

BIOESPELEOLOGIA

OBSERVACIONES PRELIMINARES SOBRE LA  
CONDUCTA EN INDIVIDUOS CAVERNICOLAS DE  
*Trichomycterus conradi* (PISCES: TRICHOMYCTERIDAE)

Aldemaro Romero  
Department of Biology.  
University of Miami.  
Coral Gables, FL33124, USA.

1. INTRODUCCION

Hasta el presente se han reportado sólo tres especies de peces tricomycetridos viviendo permanente o temporalmente en el medio hipogeo (subterráneo). *Phreatobius cisternarum* fue descrito por Goeldi (1905), en base a unos pocos especímenes colectados a la salida de una cisterna o surgencia de agua en la isla de Marajó, en la desembocadura del río Amazonas. *Trichomycterus chaberti* fue descrito por Durand (1968), en base a 30 especímenes colectados en la Cueva de Umayalanta, Bolivia. Finalmente, en la Cueva del Guácharo, Venezuela, se encuentra una población de bagres la cual fue identificada como *Trichomycterus conradi* por Schultz (1944); nombre científico inicialmente usado para describir una especie epigea (de superficie) por Eigenmann (1912).

Si bien existe un creciente interés por conocer y explicar las adaptaciones a la vida cavernícola (Culver, 1982; Romero, 1984), nuestro conocimiento actuales sobre este tema se circunscriben a muy pocas especies. En lo que se refiere a los tricomycetridos hipogeos, sólo tenemos una información muy sucinta de su morfología, desconociéndose casi completamente otros aspectos de su biología. En el presente trabajo se presentan los resultados de las observaciones preliminares de campo y laboratorio realizadas en individuos cavernícolas de *T. conradi*.

## II. MATERIAL Y METODOS

En diciembre de 1983 se exploró la Cueva del Guácharo, Estado Monagas, con la finalidad de observar *T. conradi* en su medio ambiente y coleccionar unos cuantos individuos de dicha especie, de los cuales se trataría de obtener una información preliminar para futuros estudios exhaustivos sobre su conducta. Dicha exploración llegó hasta un poco más allá del "Paso del Viento", a unos 1.100 metros de la entrada de la cueva.

Durante la exploración se contaron por observación directa 14 individuos de tamaño variable. Todos los peces observados se hallaron desde el punto llamado "El Castillo" hasta el "Paso del Viento", apreciándose una mayor concentración en el punto correspondiente al llamado "pozo de los peces" (ocho individuos). Este pozo parece estar conectado a algún sifón dado el sentido e intensidad del flujo del agua en el mismo. Lamentablemente el puente de la caminería construido sobre el pozo, dificulta la observación y captura de estos peces. El agua es cristalina y corre sobre substrato arenoso o rocoso. Dada la altitud de la cueva (> 1.000 mts.), la temperatura del agua es más bien baja (13°C). Durante el recorrido se observó que algunos individuos de *T. conradi* se enterraban en la arena, por lo que es posible que el número total de peces en el trecho estudiado sea superior al anteriormente señalado.

Cuatro individuos fueron coleccionados, incluyendo el de mayor y el de menor talla de los observados. Cada pez fue capturado utilizando mallitas (redes de acuario). Las longitudes estándar de los peces fueron medidas tan pronto como fueron capturados utilizando calibradores (verniers). Las mediciones fueron hechas al 0,1 mm. más próximo posible. Las longitudes estándar fueron 6,2; 7,8; 7,9 y 9,0 mm.

Después de su captura y medición, todos los individuos fueron colocados en un contenedor opaco conectado a una bomba de aire portátil. Los individuos de *T. conradi* fueron transportados el mismo día de su captura a Caracas donde se realizaron las observaciones experimentales. Dichas observaciones tuvieron lugar durante los primeros 15 días posteriores a la recolección de los mismos. Los peces fueron alimentados con comida comercial de peces de acuario (Tetra-min), y ninguna observación se llevó a cabo en los días que los peces eran alimentados.

Las observaciones se realizaron en un acuario de cristal de  $120 \times 40 \times 50$  cm., lleno hasta una profundidad de 10 cm. con agua corriente tratada con anticloro. Los peces fueron colocados en el acuario experimental utilizando las mismas mallitas usadas durante la recolección.

