

The following is the established format for referencing this article:

Fenoglio, S. (2004) Perle tropicali: note ecologiche sui Plecotteri del Centro e Sud America. In: Casagrandi, R. & Melià, P. (Eds.) Ecologia. Atti del XIII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia (Como, 8-10 settembre 2003). Aracne, Roma, p. 55-59. [online] URL: <http://www.xiiicongresso.societaitalianaecologia.org/articles/Fenoglio-43.pdf>

Perle tropicali: note ecologiche sui Plecotteri del Centro e Sud America

Stefano Fenoglio

Di.S.A.V. - Università del Piemonte Orientale, Via Cavour 84, 15100 Alessandria.

e-mail: fenoglio@unipmn.it

Abstract: Anche se la Regione Neotropica è considerata una delle aree biologicamente più ricche del pianeta, in questa vasta area la Plecotterofauna è rappresentata da un unico genere di Perlidae: *Anacroneuria* (Klapálek). Recenti lavori testimoniano la diversità e ricchezza di questo gruppo, che è andato incontro ad una intensa speciazione dal Messico al Brasile; tuttavia, non sono finora praticamente disponibili informazioni relative all'ecologia di questi organismi. Un recente impulso allo studio dei perlati viene sicuramente, oltre che da considerazioni di tipo zoologico, biogeografico e filogenetico, anche dall'importanza assunta da questi organismi nei programmi di monitoraggio della qualità delle acque correnti. In questo lavoro vengono presentati i risultati di uno studio pluriennale articolato su diverse linee di ricerca, volte a migliorare le conoscenze sistematiche e biogeografiche del genere *Anacroneuria*, fornire indicazioni sul regime alimentare degli adulti e sull'ecologia trofica degli stadi larvali (sinora sconosciuti), fornire una descrizione morfologica delle uova, offrendo ipotesi biogeografiche relative alla distribuzione del genere ed infine analizzare l'importanza di questi organismi nel contesto di programmi di monitoraggio della qualità biologica dei sistemi fluviali nelle aree neotropicali.

Keywords: Plecoptera, Regione Neotropica, *Anacroneuria*, autoecologia

1. INTRODUZIONE

I Plecotteri costituiscono un piccolo ordine di insetti pterigoti, che annovera attualmente poco più di 3000 specie descritte in tutto il mondo. Questi insetti sono emimetaboli, con larve acquatiche ed adulti subaerei, e sono generalmente associati ad acque correnti, con poche specie adattate ad ambienti lenticili. Il gruppo è inoltre caratterizzato da una spiccata stenoecia nelle larve e da una ridotta capacità dispersiva degli adulti.

L'importanza ecologica dei Plecotteri è nota da tempo, in quanto questi organismi svolgono un ruolo fondamentale nelle dinamiche ecologiche dei sistemi lotici [Hynes, 1979]. In particolare, i Plecotteri costituiscono un tassello fondamentale nel processo di trasformazione del materiale organico alloctono, che rappresenta il principale input energetico di vasti tratti fluviali fondamentalmente eterotrofi [Vannote et al., 1980]. Le specie carnivore costituiscono inoltre uno dei principali elementi di controllo top-down delle cenosi macrobentoniche in molte aste di basso ordine.

Per la loro estrema sensibilità alle alterazioni ambientali, questi organismi sono stati da tempo

utilizzati come validi indicatori in sistemi di monitoraggio della qualità biologica delle acque correnti [Resh et al., 1996]: questi ed altri elementi hanno fatto crescere negli ultimi anni l'attenzione degli ecologi di tutto il mondo verso questo piccolo gruppo.

I Plecotteri sono generalmente associati ad acque fresche ed ossigenate [Zwick, 1973, 2000] e solamente poche specie sembrano essersi adattate agli ambienti lotici delle aree tropicali. Infatti, solamente una famiglia delle 15 descritte è presente in queste aree [Fochetti, 1995].

