

MORTALIDAD EN PUESTAS DE *ELACHISTOCLEIS BICOLOR* (MICROHYLIDAE: ANURA), EN CHARCOS TEMPORALES EN PARAGUAY

MORTALITY IN EGG LAYS OF *ELACHISTOCLEIS BICOLOR* (MICROHYLIDAE: ANURA) IN
TEMPORARY PONDS IN PARAGUAY

Pier Cacciali

Asociación Guyra Paraguay, Cnel. R. Franco 381. Asunción, Paraguay
Programa Estación Ecológica San Rafael (ECOSARA), Pro Cordillera San Rafael, Alto Verá. Itapúa, Paraguay.
E-mail: pier_cacciali@yahoo.com

Palabras clave: Paraguay, anfibios, *Elachistocleis bicolor*, mortalidad, reproducción.

Key words: Paraguay, amphibians, *Elachistocleis bicolor*, mortality, reproduction.

La familia Microhylidae, en el Paraguay, está representada por tres especies: *Chiasmocleis albopunctata*, *Dermatonotus muelleri* y *Elachistocleis bicolor* (Aquino *et al.*, 1996). Sin embargo, el estatus taxonómico de la última no está del todo claro (Lavilla *et al.*, 2003) y hasta que no se haga una revisión del género en el Paraguay se mantiene el nombre *E. bicolor* (Brusquetti & Lavilla, 2006). Dado que las diferencias entre *E. bicolor* y su congénere *E. ovalis* son muy escasas, el canto de ambos serviría para diferenciarlas en aquellas zonas donde se encuentran las dos especies viviendo en simpatria como el sudeste de Bolivia (De la Riva *et al.*, 1996).

Los machos de *Elachistocleis bicolor* vocalizan semisumergidos levantando la región anterior del cuerpo, desde los cuerpos de agua, al amparo de la vegetación (Rodrigues *et al.*, 2003). Los apareamientos tienen lugar tras fuertes lluvias (De la Riva *et al.*, 1996; Rodrigues *et al.*, 2003) constituyendo una especie con patrón reproductivo explosivo, según lo propuesto por Wells (1977). El amplexo es axilar, durante el cual, el vientre del macho segrega una sustancia que lo adhiere al dorso de la hembra (Scrocchi & Lavilla, 1990).

En este trabajo, se realizó el monitoreo de cuatro charcos temporarios ubicados en caminos de acceso, en los cuales se encontraron puestas de *Elachistocleis bicolor*. En el área de estudio, *E. bicolor* fue la única especie que se observó oviponiendo en charcos ubicados en el medio de un camino de tierra. Para estudiar el éxito reproductivo en este tipo de ambientes, se monitorearon dos charcas que sufrieron el paso de maquinaria y otras dos que no sufrieron impacto mecánico alguno durante el periodo de estudio.

MÉTODOS

El trabajo fue llevado a cabo en el área de la Estación Biológica Kangüery (26°30'45"S, 55°47'19"O), ubicado en el centro oeste del Parque Nacional San Rafael, Departamento de Itapúa, Paraguay (Fig. 1). El área de San Rafael cuenta con 748 km², de las cuales 25.7 km² pertenecen a Kangüery. Se tomó la temperatura desde mediados de septiembre de 2006 a mediados de febrero de 2007. La temperatura promedio varió alrededor de 26.6 °C, siendo los valores máximo y mínimo 43 y 10 respectivamente. En esta zona, la precipitación anual media

es de 2100 mm (Esquivel *et al.*, 2007). El índice más alto de lluvias se registra en octubre. Existe asimismo una temporada seca comprendida entre los meses de julio y agosto.

El área que ocupa Kangüery, tiene dos tipos de ecosistemas principales: Bosque Atlántico del Alto Paraná y Pastizales de la Mesopotamia. El Bosque Atlántico del Alto Paraná forma parte del megadiverso ecosistema Bosque Atlántico (Cartes, 2000; Myers *et al.*, 2000), considerado de suma importancia para la conservación a nivel global. Por su parte, los Pastizales de la Mesopotamia Sudamericana, están reconocidos como sabanas inundables asociadas estrechamente al Bosque Atlántico del Alto Paraná en lo que comprende el área de San Rafael (Del Castillo & Clay, 2005).