La conducta de los peces fue grabada desde el instante mismo de ser colocados en el acuario experimental, utilizando una cámara National-Panasonic 3990 de un tubo, la cual estaba conectada a un grabador de videotape National-Panasonic, tipo VHS. La iluminación fue proporcionada por dos lámparas blancas de televisión, color-trants de 400 y 650 watios, respectivamente. Cada lámpara estaba montada en un trípode a los lados opuestos más extremos del acuario y a una altura aproximada de 1 metro por encima de la superficie del agua. Una lámina de anime blanco fue colocada sobre el fondo del acuario para dar mayor contraste a la imagen de televisión.

La conducta fue grabada manteniendo cada pez individualmente en el acuario por un período no inferior a los 10 minutos. Los peces



FIGURA 1

*T. conradi* (individuo IV) flotando boca arriba cerca de la superficie del agua (Tipo de conducta 4).

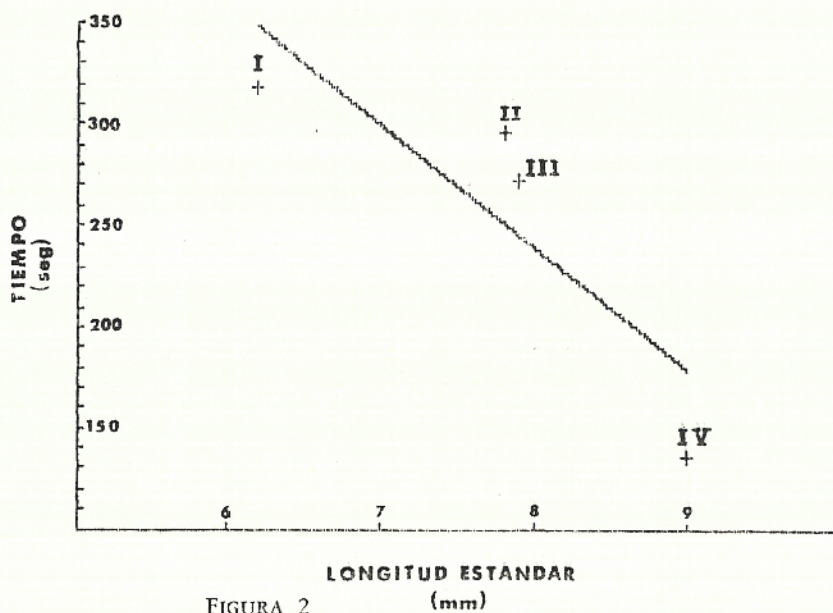


FIGURA 2

Regresión lineal obtenida de combinar longitud estándar del pez y duración total de la actividad natatoria durante un período de observación experimental de 10 minutos.  $Y$  (ecuación de la recta) =  $722,859 \pm 66,564$ .  $SB$  (desviación estándar del coeficiente) =  $26,470$ . Figura y valores obtenidos con el programa de estadísticas para regresión lineal en un Apple II *plus*.

fueron colocados en el acuario en orden creciente de tamaños. Para facilitar su identificación, a cada uno se le adjudicó un número romano también en orden creciente y correlativo a su tamaño, quedando la siguiente manera: pez I = 6,2 mm.; II = 7,8 mm.; III = 7,9 mm. y IV = 9,0 mm.

Seis tipos de conducta fueron tomados en consideración: 1) pez acostado sobre el fondo boca abajo (ángulo de la línea mediana del pez respecto al fondo ( $< 45^\circ$ )); 2) pez acostado boca arriba sobre el fondo ( $\geq 45^\circ$ ); 3) pez flotando boca arriba ( $\leq 45^\circ$ ); 4) pez flotando boca arriba ( $\approx 45^\circ$ ) (Figura 1); 5) pez nadando y 6) pez expeliendo burbujas a través de las branquias o por la boca. Para los tipos de conducta 1, 2, 3 y 4 se contaron las veces que tuvieron lugar y su duración. Para 5 sólo se midió la duración y para 6 sólo el número de veces que tuvo lugar.

