

## Efectos de la desecación progresiva en el desarrollo larval de *Pleurodema borellii*

LAURA R. FIGUEROA<sup>1,2\*</sup>, N. REBECA ACOSTA<sup>1,2\*\*</sup> Y ALEJANDRO NUÑEZ<sup>1,2\*\*\*</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta, Argentina

<sup>2</sup>Consejo de Investigación, Universidad Nacional de Salta, Argentina

**RESUMEN:** El ciclo de vida bifásico en anfibios genera presiones diferenciales, donde aspectos físicos y biológicos del ambiente larval afectan la tasa de crecimiento y desarrollo, influenciando consecuentemente, la adecuación biológica del adulto. En este contexto, las características de historia de vida frecuentemente son fenotípicamente plásticas. Se trabajó con larvas hermanas de *Pleurodema borellii*, provenientes de un sector antropizado del Valle de Lerma (Provincia de Salta), con el objeto de analizar el tamaño y edad en el momento de la metamorfosis en relación con la variación del volumen de agua y bajo el régimen de crianza en densidad. Se ubicaron 8 larvas escogidas aleatoriamente, en 15 acuarios, distribuidos en 3 tratamientos con 5 réplicas cada uno. Los tratamientos A (alto) y B (bajo) mantuvieron volumen constante de agua, y para C la disminución fue progresiva. Se registraron variables morfométricas y peso. Los datos fueron transformados y tratados mediante ANOVA. Los resultados no indicaron respuestas diferenciales y significativas entre tratamientos para el régimen.

**PALABRAS CLAVE:** plasticidad, *Pleurodema borellii*, desecación, metamorfosis, tamaño.

**ABSTRACT:** The biphasic life cycle of amphibians creates differential pressures, where physical and biological aspects of the environment affect larval growth and development, thus influencing the adequacy's biological adult. In this context, life history characteristics are often phenotypically plastic. It worked with larvae sisters *Pleurodema borellii* from one sector modified by the man in Lerma's Valley, Salta, with the purpose of analyzing the size and age at the metamorphosis in relation to the variation in the volume of water and under a regime upbringing in density. Were located 8 larvae selected randomly, 15 aquariums, divided into 3 treatments with 5 replicates each. Treatments A and B (high and low volume) remained constant, and C, the decline was gradual. Morphometric variables were recorded weight. The data were processed and treated by ANOVA. The results didn't show significant and differential responses between treatments for the scheme.

**KEY WORDS:** plasticity, *Pleurodema borellii*, desiccation, metamorphosis, size.

### INTRODUCCIÓN

Los anfibios presentan un ciclo de vida bifásico, pudiendo, por lo tanto, explotar dos tipos de hábitat muy diferentes. En consecuencia, la adecuación biológica de los individuos, depende de las estrategias adaptativas que les permitan ajustarse a las particularidades de ambos (Wilbur y Collins 1973, Wilbur 1987).

Para los anuros, el cambio en las presiones selectivas del ambiente va acompañado de la metamorfosis (Richter Boix 2005). El ambiente acuático es el primero al que se enfrenta y tiene importancia fundamental por lo que, las restricciones impuestas por el ambiente durante el desarrollo larval, determinan rasgos fenotípicos que son clave durante su etapa adulta, tales como tamaño y edad a la primera

Autores

Correspondencia: [bio08ra@hotmail.com](mailto:bio08ra@hotmail.com)\*

[racosta@unsa.edu.ar](mailto:racosta@unsa.edu.ar)\*\*

[alejandro.tallermetodologia@gmail.com](mailto:alejandro.tallermetodologia@gmail.com)\*\*\*

reproducción (Wilbur 1987, Berven 1990, Relyea 2002).

Las larvas pueden habitar cuerpos de agua que presentan un gradiente de permanencia en el tiempo (Richter Boix 2005). Por ello, la oportunidad de permanecer más tiempo en la charca implicaría aumentar el tamaño disminuyendo la probabilidad de mortalidad durante la metamorfosis. Además, un tamaño mayor estaría relacionado con un inicio temprano de la madurez reproductiva, lo cual es ventajoso en términos de producción de huevos y atracción sexual, entre otras variables (Wells 2007).

En este contexto, las características de historia de vida como ser la tasa de desarrollo, la tasa de crecimiento y el tiempo de metamorfosis, frecuentemente son fenotípicamente plásticas; esto es, un único genotipo produce un rango de fenotipos dependiendo del ambiente (Lessells 1993). West-Eberhard (1989) define la plasticidad fenotípica como la capacidad que tiene un genotipo para producir más de una forma morfológica, un estado fisiológico o un tipo de comportamiento como respuesta a diferentes condiciones del medio ambiente.

