lo spettro di utilizzazione delle risorse.

Gli indici di ampiezza di nicchia utilizzati non hanno fornito risultati univoci, anzi sono emersi aspetti contrastanti e paradossali. L'indice di Simpson, sebbene sia uno dei più usati, sembra essere il modello meno adatto a definire l'ampiezza di nicchia. Maggiore affidabilità ha l'indice di Shannon, pur non avendo mostrato una grande capacità discriminativa tra le popolazioni. Senza dubbio l'indice di Czekanowski è quello che meglio descrive le strategie trofiche, purtroppo è anche il più difficile da applicare, prendendo in considerazione un aspetto difficilmente quantificabile cioè la disponibilità trofica nell'ambiente.

SUMMARY

Trophic niche of four species of Sicilian Lizards.

Podarcis sicula and *Podarcis wagleriana* are present in Sicily, whereas *Podarcis filfolensis* and *Psammodromus algirus* live in two Sicilian Channel islets (Linosa and Isola dei Conigli). The study has been carried out by the analysis of stomach and faecal contents. The comparison between the results obtained from the two methods has shown that the first one gives more reliable results than the second one. There were used three different indices (Shannon, Simpson, Czekanowski) to calculate trophic niche width in order to put in evidence the characteristics and in order to value which one of the models gives a more accurate representation.

All the four species have shown a trophic generalism and a broad niche width. However, from the trophic spectrum analysis, some aspects that discriminate the sicilian population from the microinsular system populations appeared. Niche width indices have not given univocal results; there are contrastant and paradoxal aspects indeed. Simpson index, although it is one of the more used, seems to be the less fit model to define niche width.

Even though it had not shown discriminative ability among population, Shannon index is more sensitive. Without doubt Czekanowski index is the one which describes in the best way the trophic strategy; unfortunately it is also the more difficult to apply because it considers a parameter that can be hardly measured as trophic availability.

INTRODUZIONE

La struttura delle comunità di sauri è stata negli ultimi anni l'oggetto di numerosi studi nei quali le caratteristiche di tali comunità, come l'utilizzazione delle risorse, l'ampiezza e la sovrapposizione di nicchia, le strategie utilizzate dalle diverse specie sono state analizzate (PIANKA, 1973; MELLADO *et al.* 1975; BARBAULT *et al.* 1978; BARBAULT & MAURY 1981; MAURY, 1981; HUEY *et al.* 1983; BARBAULT *et al.* 1985; PIANKA, 1986). Con questo lavoro si vuole fornire un contributo alla conoscenza delle strategie trofiche utilizzate da quattro specie di lacertidae presenti in Sicilia e nelle isole circumsiciliane, evidenziando inoltre come alcuni aspetti metodologici e la scelta di certi tipi di elaborazione dei dati al posto di altri, possano fornire risultati paradossalmente contrastanti.

MATERIALI E METODI

La ricerca ha interessato quattro specie di lacertidae presenti in Sicilia, tre delle quali congeneriche. *Podarcis sicula* e *Podarcis wagleriana* abitano l'isola maggiore ed alcune delle minori; *Podarcis filfolensis* abita le isole di Linosa e Lampione nell'arcipelago delle Pelagie ed infine *Psammodromus algirus* è presente soltanto sull'Isola dei Conigli, un isolotto di appena 4.000 mq separato da un braccio di mare di 30 m da Lampedusa.

Lo studio della dieta è stato realizzato mediante l'analisi sia dei contenuti del tubo gastro-enterico sia delle feci. Dei due metodi il primo è quel-

lo più usato e che fornisce i risultati più attendibili, il secondo è stato usato da alcuni autori nel caso in cui le dimensioni della popolazione della specie studiata non fossero tali da consentire il sacrificio di molti individui (MORISI, 1981; DI PALMA, 1984). L'ampiezza di nicchia trofica è stata calcolata utilizzando tre indici diversi: indice di diversità di Shannon ($H' = - \sum p_i \log p_i$), indice di Simpson ($B = \sum p_i^2$) e indice di Czekanowski ($PS = 1 - 0.5 \sum |p_i - q_i|$) dove p_i rappresenta, in tutti i modelli, la frequenza della i -esima specie e q_i rappresenta la disponibilità ambientale dell' i -esima specie predata.

