

Studi di biologia di popolazione in *Troglophilus* delle grotte italiane (Orthoptera, Rhaphidophoridae)

CLAUDIO DI RUSSO¹, MAURO RAMPINI¹, LEONARDO LATELLA², MARINA COBOLLI¹

Riassunto

Vengono riportati i dati di una ricerca, iniziata nel 2000, indirizzata allo studio dei principali aspetti della biologia di popolazione delle specie italiane del genere *Troglophilus* (Orthoptera, Rhaphidophoridae). Questo taxon, a distribuzione est-mediterranea, è presente in Italia con tre specie: *T. cavicola* e *T. neglectus* dalla Lombardia al Carso Triestino e *T. andreinii* in Puglia. Le nostre indagini sono state condotte su due popolazioni di *T. cavicola* dei Monti Lessini veronesi (Grotta dei Covoli e Grotta Damati) e sulla popolazione di *T. andreinii* della Grotta Tranese (Putignano, Bari). Attraverso il marcaggio e ricattura e il density plot è stata studiata la dimensione di popolazione, mentre la morfometria di campioni periodici ha permesso di descrivere la struttura in classi di età. Allevamenti di laboratorio hanno consentito di definire gli accrescimenti ninfali e il numero di stadi preimmaginali. Infine l'analisi dei contenuti stomacali e delle feci ha permesso di descrivere la dieta di questi ortotteri e di valutare la sua variazione stagionale. I dati ottenuti vengono discussi in relazione alle diverse condizioni ecologiche degli habitat di queste popolazioni in aree sub-alpine e mediterranee.

Abstract

Data from an extensive study on population biology of the Italian species of *Troglophilus* cave crickets (Orthoptera, Rhaphidophoridae) are reported and discussed. This taxon shows a typical eastern Mediterranean distribution and occurs in Italy with three species: *T. cavicola* and *T. neglectus* in the north-east and *T. andreinii* in the Apulia. In this study two populations belonging to *T. cavicola* and one to *T. andreinii* have been investigated. In particular population size, age structure and feeding habits were investigated by periodical samples starting from the 2000. The nymphal growth and relative number of instars were established by experimental rearing of individuals of the two species. Data are discussed in relation to the different ecological conditions of the two types of population habitats: the first (*T. cavicola*) is typical of sub-alpine area, the second (*T. andreinii*) of a typical Mediterranean climate.

Key words: population biology, *Troglophilus*, Rhaphidophoridae cave cricket, Italy.

¹ Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, Viale dell'Università, 32 – 00185 Roma

² Museo Civico di Storia Naturale, Lungadige Porta Vittoria, 9 - 37129 Verona - E-mail: leonardo.latella@comune.verona.it

Introduzione

Gli Ortoteri cavernicoli della famiglia Rhabdophoridae si sono sempre dimostrati un ottimo materiale per studi di biologia di popolazione, sia per la loro taglia relativamente grande (1-2 cm) che ne facilita la manipolazione e l'individuazione in grotta, che per l'abbondanza numerica delle loro popolazioni. Diversi studi, a partire dagli anni '70 del secolo scorso, condotti su diverse specie di questa famiglia hanno permesso di definire molti aspetti delle loro "life history" consentendo importanti confronti, a livello inter-specifico e soprattutto intra-specifico, di parametri della fenologia, demografici e del ciclo biologico riassumibili in strategie adattative alternative, operanti in situazioni ecologiche differenziate.

In particolare, studi di questo tipo hanno consentito di definire per molte delle specie cavernicole un ciclo biologico semivoltino (un generazione ogni due anni) e, come nel caso di diverse specie del genere mediterraneo *Dolichopoda*, modelli fenologici e demografici profondamente diversi, in relazione al tipo di habitat sotterraneo colonizzato (Di Russo et al., 1994; Bernardini & Di Russo, 2004).