### III. RESULTADOS

Los resultados de las observaciones de los diferentes tipos de conducta se presentan en las Tablas I y II. En la Tabla I se puede observar que existen unas diferencias notables entre la conducta de los peces más pequeños y el más grande. Así, mientras para I, II y III el número de veces en que se mantienen boca abajo y en el fondo varía entre 5 y 8 (con una duración total máxima para III de 5'20''), tal conducta no se observa en IV. En cambio, la conducta de flotar boca arriba durante el período de observación fue frecuente para IV (9 veces, duración total máxima = 3'34''), mientras que en los otros tres dicha conducta se presentaba de 1 a 4 veces, con una duración máxima total de 1'55'' en I. Cuando los datos de longitud estándar y tiempo que pasa cada pez nadando son comparados gráficamente, se obtiene una regresión lineal que indica que mientras el pez es más grande, es menos activo respecto a este tipo de conducta (Fig. 2).

En la Tabla II se muestra el número de veces y los tiempos en los cuales cada uno de estos peces expelía burbujas a través de sus branquias o por su boca.

### IV. DISCUSION

#### 4.1. Medio ambiente y conducta asociada al mismo.

A pesar de estar constituida por unas 140 especies, la biología de los tricomycetridos en general se conoce muy pobremente (Baskin, 1972; Arratia, 1983a,b; Arratia et al. 1968; Arratia & Menu-Marque, 1981). Sin embargo, se puede afirmar que las características ecológicas aquí descritas para *T. conradi* coinciden con las citadas por Arratia y Menu-Marque (1981) y por Ringuelet et al. (1967) para otros tricomycetridos en lo referente a la preferencia por las aguas claras y frías. Estos autores también han señalado reotaxis positiva y escotofilia (preferencia por los lugares oscuros) en diversas especies de esta familia, factores ambos que facilitarían la penetración en las cuevas y que se consideran comunes en peces cavernícolas (Romero, 1984).

#### 4.2. Conducta individual.

De los comportamientos mostrados en la Tabla I, resalta la frecuencia y duración con la que flotan boca arriba, particularmente en el caso del pez de mayor tamaño.

Tres posibles interpretaciones pueden darse acerca de este comportamiento: a) fisiológico: al estar flotando con la boca a nivel de la superficie del agua, el pez tiene una mayor facilidad para capturar oxígeno atmosférico con fines respiratorios (ver más abajo); b) escotofílico: en esta posición los ojos del pez quedan parcialmente protegidos de la luz experimental por la sombra que la cabeza proyecta sobre ellos (Fig. 1) y, c) agonístico: esta posición recuerda a la que toman muchos peces durante su comportamiento agonístico.

De estas tres interpretaciones, la última se revela como la más interesante, ya que para su discusión hace falta responder a la pregunta de si se trata de un tipo de conducta originado antes o después de la invasión del medio subterráneo en esta especie. Después de todo, ¿qué sentido tiene el tomar una posición corporal como señal visual en un ambiente de total oscuridad en el que es imposible percibir el mismo como tal señal? Estas preguntas han sido respondidas para otra especie de pez con poblaciones cavernícolas (*Astyanax fasciatus*) y para otro tipo de conducta (escotofilia). Romero (1985), demostró que la preferencia por lugares oscuros en individuos de la forma ciega y despigmentada de dicho carácido, es un carácter relicto heredado filogenéticamente de la forma epigea con ojos, aunque carente de valor adaptivo para el medio cavernícola.

Dado que la morfología de los individuos de *T. conradi* utilizados en este estudio (pigmentados y microftalmos) se asemeja más a los de un pez epigeo que a los de un pez troglobio (ciego y despigmentado, es decir, totalmente adaptado a la vida cavernícola), revela que muy bien podría tratarse de una población que invadió el medio cavernícola muy recientemente estando dicha conducta agonística, aún presente en el genoma de la población muestreada.

#### 4.3. Respiración.

La observación de que estos peces engullen aire para así tomar el oxígeno necesario para su respiración, no debería ser sorprendente,

ya que las aguas subterráneas se caracterizan por su baja concentración de oxígeno disuelto debido a la falta de productores primarios; sin embargo, esta es la primera especie de pez cavernícola en la cual es reportado dicho tipo de respiración. De nuevo la explicación a este fenómeno puede que radique en que se trata de una característica relictual. Dicha posibilidad se ve apoyada por el hecho de que ese mismo tipo de respiración aérea ya ha sido reportado para la familia de los tricomycetridos. (Gee, 1976). El hecho que la respiración aérea no fuera observada durante los estudios de campo, no deberían tampoco sorprender, ya que tal tipo de respiración suele ser facultativa y dependiente de factores ecológicos (Kramer, 1983; Kramer & Braun, 1983).