Il valore dell'indice di Shannon risente del numero di categorie che forma lo spettro trofico della specie in esame; è cioè un indice basato sul concetto di equitabilità. Al contrario l'indice di Simpson è sensibile alla ricchezza specifica, cioè al fatto che una o più categorie trofiche siano molto più rappresentate rispetto a tutte le altre (MAGURRAN, 1988). Infine, l'indice di Czekanowski introduce un parametro nuovo rispetto ai due sopra descritti: la disponibilità trofica nell'ambiente (FEISINGER *et al.*, 1981). Per disponibilità si intende la capacità di un habitat di « fornire » risorse che possano essere sfruttate da una popolazione, nel nostro caso la capacità di fornire prede a popolazioni di predatori. È un parametro difficile da quantificare, in genere si ricorre ad un campionamento delle possibili prede al fine di ottenere una distribuzione frequenziale delle stesse. L'applicabilità di tale metodologia è strettamente correlata alla categoria di predatori la cui nicchia si vuole studiare. Se è infatti, possibile campionare i pochi taxa che costituiscono la dieta di un predatore specialista, ciò diventa estremamente difficile allorquando si intendano campionare le prede che costituiscono la dieta di specie estremamente generaliste ed opportuniste come quelle appartenenti ai lacertidae. Al fine di ovviare a questo inconveniente sono state utilizzate frequenze non ottenute tramite campionamento, bensì considerando il numero di specie di ciascun taxon predata presenti nel territorio studiato. Ciò è stato possibile soltanto in due piccole isole come Linosa ed Isola dei Conigli, per le quali le conoscenze sull'entomofauna sono buone (ZAVATTARI, 1960).

Il surriportato concetto si basa sul principio che se sull'isola di Linosa i Coleotteri rappresentano il 33% del totale di specie predate dalla *Podarcis filfolensis*, la probabilità che ha la stessa *Podarcis filfolensis* di incontrare e di predare un coleottero è molto maggiore rispetto a qualsiasi altro taxon. Dovrebbe di conseguenza esserci una corrispondenza tra effettiva distribuzione di frequenza delle prede e numero di specie delle stesse. Un esame attento dei risultati ottenuti dall'applicazione dei tre indici consentirà di definire l'importanza che ha la scelta del giusto modello al fine di ottenere interpretazioni dei dati attendibili.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Nelle Tabelle 1 e 2 sono riportate le diete delle quattro specie studiate, ricavate rispettivamente dall'analisi dei contenuti stomacali e delle feci. Tutte hanno mostrato un ampio spettro di utilizzazione delle risorse trofiche, sebbene notevoli differenze siano emerse nelle strategie usate dalle popolazioni relegate in sistemi microinsulari rispetto a quelle presenti nell'isola madre. Dal punto di vista metodologico è interessante confrontare i risultati ottenuti tramite l'analisi delle feci con quelli ottenuti dall'analisi del tratto gastro-enterico. Emerge chiaramente la parzialità dei primi rispetto ai secondi; infatti, gli indici di ampiezza di nicchia applicati ai dati relativi ai contenuti stomacali sono per tutte le specie maggiori di quelli relativi ai resti fecali (Tab. 3). È chiaro peraltro, che il quadro che è possibile ottenere sullo spettro trofico di una specie si restringe se si prendono in considerazione i resti rinvenibili nelle feci, dal momento che i processi digestivi consentono il riconoscimento dei taxa di invertebrati più chitinosi. Dall'analisi della composizione della dieta delle specie è possibile individuare le caratteristiche e le strategie usate per il foraggiamento. Una prima informazione

Tabella 1

Frequenza percentuale delle prede di Podarcis sicula, Podarcis filfolensis e Psammmodromus algirus tramite l'analisi dei contenuti fecali

Dietary composition by prey taxa (frequency by numbers) for Podarcis sicula, Podarcis filfolensis and Psammmodromus algirus from the faecal contents analysis