Per quanto riguarda il genere *Troglophilus*, anch'esso presente nel Mediterraneo con diverse specie, conosciuto fin dai primi del secolo XIX, in Italia il primo ritrovamento del 1984 fu fatto in una delle grotte da noi esaminate (Avesani et al., 2005) e all'epoca fu erroneamente determinato come *Dolichopoda palpata* (Sulzer, 1776). Le informazioni sulla biologia e sull'ecologia delle specie di *Troglophilus* italiane disponibili sino a pochi anni or sono erano piuttosto scarse. Le uniche osservazioni si riferivano a ricerche condotte su popolazioni di *T. cavicola* e *T. neglectus* nel nord della Slovenia (Novak & Kustor, 1983; Pehani et al., 1997).

Da questi studi, anche se incompleti, si è potuto dimostrare anche in queste specie un ciclo biologico semivoltino della durata di 2-2,5 anni, comprendente uno sviluppo embrionale di circa 7-8 mesi ed uno ninfaie di 14-15 mesi. Inoltre è stata identificata la presenza di due ecofasi: una ipogea tipicamente invernale, l'altra epigea estiva. Secondo queste osservazioni quindi i *Troglophilus* utilizzerebbero le grotte come rifu-



Fig. 1. Carta di distribuzione delle popolazioni di *Troglophilus* studiate.

gio invernale che verrebbe abbandonato alla fine della primavera per alimentarsi e per svolgere la fase riproduttiva all'esterno delle cavità.

In questo lavoro vengono riportati i dati di un'estesa ricerca, iniziata nel 2000 (Latella et al., 2002), il cui obiettivo è stato quello di caratterizzare i principali aspetti della biologia di popolazione delle tre specie di *Troglophilus* presenti nel territorio italiano. Questo taxon, a distribuzione prevalentemente Mediterraneo orientale, è presente in Italia con le specie *T. cavicola* e *T. neglectus* nelle regioni nord-orientali (dalla Lombardia al Carso Triestino) e con la specie *T. andreinii* in Puglia. I dati ottenuti vengono discussi in relazione alle diverse condizioni ecologiche degli habitat colonizzati da queste specie, due delle quali (*T. cavicola* e *T. neglectus*) sono proprie di aree prealpine e la terza, *T. andreinii*, di un'area tipicamente mediterranea.

Materiali e metodi

Le nostre indagini sono state condotte su due popolazioni di *T. cavicola* dei Monti Lessini veronesi in Veneto (Grotta del Covolo Inferiore e Grotta Damati), e sulla popolazione di *T. andreinii* della grotta della Masseria Tranese nelle Murge (Putignano, Bari) (Fig. 1).

La grotta del Covolo Inferiore (44 V VR), lunga 195 metri, si apre a 860 m s.l.m. nel comune di Velo Veronese in provincia di Verona e fa parte di un più ampio complesso carsico, denominato Covoli di Velo, che ha uno sviluppo complessivo di 545 m. La Grotta Damati (9 V VR) ha uno sviluppo totale di 184 m e si apre alla quota di

600 m s.l.m. La Grotta della Masseria Tranese (486 Pu BA), in provincia di Bari, è una cavità naturale situata a 330 m s.l.m., lunga circa 40 m, composta da una grande sala iniziale subcircolare (120 mq) che va restringendosi per circa 15 m in discesa terminante con un pozzo di 7-8 m di profondità.

Per valutare alcuni parametri climatici delle tre grotte studiate sono state registrate, periodicamente o in continuo mediante l'utilizzo di data logger, le temperature e l'umidità relativa. Allo scopo di ottenere stime della dimensione di popolazione sono stati usati il "density plot" come riportato in Seber (1973) e il marcaggio e ricattura (Lincoln, 1931). Entrambe queste metodologie sono state largamente collaudate in altre specie di Ortotteri cavernicoli sia del genere mediterraneo *Dolichopoda* che in quello americano *Hadenocetus* (Carchini et al., 1982; Caccone & Sbordonì, 1987). Nel primo caso utilizzato è stato necessario stimare le superfici totali delle cavità, escludendo il pavimento normalmente non utilizzato dai *Troglophilus*. Sono stati scelti quindi un numero di quadrati per il conteggio degli individui. Tutti i quadrati sono stati localizzati sulle pareti e sul soffitto della cavità.

