

Desarrollo larvario del sapo corredor, *Bufo calamita* (Laurenti, 1768) (Anura, Bufonidae) en charcas temporales del noroeste español

Larval development of *Bufo calamita* (Laurenti, 1768) (Anura, Bufonidae) in temporary ponds of northwestern Spain

Jerónimo Álvarez (*), Alfredo Salvador (**), José Martín (**) y Pilar López (**)

PALABRAS CLAVE: Amphibia, Anura, Bufonidae, *Bufo calamita*, Puesta, Desarrollo larvario, Talla metamórfica, NW España.

KEY WORDS: Amphibia, Anura, Bufonidae, *Bufo calamita*, spawning, Larval development, Metamorph size, NW Spain.

RESUMEN

En este trabajo se estudia el desarrollo larvario de *Bufo calamita* en tres charcas temporales de la provincia de León. El período de puesta de *Bufo calamita* en León tiene lugar entre febrero y junio, aunque la mayor parte de la ovoposición tiene lugar en marzo. Se han encontrado larvas entre marzo y agosto, observándose diferencias entre charcas en las tasas de crecimiento. Se han observado individuos metamórficos en junio. La talla metamórfica media presenta diferencias entre charcas. *Bufo calamita* coincide con otros sapos del género *Bufo* en la pequeña talla metamórfica.

ABSTRACT

We studied larval development of *Bufo calamita* at three temporary ponds of León province, NW Spain. *Bufo calamita* has a prolonged breeding season (february to june). Nevertheless, the majority of clutches were found early in the season (march). Larval period lasts from march to august. Differences among ponds were found in larval developmental rates. We observed metamorphs in june. Mean metamorphic size varied ponds. As in other Bufonids, *Bufo calamita* metamorphose at a small size.

1. INTRODUCCIÓN

Numerosas especies de anfibios utilizan para la reproducción medios acuáticos temporales. Como adaptación a la impredecibilidad de estos medios, muchas de es-

(*) Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de León, 24071 León.

(**) Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid.

pecies presentan una gran variación fenotípica en la duración del periodo larvario y talla metamórfica (WILBUR & COLLINS, 1973; WILBUR, 1987). La interacción compleja de factores como duración del medio acuático, alimento y densidad larvaria condicionan esta variación (WERNER, 1986; WILBUR, 1987).

El sapo corredor (*Bufo calamita*) (Laurenti, 1768) se encuentra en gran parte de la Península Ibérica y es una de las especies que elige para criar medios acuáticos temporales (SALVADOR, 1985; BARBADILLO, 1987). La fenología reproductora de *B. calamita* en la Península Ibérica presenta algunas variaciones latitudinales. En León las puestas comienzan en el mes de marzo y los individuos acaban la metamorfosis en junio (ÁLVAREZ & SALVADOR, 1984), mientras que en Andalucía y Extremadura el periodo larvario se desarrolla entre enero y junio (LÓPEZ JURADO, 1983; DÍAZ PANIAGUA, 1986, 1988; RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, 1988).

Aunque se ha estudiado con cierto detalle su fenología larvaria tanto en el Sur de España (DÍAZ PANIAGUA, 1986, 1988; RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, 1988) como en el resto de Europa (BEEBEE, 1979), faltan estudios relacionados con las tallas alcanzadas en la metamorfosis bajo distintas condiciones ambientales y sus posibles implicaciones.

En este trabajo examinamos la duración del periodo de puesta, el desarrollo y fenología larvaria y la variación en la talla metamórfica de *B. calamita* en tres charcas temporales de la provincia de León.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo durante 1983 en tres charcas temporales de la provincia de León: la laguna de Chozas de Arriba (30TTN71, altitud 890 m, extensión 5 Ha), la de Valdepolo (30TUN11, altitud 925 m, extensión 1,2 Ha) y la de Castrillo de Cepeda (30TTN52, altitud 1.005 m, extensión 4,6 Ha). Las tres charcas tienen una profundidad máxima de un metro. La vegetación es similar en las tres charcas y está constituida por diversas especies de *Juncus* spp. y *Ranunculus* spp., junto a *Glyceria declinata* Bréb. y en las zonas más profundas *Potamogeton fluitans* Roth. Detalles sobre la vegetación de cada charca pueden encontrarse en trabajos previos (ÁLVAREZ & SALVADOR, 1984; SANTOS *et al.*, 1986, 1987). Las charcas de Chozas y Valdepolo permanecieron con agua durante todo el año de estudio, mientras que la de Castrillo se secó el 9 de septiembre. En las charcas se reproducen además *Pelobates cultripipes* (Cuvier, 1829), *Rana perezi* (Seoane, 1885), *Hyla arborea* (L., 1758), *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) y *Pleurodeles waltl* Michaelles, 1830 (Esta última especie falta en Castrillo).