	<i>P. sicula</i>	<i>P. filfolensis</i>	<i>P. algirus</i>
N. feci	31	90	119
Isopoda	3.5	—	—
Gastropoda	3.5	1.7	2.5
Araneae	—	4.0	8.7
Orthoptera	5.3	0.6	3.0
Dermaptera	1.7	2.3	0.2
Blattaria	5.3	5.2	1.9
Heteroptera	7.0	—	11.0
Formicidae	—	12.1	26.0
Hymenoptera	5.3	0.6	—
Diptera	10.5	—	0.4
Coleoptera	40.3	46.5	13.8
Larvae	3.5	5.2	1.9
Vertebrata	1.7	10.3	—
Vegetali	12.3	11.5	23.3

Tabella 2

Frequenza percentuale delle prede di Podarcis sicula, Podarcis wagleriana e Podarcis filfolensis tramite l'analisi dei contenuti stomacali

Dietary composition by prey taxa (frequency by number) for Podarcis sicula, Podarcis wagleriana and Podarcis filfolensis from stomach contents analysis

	<i>P. sicula</i>	<i>P. wagleriana</i>	<i>P. filfolensis</i>
N. stomaci	17	22	82
Isopoda	2.4	6.3	4.5
Miriapoda	—	1.5	—
Gastropoda	14.6	6.3	4.5
Arneae	4.8	15.9	3.0
Pseudoscorp.	—	—	0.4
Acari	—	1.5	1.5
Thysanura	—	3.2	—
Orthoptera	7.3	1.5	3.7
Dermaptera	—	—	3.0
Blattaria	2.4	12.7	1.9
Homoptera	—	—	3.7
Heteroptera	4.8	6.3	4.9
Formicidae	9.7	15.9	18.7
Hymenoptera	7.3	1.5	4.1
Diptera	9.7	—	3.0
Coleoptera	28.8	11.1	21.0
Larvae	9.7	11.1	5.6
Vertebrata	—	—	0.4
Vegetali	—	4.8	16.1

Tabella 3

Ampiezza di nicchia trofica delle quattro specie studiate. H' = indice di Shannon; B = indice di Simpson; PS = indice di Czekanowski. In alto risultati relativi ai contenuti stomacali, in basso ai resti fecali

Trophic niche width of the four studied species. H' = Shannon index; B = Simpson index; PS = Czekanowski index. Above from stomach contents, below from faecal contents

	H'	B	PS
<i>P. sicula</i>	2.15	0.60	—
<i>P. wagleriana</i>	2.37	0.66	—
<i>P. filfolensis</i>	2.40	0.48	0.74
<i>P. algirus</i>	—	—	—
<i>P. sicula</i>	2.00	0.40	—
<i>P. wagleriana</i>	—	—	—
<i>P. filfolensis</i>	1.74	0.34	—
<i>P. algirus</i>	1.86	0.55	0.83

che si può desumere è il numero di taxa che formano lo spettro trofico. Se si prendono in considerazione soltanto i risultati ottenuti tramite l'analisi dei tratti gastro-enterici (che come abbiamo già visto sono peraltro i più attendibili) si può notare come la *Podarcis filfolensis* sfrutti ben 17 taxa diversi contro i 14 e 11 rispettivamente della *Podarcis wagleriana* e della *Podarcis sicula*.

Questo primo dato da solo dovrebbe bastare per porre la *Podarcis filfolensis* come la più generalista delle tre specie. Ad avvalorare questa ipotesi c'è la considerazione che la disponibilità di risorse presenti in una piccola isola come Linosa (5.3 Km²) è sicuramente minore di quella della Sicilia.

La strategia usata dalla *Podarcis filfolensis* è tipica delle specie adattate a sistemi microinsulari, dove la scarsità delle risorse impone il generalismo trofico e l'opportunismo (SCHOENER, 1971; ESTABROOK & DUNHAM, 1976; PYKE *et al.*, 1977).

Tutte le considerazioni surriportate dovrebbero emergere anche dall'analisi e dal confronto dei valori ottenuti dall'applicazione degli indici di ampiezza di nicchia utilizzati. Dalla Tabella 3 si nota però che evidenti emergono delle contraddizioni tra i valori dell'indice di Shannon e dell'indice di Simpson.

Esamineremo adesso i risultati dei due indici e li confronteremo con quelli ottenuti dall'indice di Czekanowski.