La conta degli animali ha coinvolto sempre almeno 2 operatori per un tempo non superiore ai 60 minuti. In accordo con Seber (1973) la dimensione della popolazione è stata calcolata applicando le seguenti relazioni: $N = N_o/p$ con varianza $V[N] = N q/p$, dove N_o = numero degli animali osservati e p = rapporto tra la superficie osservata e quella totale, $q = 1-p$; i limiti fiduciali dei valori ottenuti al 95% della probabilità sono stati calcolati applicando $N = 1.96?$.

Il metodo del marcaggio e ricattura, utilizzato nella Grotta Damati e nella prima serie di campionamenti del Covolo Inferiore, prevede la cattura e il marcaggio di un numero adeguato di individui che successivamente vengono liberati nella cavità. Con un intervallo non superiore a due giorni, necessario al rimescolamento degli individui, si procede alla ricattura di un campione significativo annotando tutti gli individui marcati. La stima di dimensione della popolazione si ottiene quindi attraverso l'uso della seguente relazione introdotta da Lincoln (1930) e modificata successivamente da Bailey (1951) per

	Lunghezza metatibia (mm)
Piccoli (P)	< 14
Subadulti (SA)	14-19
Adulti (A)	> 19

Tab. 1. Limiti dimensionali considerati per la distinzione delle tre classi d'età nelle due popolazioni di *T. cavicola*.

	Lunghezza metatibia (mm)
Piccoli (P)	< 15
Subadulti (SA)	15-21
Adulti (A)	> 21

Tab. 2. Limiti dimensionali considerati per la distinzione delle tre classi d'età nelle due popolazioni di *T. andreinii*.

le piccole popolazioni: $N = M \times T / R + 1$, dove M = individui catturati e marcati, T = individui totali ricatturati e R = individui ricatturati marcati; la varianza in questo caso è data da $V[N] = [M^2 (T+1) (T-R) / (R+1)^2 (R+2)]$ con limiti fiduciali calcolati come per il metodo precedente.

Per descrivere la struttura in classi di età delle popolazioni è stata registrata la lunghezza della tibia posteriore di ogni individuo campionato. Le misure sono state prese sul campo utilizzando un calibro digitale Kennon Instruments, risoluzione 0.01 mm. Sulla base di istogrammi di frequenze delle dimensioni della tibia sono stati definiti i limiti per la classe piccoli (P), sub adulti (SA) e adulti (A) da noi considerate in questo lavoro (Tab. 1 e 2). Gli adulti, inoltre, sono stati determinati anche sulla base della maturazione delle strutture sessuali nei maschi e dell'ovopositore nelle femmine. Al fine di ottenere dati sui tassi di accrescimento postembrionale e per definire i relativi stadi preimmaginali campioni significativi di neanidi delle due specie sono stati

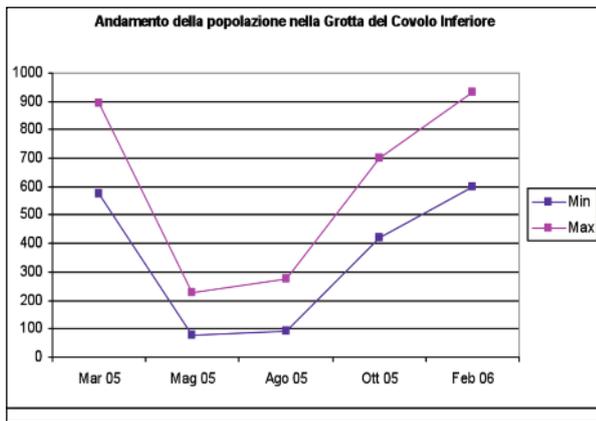


Fig.2. Stime di dimensione nella popolazione di *T. cavicola* della Grotta del Covolo Inferiore. Metodo usato "density plot". Sono riportati i valori minimi e massimi per ogni campionamento