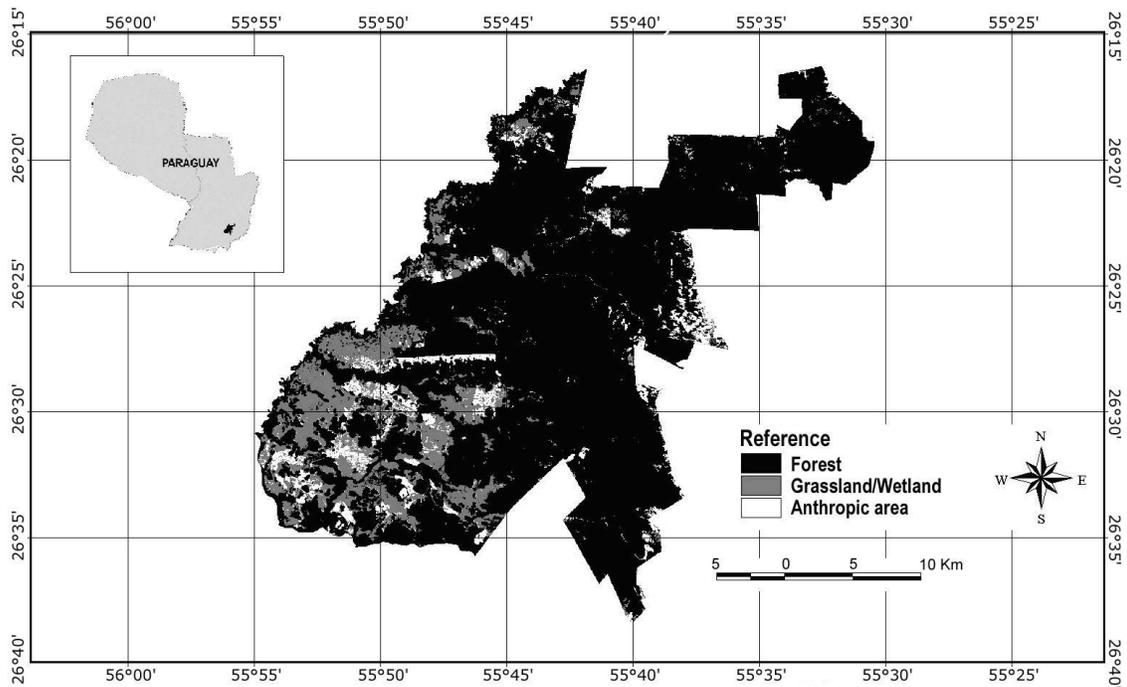


Figura 1. Mapa de San Rafael y su localización en el sureste de Paraguay. Cobertura de vegetación dividida en tres principales hábitats: bosque, pastizales naturales/humedales y áreas de uso agropecuario; derivado de una imagen Landsat del 2 de Enero del 2004 (Guyra Paraguay, datos no publicados).

Figure 1. Map of San Rafael and its location in Southeast Paraguay. Vegetation cover divided into three principal habitats: forest, native grassland/wetland and agricultural areas. Derived from a Landsat Image 2 January 2004 (Guyra Paraguay unpublished data).

A pesar de existir una gran diversidad de anfibios en el bosque, la concentración de los mismos con actividad reproductiva se da en el pastizal, donde son más abundantes los charcos. Dentro del bosque los únicos recursos acuáticos disponibles son los arroyos y son pocas las especies de anfibios que se reproducen en ellos. Además, la vegetación más densa del pastizal brinda un mejor refugio contra los predadores, tanto para los adultos al momento de reproducirse como para las larvas durante su crecimiento.

Cuatro charcos ubicados sobre o cerca a caminos que cruzan áreas de pastizal y en los cuales se observaron puestas de *Elachistocleis bicolor*, fueron monitoreados. Dos charcos (Charcos 1 y 2) no fueron perturbados por vehículos durante el periodo de estudio y los otros dos (Charcos 3 y 4) fueron transitados por maquinaria pesada. De los cuatro, el Charco 1 estuvo a un costado del camino.