Desde el mes de enero de 1983 se visitaron las tres charcas semanalmente contabilizando las puestas recientes encontradas y anotando los nacimientos de larvas observados en cada charca. Desde marzo a finales de septiembre se realizaron muestreos de larvas una vez por semana en cada una de las charcas. Por último, entre octubre y diciembre se hicieron tres muestreos más para comprobar la posible presencia de larvas en las charcas que no se secaron. Las capturas se hicieron mediante manga, efectuando muestreos repartidos uniformemente por toda la laguna durante dos horas por las tarde. Los ejemplares eran fijados en formol al 10% y posteriormente en el laboratorio se asignaban a un estadio de desarrollo (GOSNER, 1960). Una muestra escogida al azar de 50 larvas capturadas en la última semana de cada mes

y todos los individuos metamórficos fueron medidos (longitud cabeza-cuerpo) con una precisión de 0,1 mm.

Se emplearon el test de la *t* de Student y el análisis unifactorial de la varianza (ANOVA) para las comparaciones entre los tamaños de los ejemplares. Con el fin de analizar la variación del crecimiento entre charcas, las pendientes de las rectas de regresión obtenidas al relacionar la talla media en cada estadio con el número del estadio, se compararon mediante el análisis de covarianza (ANCOVA) (SOKAL & ROHLF, 1981). A continuación se realizó un análisis de comparaciones múltiples de Tukey (ZAR, 1974).

3. RESULTADOS

El período reproductor de *B. calamita* en León en 1983 comenzó en febrero en las tres charcas. Las primeras puestas tuvieron lugar en Castrillo a finales de este mes (día 27), aunque es durante el mes de marzo y primera quincena de abril cuando tienen lugar la mayoría de las puestas en las tres charcas. Más tarde, el número de puestas disminuye, aunque se detecta un nuevo incremento en la primera quincena de mayo, y en Chozas todavía se encontraron dos puestas el 3 de junio (Tabla I).

El período larvario duró de finales de marzo a mediados de junio. Desde el mes de julio en adelante no se observó ninguna larva, excepto en Chozas que se encontraron cuarenta individuos a finales de agosto. Los primeros nacimientos se observaron el 23 de marzo en las tres charcas, y se prolongaron hasta la primera semana de junio. Todos los individuos metamórficos se capturaron en la primera quincena de junio. Por último, en los muestreos de septiembre, y en los invernales de octubre a diciembre no se encontró ninguna larva.

La proporción por estadios de los individuos capturados en cada mes se representa en la Figura 1. En *B. calamita* los primordios de las patas están desarrolladas ya en los estadios 24 y 25, en lo que coincide con los estadios 26 y 27. De modo que cuando se produce la formación definitiva del espiráculo los primordios de las patas presentan un desarrollo asignable a los estadios 27 ó 28. Por esta razón en los muestreos aparecen muy pocas larvas claramente pertenecientes a los estadios 25 y 26.

Tabla I.—Porcentajes de puestas recientes de *B. calamita* encontradas en cada charca según períodos de quince días. Se indican los tamaños muestrales entre paréntesis.

Table I.—Frequency distribution of *B. calamita* recent clutches found in each pond for biweekly periods. Sample size are shown in parentheses.

Fechas	Chozas (n = 241)	Valdepolo (n = 59)	Castrillo (n = 128)
15 II-28 II	—	—	4,7
1 III-15 III	61,0	39,0	46,9
16 III-30 III	4,6	45,8	13,3
1 IV-15 IV	9,1	5,1	27,3
16 IV-30 IV	7,5	—	—
1 V-15 V	17,0	10,1	7,8
16 V-30 V	—	—	—
1 VI-15 VI	0,8	—	—

La Figura 1 muestra en Chozas larvas de estadios más avanzados que en las otras charcas en los meses de abril a junio. Mientras que en las otras charcas no se volvieron a observar ejemplares desde mediados de junio, la presencia en Chozas de larvas en el mes de agosto probablemente corresponda a las últimas puestas registradas.