In particolare, anche se la Regione Neotropica è considerata una delle aree biologicamente più ricche del pianeta [Marshall e Liebherr, 2000; Myers et al., 2000], in questo enorme territorio la Plecotterofauna è rappresentata da un unico genere di Perlidae: *Anacroneuria* [Klapálek]. Questo genere, caratterizzato da una intensa e recente speciazione [Froehlich, 1981], è l'elemento dominante della Plecotterofauna del Messico, dell'America Centrale e di gran parte del Sud America [Jewett, 1958] e lavori recenti ne sottolineano la diversità e ricchezza, con un centinaio di specie attualmente descritte [Stark, 1995, 1998; Stark et al., 1999].

Nonostante l'aumentata conoscenza a livello tassonomico, al momento attuale l'ecologia di questo enorme gruppo è ancora praticamente sconosciuta [Steward e Stark, 1993].

2. SCOPO DELLA RICERCA

Scopo del mio lavoro è stato analizzare alcuni aspetti dell'ecologia delle *Anacroneuria*, contribuendo inoltre ad aumentare le conoscenze sistematiche e biogeografiche del gruppo e indagando sulle cause del loro successo evolutivo in aree precluse a tutti gli altri Plecotteri.

In particolare, il mio interesse si è indirizzato sulle seguenti linee di ricerca:

1. migliorare le conoscenze sistematiche e biogeografiche del genere *Anacroneuria*;
2. fornire indicazioni sul regime alimentare degli adulti (sinora sconosciuto);
3. fornire indicazioni sull'ecologia trofica degli stadi larvali (sinora sconosciuta);
4. fornire una descrizione morfologica delle uova;
5. fornire ipotesi biogeografiche relative alla distribuzione del genere;
6. analizzare l'importanza di questi organismi nell'ambito di programmi di monitoraggio della qualità biologica dei sistemi fluviali.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Materiale esaminato

Sono stati esaminati esemplari provenienti dai seguenti paesi: Nicaragua, Costa Rica, Honduras, Guatemala e Bolivia. Gli esemplari (larve ed immagini) sono stati raccolti direttamente dall'autore nel corso di alcune campagne di ricerca svolte in collaborazione con Enti ed Università centroamericane. Parte del materiale esaminato è stato inoltre inviato all'autore da J.M. Maes, C. Bailey e M. Myers. Gli stadi preimmaginali sono stati raccolti tramite un retino con maglia di 250 µm, mentre gli adulti sono stati catturati di notte con trappole luminose.

3.2 Analisi morfologica e tassonomica

Adulti e larve sono stati osservati con uno stereomicroscopio Zeiss Stemi 200c (20-90 X). Nei maschi adulti, l'edeago è stato estratto recidendo l'addome ed immergendolo in una soluzione di idrossido di potassio portato successivamente al punto di ebollizione.

3.3 Indagine sull'ecologia trofica

E' stato analizzato il regime trofico di adulti e stadi preimmaginali. Gli esemplari sono stati posti in flaconi contenenti soluzione di Hertwig [Tierno de

Figuroa e Sánchez-Ortega, 2000] e posizionati in un forno per 24 ore a 65° C. Successivamente, sono stati montati ed esaminati a luce trasmessa (50-90 X). In alcuni casi, è stata condotta una microdissezione ed un'analisi del contenuto del canale alimentare, che è stato estratto e montato in liquido di Faure.

3.4 Analisi ultrastrutturale delle uova

Sono state esaminate uova di due diverse specie di *Anacroneuria*: *A. starki* e *A. talamanca*. Le uova sono state rinvenute in masse sporgenti dal nono sternite oppure direttamente estratte dagli ovidutti. La morfologia delle uova è stata analizzata utilizzando un microscopio a scansione SEM JEOL JSM 5410.

3.5 Campagne di monitoraggio biologico

Sono state condotte alcune campagne di monitoraggio della qualità biologica delle acque correnti basate sull'analisi delle comunità a macroinvertebrati bentonici, analizzando il particolare l'importanza dei Plecotteri in questo contesto. I campionamenti sono stati realizzati nel reticolo del Rio San Juan (Nicaragua) negli anni 1998 e 2000, e nel Río Cepegá (Guatemala) nel 2002. I campionamenti sono stati realizzati utilizzando un retino con maglia di 250 µm ed valutando l'efficacia e la capacità descrittiva di alcuni indici di diversità (Shannon – Wiener, Margalef, Simpson) e di due indici biotici (F.B.I. - Hilsenhoff, 1988; I.B.E. - Ghetti, 1997).