En la Tabla 1 se proporcionan las medidas de los charcos monitoreados así como el día en que empezaron a ser estudiados, que en todos los casos, fue a la mañana siguiente al apareamiento.

Tanto el número de huevos como el de larvas fueron realizados por conteo directo de los individuos. Los charcos fueron de aguas claras, por lo que fue posible realizar los conteos de los renacuajos incluso cuando estos estaban en el fondo. Se anotó la temperatura cada día así como la cantidad de lluvia caída durante el período de monitoreo.

El monitoreo de las charcas se realizó cuatro veces durante el día, con un intervalo horario de seis horas. Los estadios embrionarios y larvarios fueron inferidos por observación directa en base a la tabla de Gosner (1960).

Tabla 1. Medidas de las charcas dadas en centímetros. Sin Perturbación: Charcos sin Perturbación Antrópica. Con Perturbación: Charcos con Perturbación Antrópica. N° de H: Número de huevos en cada charco.

Table 1. Measurements of ponds given in centimetres. Undisturbed: Ponds without human disturbance. Disturbed: Ponds disturbed by humans. N° of H: Number of eggs in each pond.

	Sin Perturbación		Con Perturbación	
	Charco 1	Charco 2	Charco 3	Charco 4
Día	11-X-2006	12-X-2006	19-X-2006	19-X-2006
Largo	72	253	344	296
Ancho	14	65	124	97
Prof.	4	15	12	9
N° de H	183	332	274	194

RESULTADOS

Generalidades.- Las puestas se encontraron después de fuertes lluvias (5 a 8 hrs. luego de la lluvia). Octubre y noviembre fueron los meses en los que se registró actividad reproductiva en *Elachistocleis bicolor*. Adultos de la especie fueron encontrados en diciembre y enero, pero no en actividad reproductiva.

Las puestas estaban constituidas por una aglomeración de huevos transparentes, con el embrión negro en el centro. Los huevos se disponen debajo de la superficie del agua, formando una película mucilaginosa. Cada huevo se adhiere equidistantemente a otros seis dando como resultado (según se lo vea) patrones hexagonales (Fig. 2).

El viento puede disgregar la masa de huevos en pequeños grupos separados e incluso huevos aislados. El mayor número de huevos encontrados en este estudio fue de 332 y el menor de 183 ($X= 245.75$; $\sigma= 70.36$).