Come abbiamo già detto precedentemente, l'indice di Shannon si basa sul concetto di equitabilità, è cioè sensibile al numero di categorie di prede che costituiscono la dieta della specie studiata. In effetti l'indice di Shannon ordina le nostre specie lungo un gradiente specialista - generalista esattamente come era emerso dall'esame del numero dei taxa predati: *Podarcis sicula* - *Podarcis wagleriana* - *Podarcis filfolensis*.

Ma esiste almeno un altro parametro che concorre a definire il concetto di ampiezza di nicchia ed è quello della ricchezza specifica, cioè dell'incidenza che ha ciascun taxon predato sull'intero spettro trofico. È chiaro, infatti, che se la dieta di un predatore è composta da molti taxa di cui però uno solo costituisce il 70% del totale, quel predatore non potrà essere considerato un generalista. L'indice di Simpson si basa proprio su questo concetto. Nessuno dei due indici prende in considerazione il terzo parametro che determina l'ampiezza di nicchia: la disponibilità trofica dell'ambiente. Può allora accadere che si verifichi sperimentalmente il cosiddetto paradosso della nicchia descritto da FEISINGER *et al.* (1981) (Fig. 1). Ed è proprio quello che si verifica nel nostro caso.

I valori dell'indice di Simpson infatti ordinano le tre specie in modo da collocare la *Podarcis filfolensis*, come la « meno » generalista, quando le

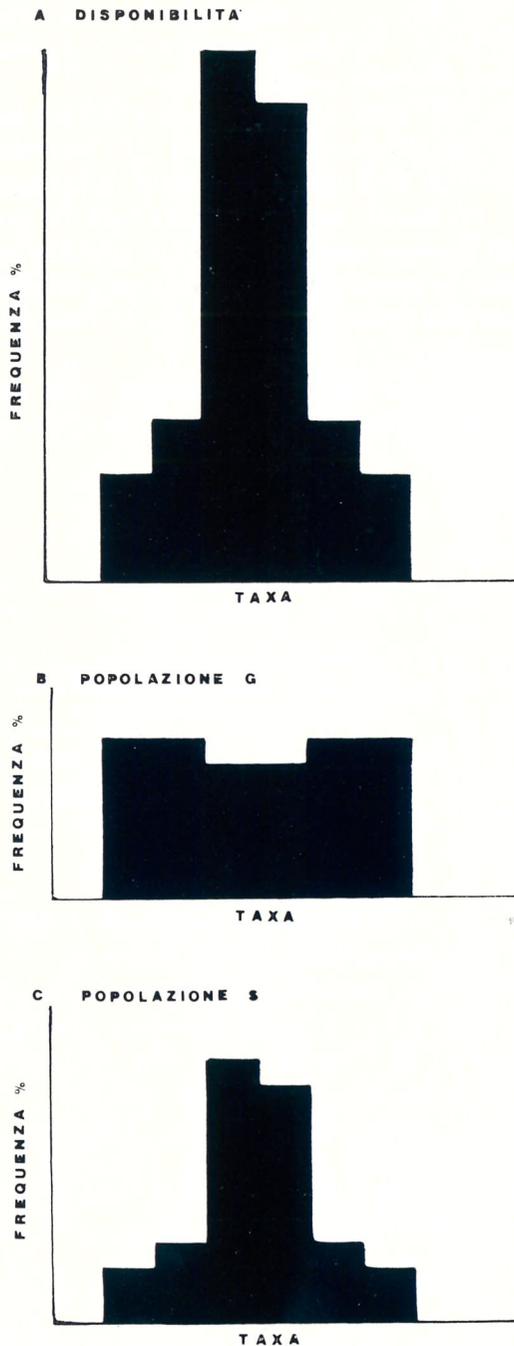


Fig. 1 — Il paradosso della nicchia. A: Disponibilità delle risorse per sei categorie di prede. B: Utilizzazione di ciascuna categoria da parte della popolazione G. C: Utilizzazione di ciascuna categoria da parte della popolazione S. Usando l'indice di Simpson, l'ampiezza di nicchia della popolazione G è 0.933, della popolazione S è 0.678. Usando l'indice di Czekanowski l'ampiezza di nicchia della popolazione G è 0.648, della popolazione S è 1.0. (Da Feisinger *et al.* 1981 ridisegnato).