Cuando el hábitat larval varía en calidad, el tiempo de la transición suele ser una característica plástica ya que si el desarrollo de la larva es variable, de modo que la metamorfosis ocurre más temprano en los ambientes temporarios o efímeros pero se retrasa en los permanentes, entonces la plasticidad puede conferir mejor ajuste al ambiente que una tasa de crecimiento fija rápida y/o lenta (Newman 1992, Relyea 2002, Blouin 1992, Hensley 1993, Kehr y Marangoni 1999).

Por lo tanto, las larvas de especies que ovoponen en ambientes efímeros y temporarios deberían ajustar las tasas de desarrollo en respuesta a los períodos hídricos de la charca, asegurando la supervivencia y logrando la

metamorfosis al mayor tamaño como sea posible (Leips *et al.* 2000).

En este marco, se trabajó con larvas hermanas de *Pleurodema borellii*, con el objeto de analizar respuestas plásticas en el tamaño y edad a la metamorfosis en función de la variación del volumen de agua y de la interacción con coespecíficos; puesto que este anuro ovipone en ambientes variables respecto a su hidroperiodo (Ceï 1987).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomó una puesta de *Pleurodema borellii* proveniente de un cuerpo de agua efímero ubicado en un sector de alta actividad antrópica (S 24° 43'16,5"; W 65° 24'36,0" sistema de referencia WGS84; 1228 msnm) en Salta, Argentina. La puesta fue mantenida en laboratorio en un acuario acondicionado y a temperatura ambiente hasta el momento de la eclosión de las larvas, iniciándose la experiencia cuando las mismas alcanzaron el estadio 25 (Gosner 1960).

Se trabajó con larvas hermanas para evitar efectos de interacción atribuibles a una variación genotípica y que pudiera ejercer influencia en los resultados (Via 1993). El diseño se realizó siguiendo la propuesta de Crump (1989), con el cual se pudo comparar las tasas de desarrollo y de crecimiento entre las larvas en ambientes con deterioro (tratamiento C), con las tasas de desarrollo y de crecimiento de sus hermanas ubicadas en niveles constantes altos (tratamiento A) y bajos de agua (tratamiento B). Los acuarios fueron ubicados al azar con el objetivo de evitar el efecto de posición.

Se colocaron 8 larvas por acuario alcanzando un total de 120 individuos (Tabla 1). Las variables morfométricas registradas fueron: longitud total, longitud del cuerpo, longitud de la cola, peso, estadio metamórfico (Gosner 1960). Para cada individuo metamorfoseado proveniente de los

diferentes tratamientos, se registró longitud hocico-urostilo y peso.

Las longitudes se registraron con calibre digital 0/100°, 0,01 mm, el peso con balanza analítica Metler Toledo AB 204, error: 1 mgr, desvío: 0,1 mgr. Las larvas se alimentaron *ad libitum* con alimento para peces en pellets marca Tetra®.

Los datos registrados se trataron mediante ANOVA previamente estandarizados y tratados mediante PCA considerando las variables morfométricas descriptas, para las larvas hermanas al 7°, 14°, 21° y 28° día de tiempo metamórfico. Con los primeros dos factores resultantes del PCA, se realizó un ANOVA, considerando los tratamientos y las diferentes variables estudiadas e incluidas en los factores para los momentos del desarrollo larval. Cuando las diferencias fueron significativas, se aplicó el test a posteriori de Tukey, lo que nos permitió observar el grado de significancia entre los tratamientos, considerándolos de a pares.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de que se observó en las primeras etapas del desarrollo larval, diferencias significativas, este comportamiento no se sostuvo para la F1 gobernada por la longitud total del cuerpo, lo que podría deberse, entre otros, a la gran dispersión de los datos (Tabla 3). Aún así, resulta interesante destacar la tendencia a mantener los registros más altos en el tratamiento A, mientras que en C, los valores resultaron bajos, esto puede interpretarse como respuesta al deterioro en la calidad del ambiente.

Asimismo, al detectar diferencias significativas en la primera fecha (7° día) se observó que las larvas pertenecientes al tratamiento A alcanzaron mayores valores de F1, considerando que el componente refiere a la longitud corporal, que sus hermanas pertenecientes a los tratamientos B y C (Tabla 3, Figura 1).

Este comportamiento que se observó en las primeras etapas, se revirtió a medida que avanzó el desarrollo. En ese marco, para el tratamiento B, los registros indicaron un aumento al 21° día, pudiendo deberse a una situación de ambiente estable aún con bajo volumen de agua ya que esta última característica es la norma en cuerpos de agua efímeros. Al analizar el peso, los registros mostraron que las larvas pertenecientes al tratamiento B fueron las que en todo momento conservaron el mayor peso, explicado por la posibilidad de una búsqueda comunal del alimento que se ve facilitada a su vez por una columna baja de agua.