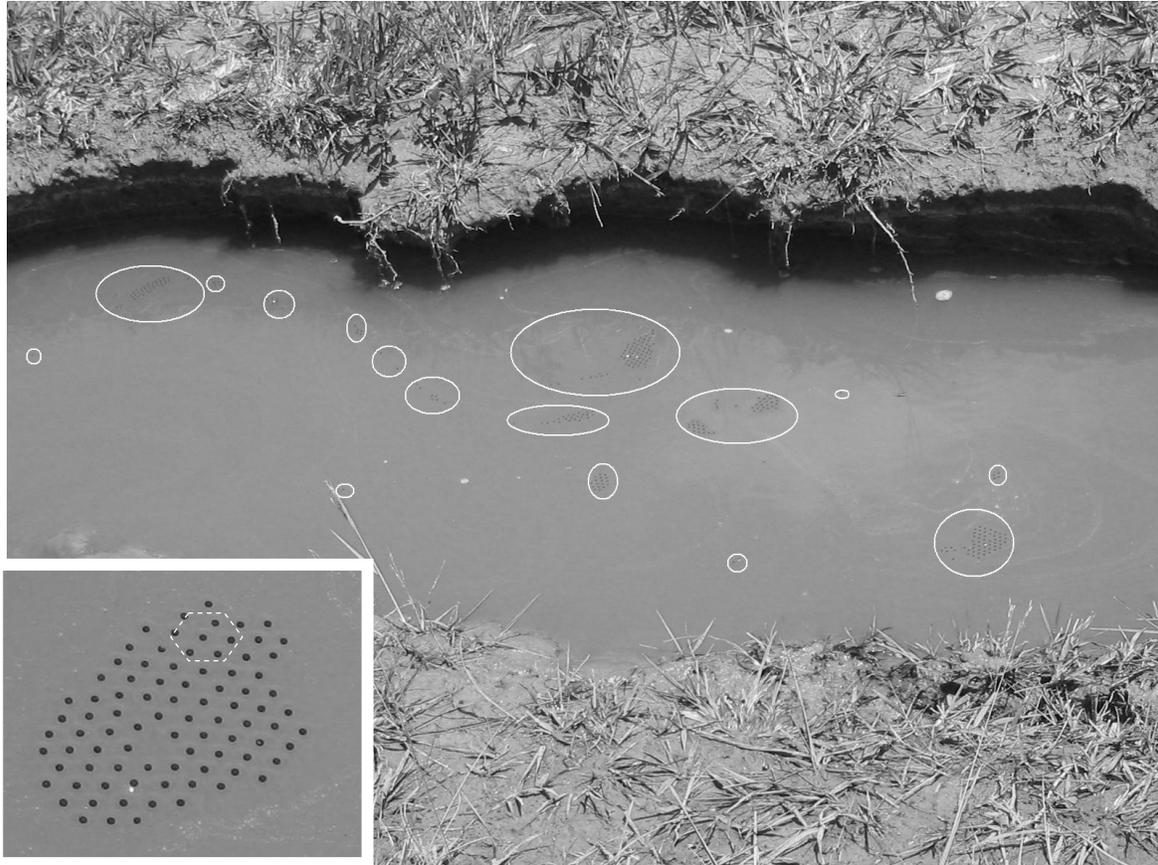


Figura 2. Imagen del Charco 2, con la puesta de huevos mostrando su disposición. Las puestas están resaltadas dentro de círculos blancos. En recuadro: Detalle de la puesta de *E. bicolor* mostrando la disposición y la forma de adherencia.

Figure 2. Image of Pond 2 with the clutch of eggs showing their positioning. Clutches are highlighted with white circles. In box: Detail of the clutch of *E. bicolor* showing their positioning and the form of adherence.

Charcos 1 y 2 (sobre camino sin tránsito).- De ambas charcas, sólo el Charco 1, ubicada a un costado del camino, presentó pastizales en un sector del margen. Los huevos del Charco 1 fueron inicialmente 183. Por su escasa profundidad el Charco 1 hizo que el agua se evapore pronto y los huevos fueran quedando aislados en pequeños grupos. A medida que se iba secando el charco, los huevos quedaban sobre fango. Al día siguiente de encontrarse la puesta (12-X-2006) quedaban 82 huevos, cuyos embriones todavía no estaban formados, pero sí se evidenciaba un aumento en volumen del embrión. Finalmente el 13-X-2006 el charco se evaporó por completo y los huevos con embriones fueron predados por hormigas.

En el Charco 2, se contaron 332 huevos. El número de huevos disminuyó conforme disminuía el nivel del agua en el charco. Con el descenso del nivel del agua un grupo de 54 embriones quedó fuera del agua en un avanzado estado de desarrollo (Estadio 20). Al final del día 13-X-2006, se encontraron 197 renacuajos (Estadio 23-26). Este charco disminuyó su nivel dejando aislado a tres grupos de renacuajos. La noche del 14-X-2006 se contaron al menos 20 renacuajos en un remanente del charco, con muy poca agua. En la madrugada del 15-X-2006 sobrevino una fuerte lluvia de 60 mm. El nivel del agua en el Charco 2 se elevó nuevamente,

hasta constituir un gran charco de 1180 cm de longitud. En este momento los renacuajos estaban entre los estadios 31 y 35.

El agua siguió disminuyendo, debido a la evaporación por las altas temperaturas. Finalmente el día 23-X-2006 en horas cercanas al mediodía solo fue observado un renacuajo bastante avanzado en su desarrollo (Estadio 39-40), pero el nivel de agua en el charco era muy bajo (aproximadamente 2 cm). El 25-X-2006 el agua del Charco 2 se secó por completo.