4. RISULTATI

Nella trattazione dei risultati verranno riprese le linee di indagine menzionate per punti nel capitolo relativo allo Scopo della Ricerca.

1) Le mie indagini hanno portato alla descrizione di una nuova specie di *Anacroneuria*: *A. starki* Fenoglio e Morisi, 2001, rinvenuta nel Cerro Saslaya, N-E Nicaragua (Figura 1). La specie è stata descritta su una serie raccolta a quota 700 m s.l.m., in un ambiente di selva umida di montagna particolarmente minacciato dall'attività forestale [Fenoglio e Morisi, 2001a]. Inoltre, ho realizzato segnalazioni di ninfe ed adulti di *Anacroneuria* in alcune nuove località (La Tigra, Honduras; Bartola, Boca de Sabalo, Nicaragua; Chichicastenango, Guatemala), segnalando tra l'altro una popolazione di *A. talamanca* Stark, 1998 rinvenuta a quella che dovrebbe essere la quota minima alla quale sono mai stati ritrovati questi animali: 30 m s.l.m. a El Castillo (Nicaragua), 120 km dalla foce del Rio San Juan [Fenoglio e Morisi, 2001b].

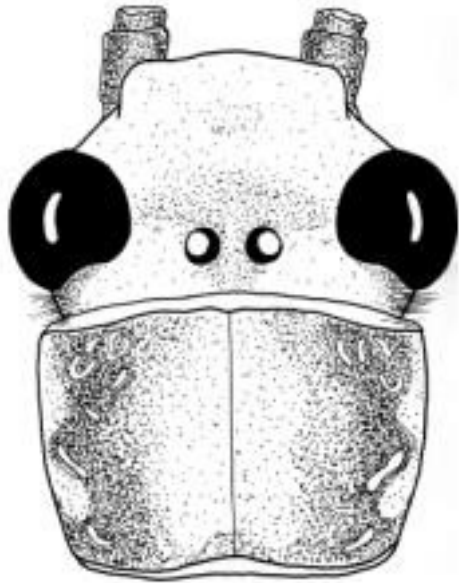


Figura 1. Capo e pronoto di *Anacroneuria starki*

2) Nei Plecotteri, il regime trofico degli stadi immaginali è stato analizzato esclusivamente in alcune specie europee e nordamericane, ed al momento attuale non è disponibile alcuna informazione relativa a specie tropicali. Analizzando il contenuto stomacale di 28 esemplari appartenenti a due specie di *Anacroneuria*, non è stata rinvenuta traccia di ingestione di cibo solido, né in esemplari maschili né in esemplari femminili. E' stata inoltre rilevata una notevole atrofizzazione dell'apparato boccale [Fenoglio e Tierno de Figueroa, 2003].

3) Analizzando 26 larve di *Anacroneuria* a differenti stadi di sviluppo è stato rilevato che gli esemplari di minori dimensioni (< 5,6 mm) contenevano nel loro canale alimentare esclusivamente detrito organico, mentre gli stadi più maturi contenevano frammenti di larve di Insetti, in particolare Ditteri (Chironomidae e Psychodidae Horaiellinae), Efemerotteri (*Camelobaetidius* sp., altri Baetidae, Tricorythidae) e Plecotteri (*Anacroneuria* sp.). E' stato quindi evidenziato come questi organismi siano detritivori nei primi stadi di sviluppo, divenendo predatori ad ampio spettro negli stadi larvali successivi [Fenoglio, 2003].

4 e 5) E' stata esaminata al SEM la morfologia delle uova di due specie di *Anacroneuria*: *A. starki* ed *A. talamanca* (Figura 2), che provengono da situazioni ambientali abbastanza differenti. La

prima specie è stata raccolta in un ruscello montano a circa 700 m s.l.m. mentre la seconda proviene da una piccola asta nella selva alluvionale a 30 m s.l.m. Sono state descritte le membrane extracellulari, i micropili e le strutture di adesione [Fenoglio e Rościszewska, in stampa]. Anche se esistono alcune differenze tra i due taxa, le uova risultano sempre caratterizzate dall'estrema sottigliezza delle membrane extracellulari e dalla presenza di numerosi micropili: questi elementi sono estremamente importanti per quanto riguarda le possibilità di scambio gassoso ed emergono come caratteristiche distintive della morfologia di queste uova, specialmente confrontando questi dati con osservazioni realizzate su gruppi strettamente legati dal punto di vista filogenetico (Sistellognati, specialmente Perlidae).