A pesar de que se sostiene que el tiempo de metamorfosis se acorta en aquellas larvas sometidas a una situación de deterioro ambiental (Crump 1989, Newman 1992, Wells 2007), el tiempo involucrado en la metamorfosis de *Pleurodema borellii*, no mostró diferencias significativas (ANOVA:  $F=0.20$ ,  $p= 0.8162$ ), como tampoco el peso (ANOVA:  $F=2.13$ ,  $p= 0.1242$ ) y la longitud hocico-urostilo (ANOVA:  $F=1.06$ ,  $p= 0.3494$ ) de los metamórficos provenientes de los distintos tratamientos.

Al respecto, Halloy (2006) plantea que la selección del sitio de ovoposición en *Pleurodema borellii* estaría condicionada también por la presencia de coespecíficos, potenciales competidores e incluso predadores de larvas más pequeñas. Así, las larvas se encontrarían bajo una fuerte presión de competencia intraespecífica por lo que, los efectos de la plasticidad podrían enmascarse bajo la variación de respuestas ante la competencia.

Estos registros son discordantes con la bibliografía que apunta a que las larvas en condiciones de estrés por desecación exhibirían respuestas plásticas adaptativas y consecuentemente los individuos sometidos a estos ambientes insumirían menos tiempo de

desarrollo (Crump 1989, Newman 1992, Richter-Boix 2005).

#### CONCLUSIONES

Las larvas que se encuentran en interacción con coespecíficos no responden adaptativamente a la variación en el nivel de agua. Una posible línea argumentativa residiría en el hecho de que en condiciones de elevada densidad, las larvas estarían sujetas a presiones de competencia lo que enmascararía una respuesta plástica adaptativa.

#### REFERENCIAS

- Berven K. 1990.** Factors affecting population fluctuations in larval and adult stages of the wood frog (*Rana sylvatica*). *Ecology* 71(4): 1599-1608.
- Blouin M. 1992.** Comparing bivariate reaction norms among species: time and size at metamorphosis in three species of *Hyla* (Anura: Hylidae). *Oecología* 90: 288-293.
- Cei J. 1987.** Amphibians of Argentina. Monografie. Museo Regionale di Scienze Naturali Torino.
- Crump M. 1989.** Effect of habitat drying on developmental time and size at metamorphosis in *Hyla pseudopuma*. *Copeia* (3): 794-797.
- Gosner K. 1960.** A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica* 16: 183-190.
- Halloy M. 2006.** Choice of ovoposition site in *Pleurodema borellii* (Leptodactylidae): importance of conspecific tadpole size. *South American Journal of Herpetology* (1): 72-78.
- Hensley FR. 1993.** Ontogenetic loss of phenotypic plasticity of age at metamorphosis in tadpoles. *Ecology* 78(8): 2405-2412.
- Kehr AI, Marangoni F. 1999.** Variación intrapoblacional en el crecimiento y tamaño del cuerpo en la metamorfosis de las larvas de *Bufo paracnemis* bajo condiciones naturales. *Neotropica* 45.
- Leips J, MacManus G, Travis J. 2000.** Response of treefrog larvae to drying ponds: Comparing temporary and permanent pond breeders. *Ecology* 81(11): 2997-3007.
- Lessells CM. 1993.** The evolution of life histories. in *Behavioural Ecology*, Krebs & Daviess (eds.). Ed. Blackwell Scientific Publications. Tercera Edición. 482 pp.
- Newman, R. 1989.** Developmental plasticity of *Scaphiopus couchii* tadpoles in an unpredictable environment. *Ecology* 70(6): 1775-1787.
- Newman, R. 1992.** Adaptive plasticity in amphibians metamorphosis. *BioScience* 42(3): 671-678.
- Relyea R. 2002.** Costs of Phenotypic Plasticity. *American Nature* 153(3): 272- 282.
- Richter Boix A. 2005.** Structure of an Anuran community in a Mediterranean Area. Universitat de Barcelona. Tesis Doctoral. 191 pp.
- Via S. 1993.** Adaptive phenotypic plasticity: target or by-product of selection in a variable environment? *American Nature* 142 (2): 352-365.
- West-Eberhard MJ. 1989.** Phenotypic plasticity and the origins of diversity. *Annual Review of Ecology and Systematic* 20: 249-78.
- Wells K. 2007.** The Ecology and Behavior of Amphibians. The University of Chicago Press.
- Wilbur H, Collins J. 1973.** Ecological aspects of amphibian metamorphosis. *Science* 182: 1305-1324.
- Wilbur H, Collins J. 1987.** Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology* 68(5): 1437-1452.