Charcos 3 y 4 (sobre camino con tránsito).- Ambas se encontraban en el medio del camino, y carecían por completo de vegetación circundante. Los huevos fueron puestos la noche del 18-X-2006 tras una lluvia no muy fuerte. En horas de la tarde, el 19-X-2006 tras el paso de maquinaria pesada (un tractor y un camión con acoplado) dejaron de observarse huevos en los charcos. Únicamente fueron observados algunos huevos esparcidos en la tierra que fueron predados rápidamente por hormigas.

Predación de huevos.- Si bien se observó la presencia de huellas de aves en dos de los charcos monitoreados, no se corroboró predación de aves a huevos o larvas. Sin embargo, dentro del agua en el Charco 2 fueron observados al menos tres renacuajos atacados por coleópteros de la familia Hydrophylidae, éstos fueron observados buscando activamente larvas a las que capturaban e introducían en pequeñas cavidades en el fondo del charco.

Todos los huevos, embriones o renacuajos que quedaban fuera del agua por el descenso de la misma, fueron atacados por hormigas que eran abundantes en los entornos de los charcos.

DISCUSIÓN

Las características de las puestas de *Elachistocleis bicolor* coincidieron con las típicas para la familia Microhylidae (Duellman & Trueb, 1986; De la Riva, 1993). Reportes sobre actividad reproductiva en esta especie son conocidos en Bolivia, donde se encontró hembras grávidas en los meses de noviembre y diciembre; siguiendo el mismo estudio, se indica que la transformación del huevo a renacuajo ocurrió en tres días (De la Riva, 1993). Según nuestro trabajo el periodo reproductivo estuvo restringida a los meses de octubre y noviembre, mientras que la transformación de huevo a renacuajo duró un poco más de 24 horas (ver resultados de Charco 1).

El número de huevos encontrados en el área de estudio fue significativamente más bajo que en puestas referidas para otra especie del mismo género, siendo entre 500 y 1000 en *E. ovalis* (De la Riva, 1993) con un promedio de 721, habiéndose registrado hasta 1380 huevos (Hödl, 1990). El número más alto de huevos en este estudio fue de 332 (puestos en el Charco 2), correspondiendo a un 33.6% menos que la mínima cantidad observada en *E. ovalis*.

En el área de Kangüery, *Elachistocleis bicolor* fue la única especie de anfibio que depositó sus huevos en charcos temporales sobre el camino. Sin embargo *E. bicolor* no sólo realizó las puestas sobre el camino, sino que también lo hizo al igual que otras especies de anfibios, en charcos temporales en los pastizales.

La mortalidad natural fue registrada para algunas especies de larvas de anuros, principalmente en Norteamérica y Europa. En este sentido, estudios sobre *Rana sylvatica* (Herreid & Kinney, 1966), *Rana aurora* (Calef, 1973) y *Bufo americanus* (Brockleman, 1968) demostraron siempre tener una mortalidad aproximada del 95%.

Aunque se conoce poco acerca del exitoso desarrollo ontogénico desde el huevo hasta los juveniles en *E. bicolor*, en los charcos analizados aquí la mortalidad natural fue total. En total se observaron 983 huevos, siendo la supervivencia del 0%. La tasa más alta de mortalidad se dio en las primeras horas, ya que con el descenso del agua los renacuajos que perecían eran abundantes. Brockleman (1968) y Calef (1973) concluyeron que la mortalidad es densidad-dependiente. Si bien el ataque por parte de los predadores fue irrelevante para la supervivencia según los resultados del presente estudio, también se observó una estrecha relación entre la densidad de los renacuajos en los charcos y la tasa de mortalidad. La tasa de mortalidad decreció significativamente cuando la población llegó a los 20 individuos aproximadamente.

En muchos estudios previos, la mayor amenaza para la supervivencia de renacuajos fue la predación (Anderson, 1968; Calef, 1973). Por otro lado, los factores ambientales para los Charcos 1 y 2 fueron determinantes en la mortalidad de todos los renacuajos de *E. bicolor* (la mortalidad por depredadores fue muy baja en este caso, es decir, menos de 10 renacuajos).