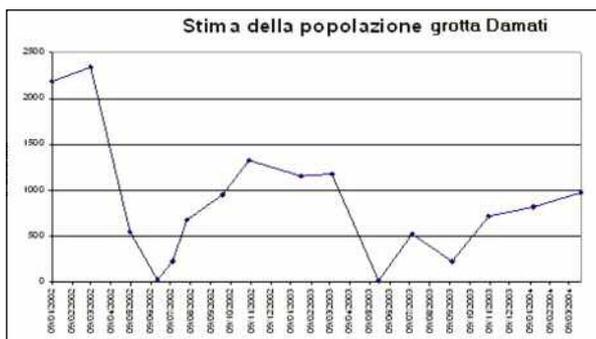


Fig. 3. Stime di dimensione nella popolazione di *T. cavicola* della Grotta Damati. Metodo usato "marcaggio e ricattura".

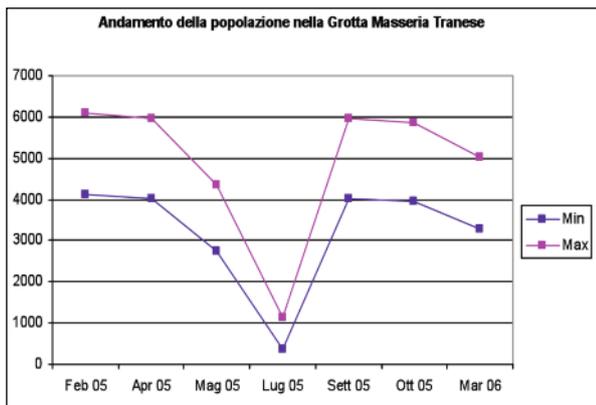


Fig. 4. Stime di dimensione nella popolazione di *T. andreinii* della Grotta della Masseria Tranese. Metodo usato "density plot". Sono riportati i valori minimi e massimi per ogni campionamento

allevati in laboratorio in condizioni controllate di temperatura (14°C), di umidità (85-95%) e di alimentazione. Gli individui sistemati in gabbiette per gruppi omogenei di età sono stati misurati e marcati individualmente con colori diversi ad ogni muta effettuata.

I dati sulla dieta sono stati ottenuti attraverso l'analisi di campioni significativi del contenuto fecale e stomacale. Le feci e il contenuto stomacale raccolti sono stati montati in Euparal su vetrino per microscopia 18x18 mm. I preparati sono stati quindi osservati con un microscopio Olympus SZX12 da 7 a 90 ingrandimenti.

Risultati

Dati climatici delle grotte studiate

In questo paragrafo sono riportati i dati relativi alla temperatura e all'umidità relativa registrati nei diversi campionamenti. Nella Grotta del Covolo Inferiore la temperatura è variata tra i 5.3°C del Marzo 2005 e i 9.4°C di Ottobre 2006 con una media di 7.5°C da settembre 2000 a settembre 2001. In questa grotta l'umidità relativa si è mantenuta piuttosto costante con oscillazioni comprese tra il 93% e il 98%. All'interno della Grotta Damati la temperatura si è mantenuta mediamente sui 9.75°C da marzo 2002 a gennaio 2004. I valori di umidità relativa non si discostano da quelli registrati per il Covolo Inferiore. Nella Grotta Masseria Tranese è stata registrata una temperatura minima di 11°C nel febbraio 2005 ed una massima di 16.5°C nel Luglio 2005. In questo caso la temperatura media è risultata di 14°C. L'umidità relativa è compresa tra il 90% e il 98%.

Stime della dimensione di popolazione

Nelle figure 2-4 sono riportati i dati sulla dimensione di popolazione ottenuti con i metodi del density plot e del marcaggio e ricattura per le due popolazioni di *T. cavicola* e per quella di *T. andreinii*. Il primo dato che emerge dall'analisi di questi dati è la notevole differenza nella grandezze delle popolazioni di *T. cavicola* rispetto a quella di *T. andreinii*. Quest'ultima infatti è numericamente molto più abbondante con valori di Nt compresi tra i 750 individui in estate e i 5100 in inverno. Le altre due popolazioni invece risultano molto più contenute con minimi estivi inferiori a i 200 individui e massimi invernali mai al di sopra dei 2500 individui. Il dato comune a tutte e tre le popolazioni è la riduzione di Nt nel periodo tardo primaverile ed estivo e che risulta più marcato e duraturo nelle popolazioni di *T. cavicola* prolungandosi in questi casi fino