The paradox of niche width.
 A: Relative availability of resource items in six resource states. B: Use of items in each resource state by population G. C: Use of items in each resource state by population S. By Simpson normalized index the niche width of population G is 0.933, of S 0.678. By the Czekanowski index the niche width of population G is 0.648, of S 1.000.

evidenze sperimentali negherebbero questa eventualità. Ciò si verifica perché tre dei 17 taxa individuati come componenti la dieta della *Podarcis filfolensis* rappresentano il 55.8% del totale. In effetti questa considerazione, se estrapolata dal contesto generale, potrebbe trarre in inganno.

È indispensabile, infatti, fare riferimento alla disponibilità che dei tre taxa si ha sull'isola di Linosa, anche in confronto ai restanti 11. I Coleotteri rappresentano da soli il 33% del totale delle specie di Artropodi presenti sull'isola predate dal lacertidae; i Formicidi, sebbene rappresentati da poche specie, in quanto insetti sociali possono essere rinvenuti in grandissima quantità nello stesso luogo, ed infine la componente vegetale è palesemente disponibile. Analoga considerazione può essere fatta anche per lo *Psammodromus algirus* dell'Isola dei Conigli.

Più sensibile o comunque più fedele alla rappresentazione reale dei fatti sembra l'indice di Shannon che però non riesce ad evidenziare fino in

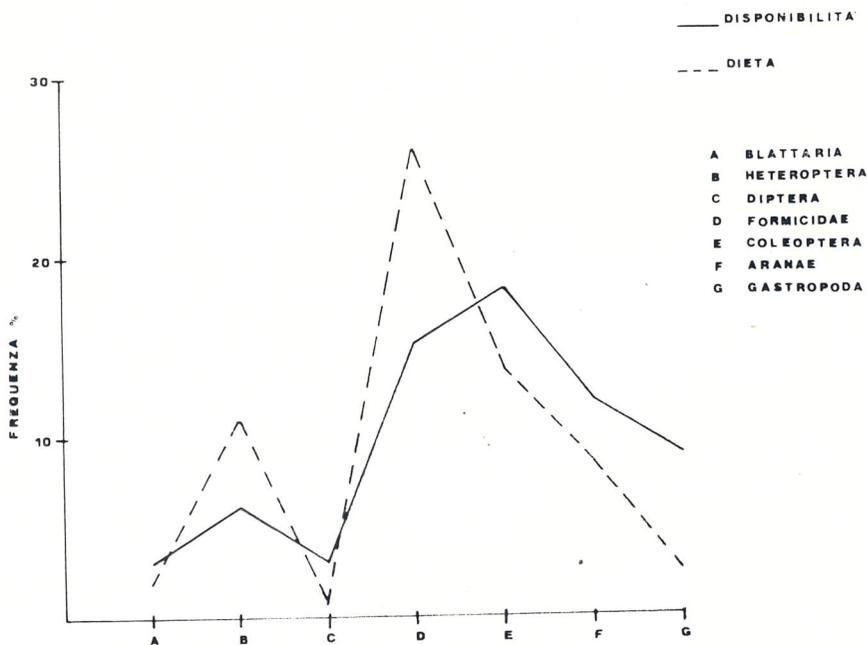


Fig. 2 — Confronto tra la distribuzione di frequenza delle prede nella dieta di *Psammodromus algirus* e la disponibilità delle stesse sull'Isola dei Conigli.

----- dieta ———— disponibilità

Comparison between diet frequency distribution of *Psammodromus algirus* prey and prey availability.