Finalmente se debe señalar que tras comparar la morfología de los individuos colectados con la descripción que Eigenmann (1912), hizo de *T. conradi*, surgen dudas acerca de lo acertado de la clasificación de esta población cavernícola como tal hecha por Schultz (1944). En cualquier caso, la familia de los tricomycetridos se caracteriza por una enorme variabilidad intraespecífica y por su complejidad sistemática (Arratia, 1983b; Arratia et al., 1968; Baskin, 1972).

#### V. CONCLUSIONES

Estos primeros estudios acerca de la conducta de *T. conradi* revelan que se trata de un pez con patrones de comportamiento únicos entre las especies cavernícolas y las cuales deben ser investigadas más a fondo con la finalidad de comprender su valor adaptativo.

Futuros estudios sobre esta especie de pez deberán comparar la morfología y conducta de las formas epigeas e hipogeas de la misma. Dichos trabajos deberán ser precedidos por marcaje-recaptura de manera de cuantificar la población y conocer más a fondo su variabilidad, al tiempo que se aportan datos vitales conducentes a su conservación.

Finalmente, sería también muy importante el emprender una revisión taxonómica de dicha población cavernícola para así aclarar su posición sistemática.

## VI. AGRADECIMIENTOS

Agradezco el permiso de recolección y apoyo de campo dado por las autoridades y personal del Instituto Nacional de Parques de Venezuela. El Sr. Armando Falkenhagen y el Sr. Herick Laine Mathison colaboraron en las tareas de campo, y este último también prestó una valiosa ayuda durante la grabación en videotape de la conducta de los peces. El Prof. Luis Levín desarrolló la regresión lineal de la Figura 2. Agradezco también al Dr. Eugenio de Bellard Pietri por su estímulo en la publicación de este trabajo. Estas investigaciones han sido financiadas en parte con fondos de la Sigma-Xi, The Scientific Research Foundation (Connecticut, EE.UU.), The Explorers Club (Nueva York, EE.UU.) y la National Speleological Society (Alabama, EE.UU.). Esta es la contribución número 185 del Programa de Biología Tropical, Ecología y Conducta de la Universidad de Miami.

## VII. LITERATURA CITADA

ARRATIA, G.

1983a —*Trichomycterus chungarensis* n. sp. and *Trichomycterus laucaensis* n. sp. (Pisces, Siluriformes, Trichomycteridae) from the High Andean Range. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 18: 65-97.

1983b —The caudal skeleton of ostariophysian fishes (Teleostei): Intraspecific variation in Trichomycteridae (Siluriformes). *J. Morph.* 177: 213-229.

ARRATIA, G.; A. CHUNG; S. MENU-MARQUE & G. ROJAS

1968 —About *Bullockia maldonadoi* gen. nov., *Trichomycterus mendozensis* n. sp. and revision of the family Trichomycteridae (Pisces, Siluriformes). *Stud. Neotr. Fauna Environ.* 13: 157-194.

ARRATIA, G. & MENU-MARQUE

1981 —Revision of the freshwater catfishes of the genus *Hatcheria* (Siluriformes, Trichomycteridae) with commentaries on Ecology and Biogeography. *Zool. Anz.* 207: 88-111.

BASKIN, J. N.

1972 —Structure and relationships of the Trichomycteridae Ph. D. Dissertation, City University of New York. 409 pp. + xxi.