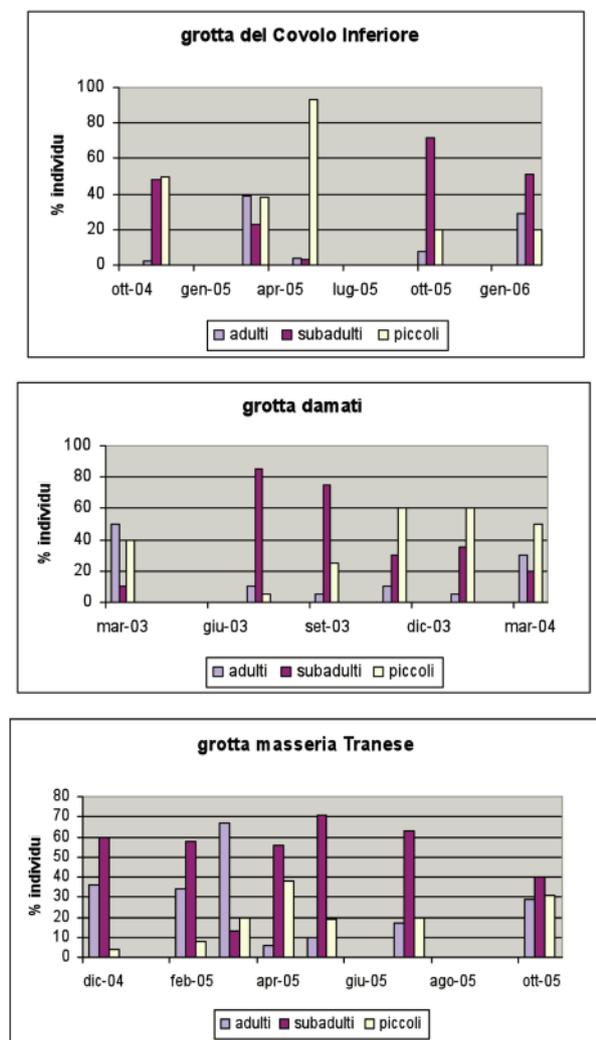


Fig. 5. Variazione stagionale della struttura in classi d'età delle tre popolazioni studiate

all'inizio dell'autunno. In *andreinii* tale riduzione anche marcata appare limitata ad un breve periodo estivo. In ogni caso tale diminuzione sembrerebbe dovuta ad una massiccia migrazione di individui all'esterno, soprattutto adulti che andrebbero a costituire l'ecofase epigea descritta da Novak end Kuster (1983)

Struttura in classi di età

Assegnando tutti gli individui misurati nei diversi campionamenti alle tre classi dimensionali di riferimento (P, SA e A) è stato possibile confrontare la fenologia delle popolazioni studiate ed in particolare la variazione stagionale delle loro strutture d'età. In Fig. 5 sono riportati gli istogrammi di frequenza delle tre classi di età per ogni popolazione studiata nei diversi campionamenti.

In *T. andreinii* la classe dei piccoli (P), anche se presente in tutti i periodi dell'anno, mostra dei massimi in aprile e in ottobre superando in entrambi i casi il 30% del totale. Gli adulti invece aumentano notevolmente durante l'autunno e l'inverno raggiungendo un picco (65%) nel Marzo 2006. Tuttavia anche questa classe è risultata rappresentata in tutti i periodi dell'anno. La classe dei subadulti infine appare sempre ben rappresentata con valori percentuali mai al di sotto del 10%. Al contrario nelle popolazioni di *T. cavicola* le strutture in classi di età sono risultate in diversi periodi molto più omogenee con dominanza di solo una o due età. Questo si riscontra nel campione primaverile dove i piccoli superano il 90% e in autunno con il 50% di piccoli e il 48% di subadulti. Gli adulti quindi sono spesso presenti in bassissima frequenza (2%-8%) e solo in inverno raggiungono il 40%.