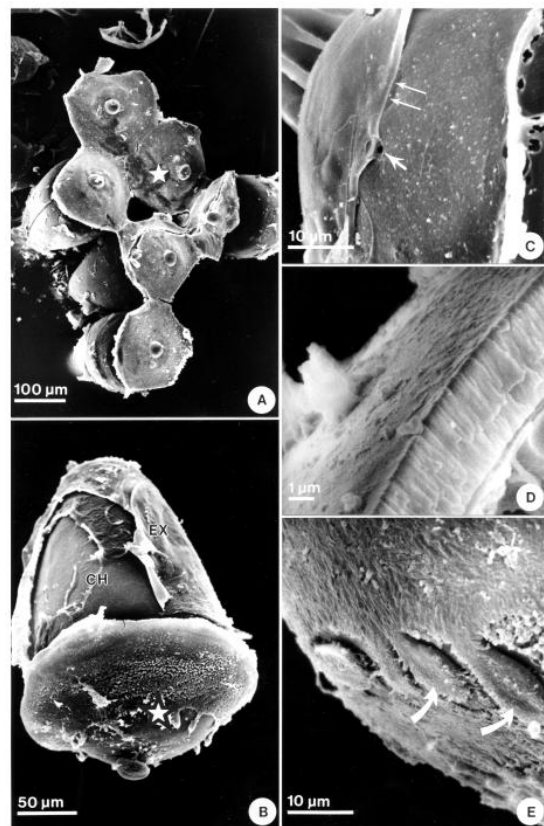


Figura 2. Uova di *A. talamanca* (A: ammasso di uova; B: uovo isolato, in cui si notano chorion (CH) ed extrachorion (EX); C: parte anteriore dell'uovo, con micropilo indicato dalla freccia; D: sezione del chorion; E: disco di adesione)

Viene quindi ipotizzato che proprio il possedere uova più permeabili agli scambi gassosi sia uno dei fattori che hanno permesso a questo gruppo di invadere e colonizzare le acque neotropicali, generalmente calde e povere di ossigeno disciolto, mentre tutti gli altri gruppi di Plecotteri,

generalmente stenossibionti, sarebbero stati impediti in questo processo di diffusione.

6) Nell'ambito di un'esperienza pluriennale di monitoraggio della qualità biologica delle acque correnti in Nicaragua [dati non pubbl.; Fenoglio et al., 2002], e di alcune altre campagne di rilevamento condotte in Guatemala [dati non pubbl.], è emerso come la presenza di Plecotteri del genere *Anacroneuria* sia sempre strettamente associata a condizioni di elevata qualità ambientale. Stadi preimmaginali di questi Plecotteri sono stati rinvenuti in cenosi ricche e diversificate, in associazione con taxa stenoeci ed estremamente sensibili alle alterazioni ambientali, come Efemerotteri Heptageniidae.

5. CONCLUSIONI

Il genere *Anacroneuria* è un complesso tassonomico ricco e diversificato, con numerose specie che colonizzano diversi ambienti lotici della Regione Neotropica.

Dal punto di vista autoecologico, il ciclo vitale del gruppo sembra caratterizzato dalla presenza di uno stadio immaginale che non assume cibo solido e che probabilmente possiede una vita abbastanza breve. Gli adulti di *Anacroneuria* sono pessimi volatori [oss. pers.] e non si distanziano molto dal corpo idrico in cui si sono sviluppati. In questo stadio il fabbisogno energetico è probabilmente limitato, anche perché le femmine compiono l'ultima metamorfosi dello stadio larvale con le uova completamente sviluppate [Fenoglio e Tierno de Figueroa, 2003]. Come in molti insetti emimetaboli acquatici, la vita allo stadio preimmaginale costituisce la fase di maggior importanza per l'accumulo delle risorse energetiche: infatti, mentre i primi stadi larvali presentano una dieta tipicamente detritivora ed abitudini interstiziali, le ninfe mature sono attive predatrici che si nutrono di un ampio spettro di invertebrati acquatici, mostrando un'assenza di specializzazione alimentare ma cibandosi essenzialmente degli organismi più diffusi [Fenoglio, 2003]. Non è infrequente il cannibalismo.