- CULVER, D. L.  
1982 —*Cave life. Evolution and Ecology*. Cambridge: Harvard University Press.
- DURAND, J. P.  
1968 —Étude des poissons récoltés dans la grotte de Umayalanta (Bolivie), *Trichomycterus chaberti* sp. n. *Ann. Spéol.* 23: 343-353.
- EIGENMANN, C. H.  
1912 —The freshwater fishes of British Guiana, including a study of the ecological grouping of species, and the relation of the fauna of the plateau to that of the lowlands. *Mem. Carnegie Mus.* 5: 1-578.
- GEE, J. H.  
1976 —Bouyancy and aerial respiration: factors influencing the evolution of reduced swimbladder volumen of some Central American catfishes (Trichomycteridae, Callichthyidae, Loricariidae, Astroblepidae). *Can. J. Zool.* 54: 1030-1037.
- GOELDI, E. A.  
1905 —Nova zoologica aus der Amazonas-Region. Neue Wirbeltiere. *C. R. 6th. Congr. Int. Zool. Berne, 1905*: 542-549.
- KRAMER, D. L.  
1983 —The evolutionary ecology of the respiratory modes in fishes: an analysis based on the costs of breathing. *Env. Biol. Fishes* 9: 145-158.
- KRAMER, D. L. & E. A. BRAUN  
1983 —Short-term effects of food availability in air-breathing frequency in the fish *Corydoras aeneus* (Callichthyidae). *Can. J. Zool.* 61: 1964-1967.
- RINGUELET, R.; R. ALONSO DE ARAMBURU & R. ARAMBURU  
1967 —*Los peces de agua dulce de la República Argentina*. Com. Inv. Cient. Buenos Aires. 607 pp.
- ROMERO, A.  
1984 —Responses to light in cave and surface populations of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae): An evolutionary interpretation. Ph. D. Dissertation. University of Miami. 130 pp. + xx.
- 1985 —Ontogenetic change in phototactic responses of surface and cave populations of *Astyanax fasciatus* (Pisces: Characidae). *Copeia* 1985: (en prensa).
- SCHULTZ, L. P.  
1949 —A further contribution to the ichthyology of Venezuela. *Proc. U. S. Natl. Mus.* 99: 1-211.

TABLA I

Conducta	Acostado sobre el fondo boca abajo				Acostado sobre el fondo boca arriba		Flotando boca abajo		Flotando boca arriba				Nadando	
	Individuo	n	t	$\bar{x}$	ds	n	t	n	t	n	t	$\bar{x}$	ds	t
I (6,2 mm)	5	1'47"	21.4"	9.072	1	1'37"	—	—	4	1'55"	28.75"	33.387	5'17"	
II (7,8 mm)	8	4'24"	33.0"	28.874	4	—	—	1	20"	1	20"	—	—	4'56"
III (7,9 mm)	6	5'20"	54.167"	70.007	—	—	1	3"	1	5"	—	—	4'32"	
IV (9,0 mm)	—	—	—	—	1	52"	2	1'19"	9	3'34"	32.667"	22.973	3'55"	

TABLA I. Descripción cuantitativa de diferentes tipos de conducta en *T. conradi*. n = número de observaciones; t = tiempo total de la conducta durante 10 minutos de observaciones experimentales;  $\bar{x}$  = promedio; ds = desviación estándar; número debajo de los números romanos = longitud estándar del pez. Promedios y desviaciones estándar fueron calculados sólo cuando se contaba con tres o más datos.

## VIII. SUMMARY

This paper presents the results of the first field and laboratory observations on the behavior of cave *Trichomycterus comradi* (PISCES: TRICHOMYCTERIDAE). Field studies took place at the "Cueva del Guácharo", eastern Venezuela. Laboratory observations were made using videotape techniques. It was found that these fish display different positioning (including floating upside down) which might be interpreted as a physiological adaptation for air-breathing, a scotophilic behavior or an agonistic display. A correlation was found between size, and behavior displays and swimming activity. Air-breathing is also reported for this species. This is the first time that such mode of respiration is found in a cave fish. It is suggested that air-breathing is a behavioral relict rather than a physiological adaptation to cave life.

TABLA II

Expulsión de burbuja Individuo	n	Tiempos
I	4	4'23", 6'20", 6'37" y 9'28"
II	4	4'20", 6'10", 7'59" y 9'29"
III	7	2'53", 3'09", 3'14", 3'31", 4'32", 7'28" y 8'07"
IV	7	1'07", 1'53", 2'30", 3'33", 4'15", 5'00" y 8'00"

TABLA II. Respiración aérea en *T. comradi*. n = número de veces y t = instanes en que la expulsión de burbujas por las branquias o por la boca fue observada durante un período de 10 minutos de observaciones experimentales.