Numero di stadi preimmaginali e loro durata

Come detto nella sezione materiali e metodi, i dati sull'accrescimento post-embriale sono stati ottenuti attraverso l'allevamento sperimentale di campioni significativi di neanidi. In particolare sono stati seguiti in laboratorio 136 individui di *T. andreinii* della Grotta Masseria Tranese e 59 individui di *T. cavicola* del Covolo inferiore. Tutti gli individui sono stati misurati inizialmente e marcati con colori diversi ad ogni muta. Nella Fig. 6 sono riportate le correlazioni tra le misure della metatibia e del femore di tutti gli individui allevati per le due popolazioni. Poiché ogni muta è contraddistinta da un colore diverso è possibile riconoscere il passaggio da un'età ad un'altra stabilendo quindi il numero complessivo di stadi che caratterizzano il ciclo vitale delle due popolazioni e la loro durata media. Attraverso questa procedura è stato possibile riconoscere 8 stadi preimmaginali più un nono costituito da individui appena nati con metatibia inferiore a 6 mm a in *andreinii*. In questa popolazione la durata di ogni stadio è risultata compresa tra un minimo di 90 giorni ed un massimo di 120 giorni. In *cavicola* si possono riconoscere 7 stadi preimmaginali più uno di piccoli con metatibia minore di 7 mm. La durata degli stadi in questo caso è risultata più breve essendo compresa tra i 40 e gli 84 giorni.

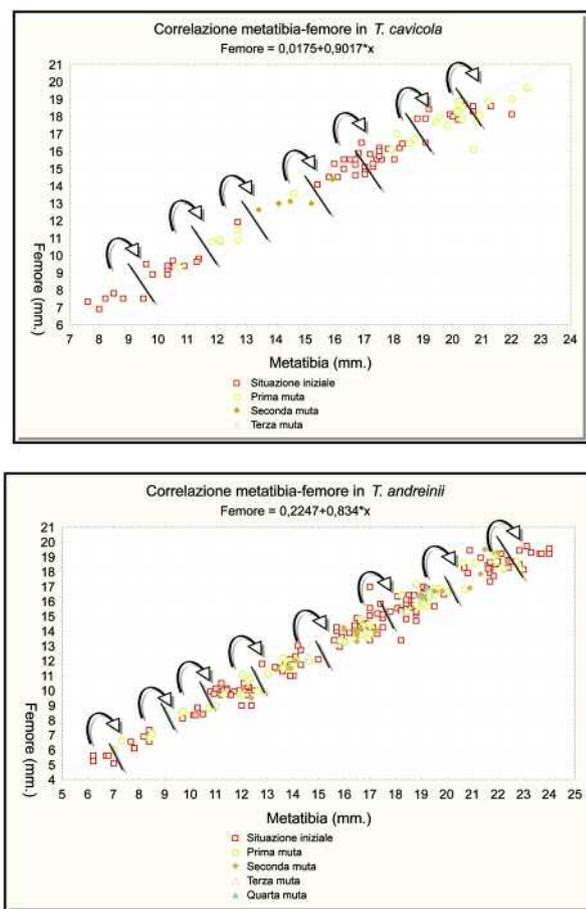


Fig. 6. Accrescimento postembrionale di tutti gli individui allevati per le popolazioni di *T. cavicola* e di *T. andreinii*. Ogni muta è contraddistinta da una freccia di un colore diverso per riconoscere il passaggio da un'età alla successiva.