La distribuzione biogeografica del gruppo è particolarmente interessante e, anche se da tempo ne è stata rilevata la peculiarità [Hurlbert e Figueroa, 1982], sinora al riguardo non sono state avanzate interpretazioni ecologiche particolari.

In questo lavoro viene avanzata un'ipotesi per chiarire i motivi per cui in un'area di enormi dimensioni sia presente un unico genere ricco di specie, che ha in qualche modo potuto superare i fattori ecologici limitanti per il resto dei Plecotteri. Negli ambienti tropicali, le temperature elevate

possono limitare pesantemente la concentrazione di ossigeno disciolto nelle acque di fiumi e torrenti [Talling e Lemoalle, 1998], elemento cui i Plecotteri sono notoriamente sensibili. In tali situazioni, solo alcuni perlari sono stati capaci di adattarsi e sopravvivere. La particolare morfologia delle uova di *Anacroneuria* può aver svolto un ruolo fondamentale in questo contesto: uova con membrane sottili ed estremamente porose facilitano gli scambi gassosi e possono essere la chiave che ha permesso l'invasione delle acque neotropicali da parte di *Anacroneuria* e la sua successiva ed impressionante diversificazione [Fenoglio e Rościszewska, in stampa].

Per quanto concerne la possibilità di utilizzare dati autoecologici nell'implementazione di sistemi di monitoraggio della qualità ambientale, si può certamente concludere che stadi larvali di *Anacroneuria* sono sempre associati a situazioni di impatto antropico scarso o nullo. Analizzando sistemi lotici estremamente differenti, caratterizzati da diverso impatto antropico, appare evidente come *Anacroneuria* sia distribuita su un ampio spettro altitudinale (30 - 800 m s.l.m.) ed ambientale (dalle aste montane di basso ordine ai fiumi che solcano la foresta alluvionale atlantica) ma comunque sia sempre rinvenibile in presenza di una situazione di buona qualità ambientale. Nell'applicazione di indici a punteggio (Biotic Score Index) la presenza di questi organismi dovrebbe essere equiparata al rinvenimento di *Stenonema* sp. o altri Efemerotteri Heptageniidae [Fenoglio et al., 2002].

Un'ultima considerazione è relativa allo stato di conservazione di questi animali; anche se al momento attuale disponiamo di informazioni frammentarie ed incomplete, è facile constatare come in gran parte dell'areale di distribuzione della specie siano presenti numerosi fonti di alterazione ambientale che stanno distruggendo, in modo spesso estremamente rapido, gli ambienti lotici latinoamericani. Tra le più diffuse cause di degrado si ricordano la deforestazione, l'estrazione mineraria, l'assenza di sistemi di depurazione dei reflui organici anche nei centri urbani di maggiori dimensioni e l'impiego massiccio di fitofarmaci nelle grandi monoculture.

6. RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare tutte le persone che mi hanno aiutato in questi anni a lavorare a questo progetto, ed in particolare:

- E. Tropiano, R. Fuentes dell'U.Po.Nic, San Carlos e J.M. Maes del Museo Entomologico di León per il supporto logistico e la squisita ospitalità in Nicaragua;

- i coautori delle mie pubblicazioni su *Anacroneuria*;
- R. Fochetti, G. Malacarne e M. Cucco per gli utili consigli;
- Serena, che mi ha seguito ed aiutato nei campionamenti e in tutte le altre fasi del lavoro.