Recibido: 10 Junio, 2009.

Aceptado: 25 Julio, 2009.

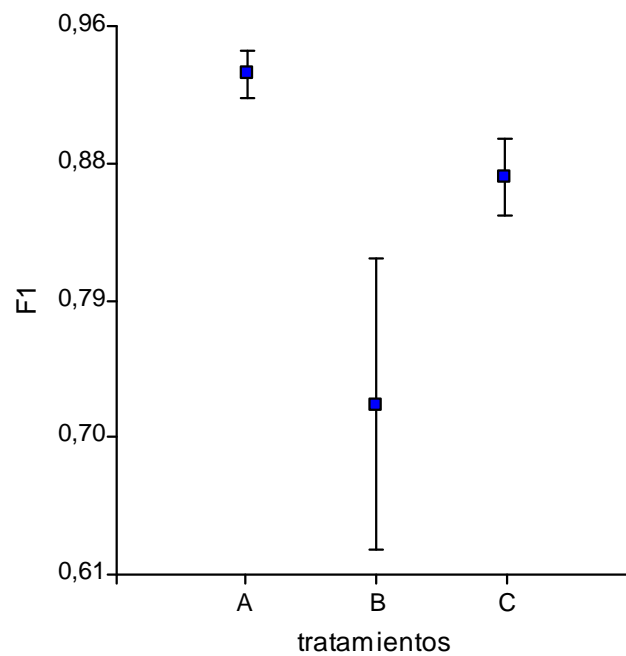


Figura 1. Gráfico que representa F1 (PCA) en función de los tratamientos. A (volumen constante alto), B (volumen constante bajo) y C (volumen variable decreciente) al 7º día de iniciarse la experiencia.

Tabla 1. Tratamientos aplicados (tomado de Crump 1989).

Tratamiento	A	B	C
Volumen de agua (mL)	1500	500	1500
Nº de larvas por tratamiento	8	8	8
Nº de réplicas	5	5	5
Nº total de larvas por tratamiento	40	40	40

Tabla 2. Actividades según el tiempo de desarrollo y variación del volumen de agua para larvas en densidad de 8 individuos.

Tiempo de desarrollo (días)	Actividad	Volumen de agua en tratamientos (mL)		
		A	B	C
Inicio	Ubicación de las larvas en los tratamientos	1500	500	1500
3°	Disminución 100 ml tratamiento C	1500	500	1400
6°	Disminución 100 ml tratamiento C. (7° día). Medición	1500	500	1300
9°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	1200
12°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	1100
13°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	1000
14°	Disminución 100 ml tratamiento. Medición	1500	500	900
15°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	800
16°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	700
17°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	600
18°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	500
19°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	400
20°	Disminución 100 ml tratamiento	1500	500	300
21°	Disminución 100 ml tratamiento. Medición	1500	500	250
28°	Mantenimiento. Medición	1500	500	250
35°	Mantenimiento	1500	500	250

Tabla 3. F1 (PCA) en función de los tratamientos, media de las longitudes totales y logaritmo natural del peso de las larvas en los tratamientos. A (volumen constante alto), B (volumen constante bajo) y C (volumen variable decreciente).

	<b>7° día de iniciada la experiencia</b>	<b>14° día de iniciada la experiencia</b>	<b>21° día de iniciada la experiencia</b>	<b>28° día de iniciada la experiencia</b>
F1 (PCA) en función de los tratamientos. ANOVA	$F= 3.82$ $p < 0.0295$	$F= 1.76$ $p= 0.1835$	$F= 1.27$ $p= 0.2896$	$F= 1.75$ $p= 0.1848$
Media y Desvío estándar de la longitud total de las larvas	A: $22.23 \pm 4.30$ B: $22.24 \pm 2.87$ C: $21.39 \pm 3.42$	A: $26.58 \pm 5.00$ B: $27.55 \pm 3.22$ C: $25.74 \pm 4.21$	A: $30.00 \pm 4.94$ B: $31.63 \pm 3.49$ C: $29.89 \pm 3.24$	A: $30.26 \pm 4.11$ B: $31.58 \pm 3.07$ C: $30.05 \pm 3.11$
Ln del peso de las larvas en los tratamientos. ANOVA	$F= 0.21$ $p= 0.8081$	$F= 0.53$ $p= 0.5898$	$F= 1.71$ $p= 0.1868$	$F= 0.28$ $p= 0.7601$