AGRADECIMIENTOS

A José L. Cartes, Alberto Yanosky y Alberto Esquivel, así como a Lucindo Gonzales por la revisión crítica del manuscrito. A Paul Smith por la revisión de las traducciones en inglés. A Ignacio de la Riva por facilitar material bibliográfico. Este trabajo se realizó dentro del marco del Monitoreo Biológico de San Rafael, financiado por el Forestry Bureau, Council of Agriculture (República de Taiwan) a través de BirdLife International.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, J.D. 1968. A comparison of the food habits of *Ambystoma macrodactylum sigillatum*, *Ambystoma macrodactylum croceum*, and *Ambystoma tigrinum californiense*. *Herpetologica*, 24(4):273-284.
- AQUINO, A.L., N. SCOTT & M. MOTTE. 1996. Lista de los anfibios y reptiles del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay. Pp. 331-400, en: Colecciones de Fauna y Flora del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay (O. Romero, ed.). IBN-MNHNP/ DPNVS/ SSERNMA/ MAG, Asunción, 573
- BROCKLEMAN, W. 1968. Natural regulation of density in tadpoles of *Bufo americanus*. Tesis de Doctorado, Universidad de Michigan, 78 pp.
- BRUSQUETTI, F. & E.O. LAVILLA. 2006. Lista comentada de los anfibios de Paraguay. *Cuadernos de Herpetología*, 20(2):3-79.
- CALEF, G.W. 1973. Natural mortality of tadpoles in a population of *Rana aurora*. *Ecology*, 54(4):741-758.
- CARTES, J. L. 2000. Breve historia de la conservación en el Bosque Atlántico. Pp. 37-57, en: El Bosque Atlántico en Paraguay. (J. L. Cartes, ed.). Guyra Paraguay/ Center for Applied Biodiversity Science/ Conservation International. Asunción, 236.
- DE LA RIVA, I. 1993. Ecología de una Comunidad neotropical de anfibios durante la estación lluviosa. Tesis de Doctorado, Universidad Complutense de Madrid, 383 pp.

- DE LA RIVA, I., R. MÁRQUEZ & J. BOSCH. 1996. Advertisement calls of four microhylid frogs from Bolivia (Amphibia, Anura). *American Midland Naturalist*, 136:418-422.
- DEL CASTILLO, H. & R. CLAY. 2005. Atlas de las Aves del Paraguay. Asociación Guyra Paraguay, Asunción, 212 pp.
- DUELLMAN, W.E. & L. TRUEB. 1986. The Biology of the Amphibians. McGraw-Hill, New York, 670 pp.
- ESQUIVEL, M., M.C. VELÁZQUEZ, A. BODRATI, R. FRAGA, H. DEL CASTILLO, J. KLAVINS, R. CLAY, A. MADROÑO & S.J. PERIS. 2007. Status of the avifauna of San Rafael National Park, one of the last large fragments of Atlantic Forest in Paraguay. *Bird Conservation International*, 17(4):301-317.
- GOSNER, K.L. 1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, 16(2):183-190.
- HERREID, C.F. & S. KINNEY. 1966. Survival of the Alaskan woodfrog (*Rana sylvatica*) larvae. *Ecology*, 47(6):1039-1041.
- HÖDL, W. 1990. Reproductive diversity in Amazonian lowland frogs. *Fortschritte Zoologische*, 38:41-60.
- LAVILLA, E.O., M. VAIRA & L. FERRARI. 2003. A new species of *Elachistocleis* (Anura: Microhylidae) from the Andean Yungas of Argentina, with comments on the *Elachistocleis ovalis-E. bicolor* controversy. *Amphibia-Reptilia*, 24:269-184.
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. DA FONSECA & J. KENT. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853-858.
- RODRIGUES, D. DE J., F.S. LOPES & M. UETANABARO. 2003. Padrão reprodutivo de *Elachistocleis bicolor* (Anura, Microhylidae) na Serra da Bodoquena, Mato Gorrso do Sul, Brasil. *Iheringia*, 93(4):365-371.
- SCROCCHI, G. & E.O. LAVILLA. 1990. Life history notes: *Elachistocleis bicolor*. *Herpetological Review*, 21(1):18.
- WELLS, K.D. 1977. The social behavior of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25:666-693.