BIBLIOGRAFIA

- Fenoglio S. e Morisi A. *Anacroneuria starki*, a new species from Nicaragua (Plecoptera, Perlidae). *Aquatic Insects*, 23, 311-314, 2001a.
- Fenoglio S. e Morisi A. *Anacroneuria talamanca*, nueva especie para la fauna de Nicaragua (Plecoptera, Perlidae). *Revista Nicaragüense de Entomología*, 55/58, 5-9, 2001b
- Fenoglio S. e Rościszewska E. A characterization of the egg capsules of *Anacroneuria starki* and *A. talamanca* (Plecoptera: Perlidae), with a suggestion about stoneflies distribution in tropics. *Folia Biologica – Krakow*, in corso di stampa.
- Fenoglio S. e Tierno de Figueroa M. Observations on the adult feeding of some *Neoperla* and *Anacroneuria* species (Plecoptera, Perlidae). *African Journal of Entomology*, 11(1), 138-139, 2003.
- Fenoglio S.. Feeding habits of *Anacroneuria* nymphs (Plecoptera, Perlidae). *Bollettino della Società entomologica italiana*, 135 (1), 15-17, 2003.
- Fenoglio S., Badino G. e Bona F. Benthic macroinvertebrate communities as indicators of river environment quality: an experience in Nicaragua. *Revista de Biología Tropical*, 50 (3/4), 1125-1131, 2002
- Fochetti R. Plecotteri. In: Minelli A., Ruffo S. e La Posta S. (eds.): Checklist delle specie della Fauna Italiana, 37. Ed. Calderini, Bologna: 6 pp., 1995.
- Froehlich C.G. Plecoptera. pp. 86-87. In: Hurlbert, S.H., Rodríguez, G. e N.D. Dos Santos (eds). Aquatic Biota of Tropical South America. Part 1. Arthropoda. San Diego State Univ., San Diego, 1981.
- Ghetti P.F. Manuale di applicazione Indice Biotico Esteso (I.B.E.) Prov. Aut. Trento, Trento, 1997.
- Hilsenhoff W.L. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 7: 65-68, 1988.
- Hurlbert S.H. e Figueroa A.V. Aquatic Biota of Mexico, Central America and the West Indies. San Diego State Univ., San Diego, 1982
- Hynes H.B.N. The ecology of running water. Liverpool University Press, 1979.
- Jewett S.G. Stoneflies of the genus *Anacroneuria* from Mexico and Central America (Plecoptera). *American Midland Naturalist*, 60, 159-175, 1958..
- Marshall C.J. e Liebherr J.K., 2000. Cladistic biogeography of the Mexican transition zone. *Journal of Biogeography*, 27, 203-216.
- Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., da Fonseca G.A. e Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Resh V.H., Myers M.J. e Hannaford M.J. Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. In: Hauer, F. R. e G. A. Lamberti (eds), 1996. Methods in Stream Ecology. Academic Press, San Diego, CA, 1996.
- Stark B.P., del C. Zúñiga M., Rojas A.M. e Baena M.L. Colombian *Anacroneuria* (Klapálek): description of new and old species (Insecta, Plecoptera, Perlidae). *Spixiana*, 22, 13-46, 1999.
- Stark B.P. New species and records of *Anacroneuria* (Klapálek) from Venezuela (Insecta, Plecoptera, Perlidae). *Spixiana*, 18, 211-249, 1995.
- Stark B.P. The *Anacroneuria* of Costa Rica and Panama (Insecta: Plecoptera: Perlidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 111, 551-603, 1998.
- Stewart K.W. e Stark B. P. Nymphs of North American stonefly genera (Plecoptera). Denton, Texas, 460 pp., 1993.
- Talling J. e Lemoalle J. Ecological dynamics of tropical inland waters. Cambridge University Press, 1998.
- Tierno de Figueroa J. M. e Sanchez-Ortega A. Imaginal feeding of twelve species of Nemouroidean stonefly (Insecta, Plecoptera). *Annals of the Entomological Society of America*, 93, 251-253, 2000.
- Vannote, R. L., G. W. Minshall, K. W. Cummins, J. R. Sedell e Cushing C. E. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37, 130-137, 1980.
- Zwick P. Insecta Plecoptera. Phylogenetisches system und katalog. *Tierreich*, 94, 1-465, 1973.
- Zwick P. Phylogenetic system and zoogeography of the Plecoptera. *Annual Review of Entomology*, 45, 709-745, 2000.

