

First observations of annualism in *Millerichthys robustus* (Cyprinodontiformes: Rivulidae)

Omar Domínguez-Castanedo*, Miguel Ángel Mosqueda-Cabrera*
 and Stefano Valdesalici**

Millerichthys robustus survives in ephemeral pond habitats from Papaloapan river basin in Mexico by producing drought-tolerant diapausing embryos. Four stages in fertilized embryos were observed: Dispersion/re-aggregation, Diapause I, Diapause II, and Diapause III confirming its annualism. Eggs extracted from soil when the pool was completely dry were found in Diapause I. The chorion surface ornamentation is reported for this species for the first time.

Introduction

The cyprinodontiform family Rivulidae is a diversified group of killifishes, with currently more than 324 valid species occurring between southern Florida and northeastern Argentina (Costa, 2008). A part of the rivulid taxa, known as annual killifishes (Myers, 1942), are uniquely found in swamps and isolated pools that seasonally dry (Nico et al., 1987; Costa, 1995, 1998). The ability to survive in seasonal swamps and pools is due to the thickened chorion eggs, which make eggs resistant to water loss, and a complex embryonic development including diapause (Wourms, 1972a–c).

Three rivulids species are reported in Mexico: *Cynodonichthys tenuis*, *Kryptolebias marmoratus*, and *Millerichthys robustus* (Huber, 1992; Costa, 2008). *Millerichthys robustus* is known from the Papaloapan and Coatzacoalcos River drainages

(Miller & Hubbs, 1974), and was included in the subfamily Rivulinae in Costa (1998, 2008) but not in Costa (2011). To date, there is no data available about its lifestyle (Huber, 1992; Costa, 1995, 1998). The primary purpose of the present study is to describe its annual nature.

Material and methods

We have studied a population of *Millerichthys robustus* from a seasonal pond near Papaloapan River in Tlacotalpan, Veracruz, Mexico. The pond (18°37'39.3" N 95°38'53.0" W) was 30 × 20 m, with a maximum depth of 90 cm.

Fish were caught primarily using dip nets and transported to the laboratory in order to establish a laboratory stock. The parameters of water quality were measured with a Hanna® C99 multi-parametric spectrophotometer: NH₄, NH₃, NO₂,

* Laboratorio de Sistemas Acuícolas, Departamento El Hombre y su Ambiente, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Calzada del Hueso No. 1100, Col. Villa Quietud, Delegación Coyoacán, 04960, México, DF., México. E-mail: odominguez@correo.xoc.uam.mx, zitzitl@correo.xoc.uam.mx

** Via Cà Bertacchi N.5, 42030 Viano (RE), Italy. E-mail: valdesalici.stefano@gmail.com

The whole contribution can be purchased as PDF file.

Availability

Generally all our publications are available as PDF files; full publications as a general rule after the printed version is out of print. If you have questions concerning particular contributions please contact us by e-mail:

pdf@pfeil-verlag.de.

The PDF files are protected by copyright.

The PDF file may be printed for personal use.

The reproduction and dissemination of the content or part of it is permitted.

It is not allowed to transfer the digital personal certificate or the password to other persons.

Prices

Books: Prices are to be found in the catalog.

Articles in journals and single contributions or chapters in books:

10 EURO basic price per order (including the first 10 pages),
and

0.50 EURO per page, beginning with the 11th page.

Page numbers are found in the contents of the publications.

Orders

Use our order form for PDF files or send your order informal per e-mail (pdf@pfeil-verlag.de). The only accepted payment is by credit card. While using the order form for PDF files, your data will be transmitted by secure link (ssl). You also may send the informations informally by e-mail, fax, phone or mail.

Handling

As soon as possible, depending on our business hours and your order, you will receive your PDF file together with the certificate and password by e-mail.

Larger PDF files can be downloaded from our webpage, if necessary.

Your invoice will be sent out by e-mail after we charged your credit card.

To open the encrypted PDF files you have to install your personal certificate after your first order. All PDF files with the same certificate can be opened from that time on.

Dieser Beitrag kann als PDF-Datei erworben werden.

Verfügbarkeit von PDF-Dateien

Prinzipiell sind von allen unseren Publikationen PDF-Dateien erhältlich. Komplette Publikationen in der Regel erst nachdem die gedruckte Version vergriffen ist. Anfragen bezüglich bestimmter Beiträge richten Sie bitte per E-Mail an pdf@pfeil-verlag.de.

Die PDF-Dateien sind urheberrechtlich geschützt.

Ein Ausdruck der PDF-Dateien ist nur für den persönlichen Gebrauch erlaubt.

Die Vervielfältigung von Ausdrucken, erneutes Digitalisieren sowie die Weitergabe von Texten und Abbildungen sind nicht gestattet.

Das persönliche Zertifikat und das Passwort dürfen nicht an Dritte weitergegeben werden.

Preise

Bücher: Die Preise sind dem Katalog zu entnehmen. Zeitschriftenbeiträge und einzelne Kapitel aus Sammelbänden bzw. Büchern:

10 EURO Grundbetrag pro Bestellung (einschließlich der ersten 10 Seiten),
und

0,50 EURO pro Seite ab der 11. Seite.

Den Umfang der Beiträge entnehmen Sie bitte den Inhaltsverzeichnissen.

Bestellungen

Bestellungen sind mit dem PDF-Bestellformular oder formlos per E-Mail (pdf@pfeil-verlag.de) an uns zu richten. Die Bezahlung ist ausschließlich per Kreditkarte möglich. Bei Verwendung unseres Bestellformulars werden die Kreditkartendaten über eine gesicherte Verbindung (ssl) übermittelt. Sie können die Daten aber auch formlos per E-Mail, Fax, Post oder telefonisch übermitteln.

Abwicklung

So bald wie möglich, aber abhängig von unseren Bürozeiten und der gewünschten Bestellung, schicken wir Ihnen die PDF-Datei(en) zusammen mit Ihrem persönlichen Zertifikat und dem zugehörigem Passwort per E-Mail. Größere Dateien bieten wir Ihnen gegebenenfalls zum Herunterladen an.

Der fällige Betrag wird von Ihrer Kreditkarte abgebucht und Sie erhalten die Rechnung ebenfalls per E-Mail.

Um die verschlüsselten PDF-Dateien öffnen zu können, muss bei der ersten Bestellung das passwortgeschützte persönliches Zertifikat installiert werden, welches anschließend auf dem Rechner verbleibt. Alle mit diesem Zertifikat verschlüsselten Dateien können anschließend auf diesem Rechner geöffnet werden.