Dieta

L'analisi dei contenuti fecali e stomacali, riferiti solo alle popolazioni di *T. cavicola* del Covolo di Velo e di *T. andreinii*, ha permesso l'identificazione di tre categorie alimentari: resti di artropodi, vegetali verdi e fibre vegetali. Nella fig. 7, sono riportate le percentuali riferite al totale dei campioni studiati nelle tre popolazioni. Dall'analisi di questi dati è possibile evidenziare una netta diversificazione dello sfruttamento delle risorse trofiche nelle due popolazioni studiate. Nel caso di *T. cavicola* appare chiara una dominanza della componente animale (artropodi) nella dieta; al contrario, in *T. andreinii* più del 90 % dello spettro alimentare è costituito da materiale vegetale. Questa significativa differenza diventa ancor più marcata se vengono comparate le percentuali di sfruttamento delle risorse nel periodo invernale (Fig. 8). In questo caso in *T. cavicola* si raggiunge una quasi completa dominanza degli artropo-

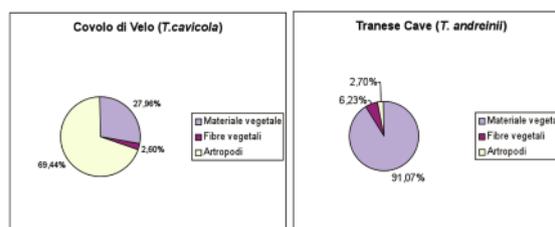


Fig. 7. Confronto dell'utilizzazione delle risorse alimentari in *T. cavicola* e *T. andreinii*. Campioni cumulati per un intero ciclo annuale.

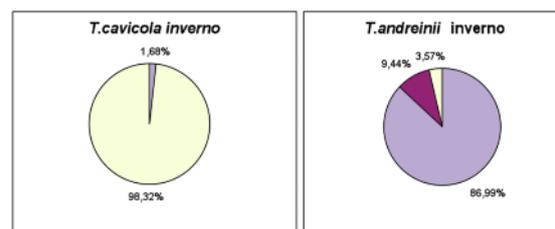


Fig. 8. Confronto dell'utilizzazione delle risorse alimentari in campioni invernali di *T. cavicola* e *T. andreinii*.

di nella dieta invernale, mentre in *T. andreinii* per lo stesso periodo rimane inalterata l'alta percentuale di materiale vegetale che costituisce la principale risorsa sfruttata da questa popolazione anche in inverno.

Considerazioni conclusive

A seguito di questa ricerca è possibile puntualizzare i principali aspetti della biologia di popolazione delle specie di *Troglophilus* italiane evidenziando alcuni chiari tratti distintivi nelle popolazioni studiate:

- 1- Nelle popolazioni di *T. cavicola* del veneto le stime di dimensione (N) sono risultate decisamente contenute con massimi invernali compresi tra i 765 individui del Covolo inferiore e i 2400 della Grotta Damati. Al contrario in *T. andreinii* i valori di N sono largamente più grandi essendo compresi tra i 750 e i 5100 individui.
- 2- Si conferma nelle popolazioni di *Troglophilus* l'esistenza di un'ecofase ipogea invernale e di un'ecofase epigea estiva; quest'ultima, soprattutto nelle popolazioni settentrionali di *T. cavicola*, si svolgerebbe quindi all'esterno della cavità. Questa distinzione è più netta e duratura nelle popolazioni venete di *cavicola*, mentre in *andreinii* questa distinzione è meno evidente e limitata ad un breve periodo estivo.

3- Nelle grotte venete la struttura in classi di età è risultata in entrambe le popolazioni fortemente stagionale con massima presenza di adulti in autunno e in primavera. Nella grotta Tranese è evidente una minore stagionalità con composizione di età più eterogenea nei diversi periodi dell'anno esaminati. In particolare gli adulti sono quasi sempre presenti con frequenze spesso superiori al 10%. Questo dato suggerirebbe un periodo riproduttivo molto più esteso ed almeno in parte svincolato da ritmi stagionali. A sostegno di tale ipotesi riportiamo le numerose osservazioni in diversi periodi dell'anno di individui in copula o di femmine recanti spermatofores nella popolazione della Grotta Masseria Tranese. Al contrario nessuna osservazione del genere è mai stata fatta nelle due popolazioni di *T. cavicola* il che lascerebbe pensare che la fase riproduttiva in questa specie sia concentrata durante le fase epigea estiva.