----- diet ———— availability

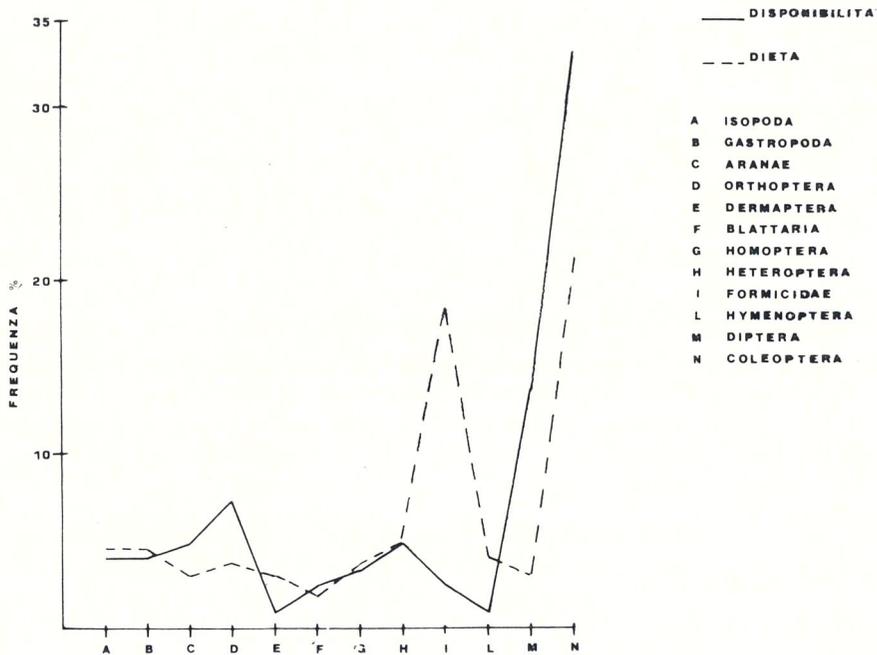


Fig. 3 — Confronto tra la distribuzione di frequenza delle prede nella dieta di *Podarcis filfolensis* e la disponibilità delle stesse sull'isola di Linosa.

----- dieta ————— disponibilità

Comparison between diet frequency distribution of *Podarcis filfolensis* prey and prey availability.

----- diet ————— availability

fondo le differenze che esistono tra le tre specie. È pur vero che l'applicazione di un test di significatività statistica (t di Student) ai valori ottenuti mostra che, se non ci sono differenze significative per la coppia *Podarcis sicula* - *Podarcis wagleriana* ($p < 0.1$), ci sono per i valori della coppia *Podarcis sicula* - *Podarcis filfolensis* ($p < 0.05$).

Alla luce di tutto ciò sembra evidente che i valori che emergono dall'utilizzazione dell'indice di Czekanowski debbano essere considerati i più attendibili per descrivere le vere strategie di foraggiamento usate dalle nostre specie, anche in considerazione della quasi totale corrispondenza tra la disponibilità delle prede presenti a Linosa e Isola dei Conigli e la distribuzione di frequenza delle stesse nella dieta di *Podarcis filfolensis* e *Psammotromus algirus* (Fig. 2, Fig. 3).

L'applicazione di tale indice (possibile, ricordiamo soltanto per le due

popolazioni microinsulari) mostra la grande adattabilità e l'opportunità trofica delle popolazioni di *Podarcis filfolensis* e *Psammotromus algirus* del Canale di Sicilia.

CONCLUSIONE

Le quattro specie di lacertidae siciliane qui considerate mostrano tutte un generalismo trofico ed un'elevata ampiezza di nicchia. Su questa considerazione di base è necessario fare commenti ulteriori, distinguendo le popolazioni microinsulari di *Podarcis filfolensis* e *Psammotromus algirus* da quelle di *Podarcis sicula* e *Podarcis wagleriana* presenti nell'isola madre. Le prime rappresentano, infatti, dei tipici esempi di popolazioni adattate a sistemi di microinsularità, caratterizzati dalla scarsità di risorse trofiche disponibili. A questa situazione le due specie rispondono adottando strategie di foraggiamento ben precise ed ampliando enormemente lo spettro alimentare.

L'uso di indici che prendono in considerazione o che siano sensibili soltanto ad alcuni dei parametri che concorrono a definire la nicchia trofica di una specie, può infatti dare risultati a volte paradossali. È pur vero, peraltro, che nella scelta del modello da preferire entrano in gioco vari tipi di considerazioni tra cui l'applicabilità dello stesso. Indici troppo complessi, che tengano conto di troppe variabili, a volte difficilmente misurabili, corrono il rischio di restare degli ottimi strumenti teorici per affrontare gli studi sulle strategie trofiche, senza contribuire al miglioramento reale delle conoscenze.