4- Nel complesso si conferma un dieta di tipo onnivoro-saprofago per i *Troglophilus* italiani. Nelle popolazioni di *T. cavicola*, soprattutto nel periodo invernale (ecofase ipogea), essa sembra dipendere principalmente dalle scarse risorse interne alla grotta (artropodi) o essere del tutto assente. Al contrario in *T. andreinii* la dieta appare dominata da materiale vegetale in ogni campione studiato, suggerendo un continuo sfruttamento di tale risorsa durante l'intero anno.

5- Lo sviluppo completo delle neanidi si completa in tempi diversi nelle due specie, richiedendo probabilmente 8-9 stadi, circa 3 anni, per *T. andreinii*, e 8 stadi, circa 24 mesi, per *T. cavicola*.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare le tante persone che hanno contribuito negli anni alla raccolta dei dati e alla loro elaborazione e studio, tra questi Enrico Mezzanotte, Daniele Avesani, Federica De Bellis, Alessandro Brogna, Marco Sommaro, Maria Teresa Trivella, Silvia Zaupa, Elisa Zatta, Matteo Borghese e Manuela Poiesi.

Bibliografia

- AVESANI D., DE BELLIS F., LATELLA L., RAMPINI M., COBOLLI M. (2004) - *Population ecology of the cave cricket T. cavicola (Kollar, 1883) from Damati cave (North Italy)*. (*Orthoptera, Rhaphidophoridae*). XVII International Symposium of Biospeleology (Raipur, 25-30 November): 71.
- AVESANI D., LATELLA L., RAMPINI M. (2005) - *La Grotta Damati a Badia Calavena: 150 anni di storia, esplorazioni e ricerche*. Quaderno Culturale-La Lessinia ieri oggi e domani, 28: 33-40.
- BACCETTI B. (1982) - *Ortotteri cavernicoli italiani (Notulae orthopterologicae, XXXVI)*. Lavori della Società Italiana di Biogeografia, Verona, (n.s.) 6, (1978): 195-200.
- BAILEY N.T.J. (1951) - *On estimating the size of mobile populations from capture-recapture data*. Biometria, 38: 293-396.
- BERNARDINI C., DI RUSSO C. (2004) - *A general model for the life cycle of Dolichopoda cave crickets (Orthoptera: Rhaphidophoridae)*. European Journal of Entomology 101: 69-73.
- CACCONI A., SBORDONI V. (1987) - *Molecular evolutionary divergence among North American cave crickets. I. Allozyme variation*. Evolution, 41: 1198-1214.
- CARCHINI G., RAMPINI M., SBORDONI V. (1982) - *Absolute population censuses of cave-dwelling crickets: congruence between mark-recapture and plot density estimates*. International Journal of Speleology, 12: 29-36.
- DI RUSSO C., CARCHINI G., SBORDONI V. (1994) - *Life-history variation in Dolichopoda cave crickets*. In: H.V. Danks (ed.). Insect Life-cycle Polymorphism. Kluwer Academic Publisher, Netherlands: 205-226.
- LATELLA L., MEZZANOTTE E., RAMPINI M. (2002) - *Ricerche sugli ortotteri cavernicoli dei Covoli di Velo*. Quaderno Culturale - La Lessinia ieri oggi e domani, 25: 113-116.
- LINCOLN F.C. (1930) - *Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns*. Circ. U.S. Dep. Agric., nx.: 118.
- NOVAK T. & KUSTOR V. (1983) - *On Troglophilus (Rhaphidophoridae, Saltatoria) from north Slovenia (YU)*. Memoires de Biospéologie, 10: 127-137.
- PEHANI S., VIRANT-DOBERLET M., JERAM S. (1997) - *The life cycle of the cave cricket Troglophilus negelctus Krauss with note on T. cavicola (Kollar) (Orthoptera: Rhaphidophoridae)*. The Entomologist, 116 (3): 224-238.
- RAMPINI M., COBOLLI M., DE BELLIS F., MEZZANOTTE E., LATELLA L. (2002) - *Population dynamics of T. cavicola: preliminary data on Covoli di Velo caves (Monti, Lessini, Veneto, Italy)*