Ringraziamenti — Desidero ringraziare Maria Gabriella di Palma che ha messo a disposizione alcuni suoi dati, Bruno Massa che mi ha stimolato a portare avanti questa ricerca, Alessandra Lo Bue che ha collaborato alla fase di raccolta dei dati sul campo. Il lavoro sull'isola di Linosa è stato realizzato nell'ambito delle ricerche faunistiche condotte per conto della Soprintendenza ai Beni Culturali e Ambientali della provincia di Agrigento.

BIBLIOGRAFIA

- BARBAULT R., GRENOT C., URIBE Z., 1978 — Le partage des ressources alimentaires entre les especes de lézards du desert de Mapimí (Mexique). — *Terre et Vie*, 32, 135-150.
- BARBAULT R., MAURY M. E., 1981 — Ecological organization of Chihuahuan desert lizard community. — *Oecologia*, 51, 335-342.
- BARBAULT R., ORTEGA Z., MAURY M. E., 1985 — Food partitioning and community organization in a mountain lizard guild of Northern Mexico. — *Oecologia*, 65, 550-554.

- di PALMA M. G., 1984 — Regime alimentaire de *Pseudis algirus* (Reptilia, Lacertidae) dans une population insulaire du Canal de Sicile. — *Rev. Ecol.*, 39, 225-230.
- ESTABROOK G. F., DUNHAM A. E., 1976 — Optimal diet as a function of absolute abundance, relative abundance, and relative value of available prey. — *Am. Nat.*, 110, 401-413.
- FEISINGER P., SPEARS E. E., POOPLE R. W., 1981 — A simple measure of niche breadth. — *Ecology*, 62, 27-32.
- HUEY R. B., PIANKA E. R., SCHOENER T. W. (red.) 1983 — Lizard ecology. Studies of a model organism. — *Harvard University Press, Cambridge*, 1-501.
- MAGURRAN A. E., 1988 — Ecological diversity and its measurement. — *Croom Helm, London*, 1-179.
- MAURY M. E., 1981 — Food partition of lizard communities of the Bolson de Mapiní (Mexico). In: Barbault R., Halffter G., (red). Ecology of the Chihuahaun Desert, organization of some vertebrate communities. — *Publ. Inst. de Ecol. Mexico* 8.
- MELLADO J., AMORES F., PARRENO F., HIRALDO F., 1975 — The structure of a mediterranean lizard community. — *Donana Acta Vertebrata*, 2, 145-160.
- MORISI A., 1981 — Osservazioni sulla dieta in natura del Geotritone, *Hydromantes italicus* Dum. — *Riv. Piem. Sc. Nat.*, 2, 79-87.
- MOU Y. P., 1987 — Ecologie trophique d'une population de Lezard de murailles dans l'ouest de la France. — *Rev. Ecol.*, 42, 81-100.
- MOU Y. P., BARBAULT R., 1986 — Regime alimentaire d'une population de Lezard des murailles, *P. muralis*, (Laurenti, 1768) dans le Sud-Ouest de la France. — *Amphibia-Reptilia*, 7, 171-180.
- NOUIRA S., MOU Y. P., 1982 — Regime alimentaire d'une lacertidae, *Eremias olivieri* (Audouin), des iles Kerkennah en Tunisie. — *Rev. Ecol.*, 36, 621-631.
- PIANKA E. R., 1973 — The structure of lizard communities. — *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4, 53-74.
- PIANKA E. R., 1986 — Ecology and natural history of desert lizards. — *Princeton University Press, Princeton*, 1-208.
- PYKE G. H., PULLIAM H. R., CHARNOV E. L., 1977 — Optimal foraging: a selective review of theory and tests. — *Quart. Rev. Biol.*, 52, 137-154.
- SCHOENER T. W., 1971 — Theory of feeding strategies. — *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 11, 369-404.
- VALAKOS E., 1986 — The feeding ecology of *Podarcis erhardi* (Reptilia: Lacertidae) in a main insular ecosystem. — *Herpetol. Jour.*; 1, 118-121.
- ZAVATTARI E., 1960 — Biogeografia de'le isole Pelagie. — *Rendic. Accad. Naz. dei* 40, 11, 1-471.

Indirizzo dell'autore. — GABRIELE SORCI, c/o Istituto di Zoologia, Via Archirafi, 18 - 90123 Palermo.