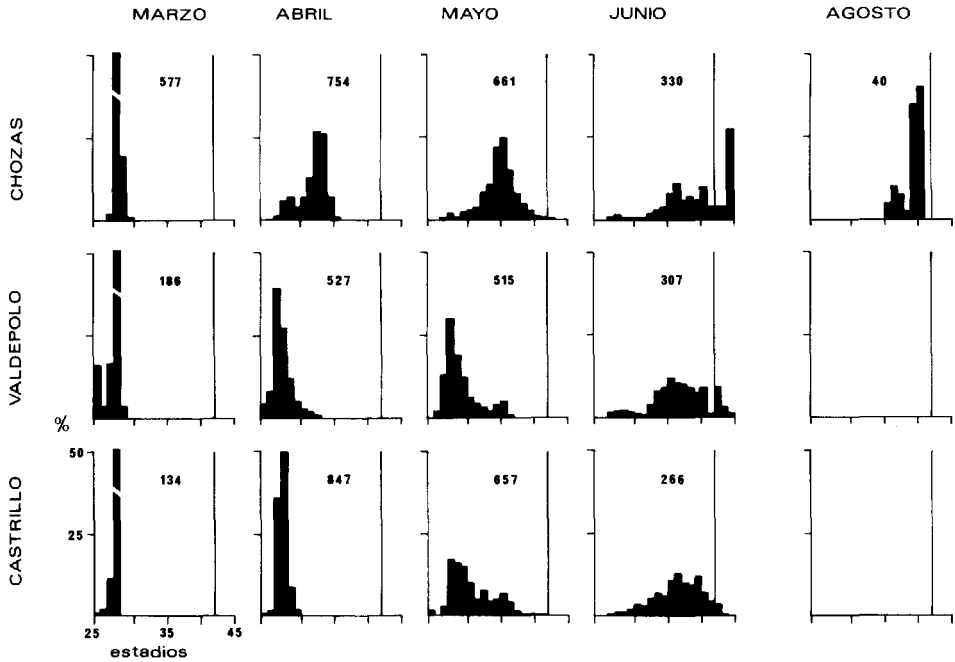


Fig. 1.—Distribución de frecuencias de estadios de Gosner de todas las larvas de *B. calamita* capturadas en cada mes y en cada charca. La línea continua representa el momento en el que concluye la metamorfosis (estadio 43). Se indican los tamaños muestrales para cada caso.

Fig. 1.—Frequency distribution of Gosner's developmental stages of *B. calamita* larvae sampled monthly at each pond. Vertical line indicates final stage (43) of metamorphosis. Sample size are shown.

En la Figura 2 se representa la talla media (longitud cabeza-cloaca) alcanzada en cada estadio de desarrollo. El tamaño de las larvas aumenta progresivamente hasta el estadio 40, cuando se alcanza la máxima longitud, y a partir de aquí decrece hasta que concluye la metamorfosis.

Se han comparado las pendientes de las curvas de crecimiento hasta el estadio 35, encontrándose diferencias entre charcas (ANCOVA: $F_{2,23} = 6,41$, $p < 0,05$). Chozas ($b = 0,55$) y Valdepolo ($b = 0,58$) presentaron unas pendientes similares ($p > 0,05$ en el test de Tukey), mientras que Castrillo ($b = 1,23$) es significativamente mayor que Valdepolo y Chozas ($p < 0,001$). Las pendientes hasta el estadio 40 también muestran diferencias significativas (ANCOVA: $F_{2,38} = 20,77$, $p < 0,001$). Las pendientes de Chozas ($b = 0,43$) y Valdepolo ($b = 0,55$) son similares (Test de Tukey: $p > 0,05$), mientras que Castrillo ($b = 0,89$), muestra diferencias significativas con las otras dos charcas ($p < 0,001$ en ambos casos).

A pesar de ser Castrillo la charca con tallas larvarias mayores, la talla final (estadio 44) es menor que la alcanzada en Chozas ($t = 7,88$, 20 gl, $p < 0,001$) y en Valdepolo ($t = 5,82$, 16 gl, $p < 0,001$).

La Figura 3 presenta la variación de la talla media de las larvas en la última semana de cada mes (marzo a mayo) en cada charca. No se han incluido las larvas recogidas en Chozas en agosto. La longitud media aumenta progresivamente mes a mes, destacando un notable aumento de la talla de las larvas en Castrillo de abril a mayo. Se observan diferencias significativas ($p < 0,001$) del tamaño medio de la población al comparar las tres charcas tanto en marzo ($F_{2,147} = 220,71$), como

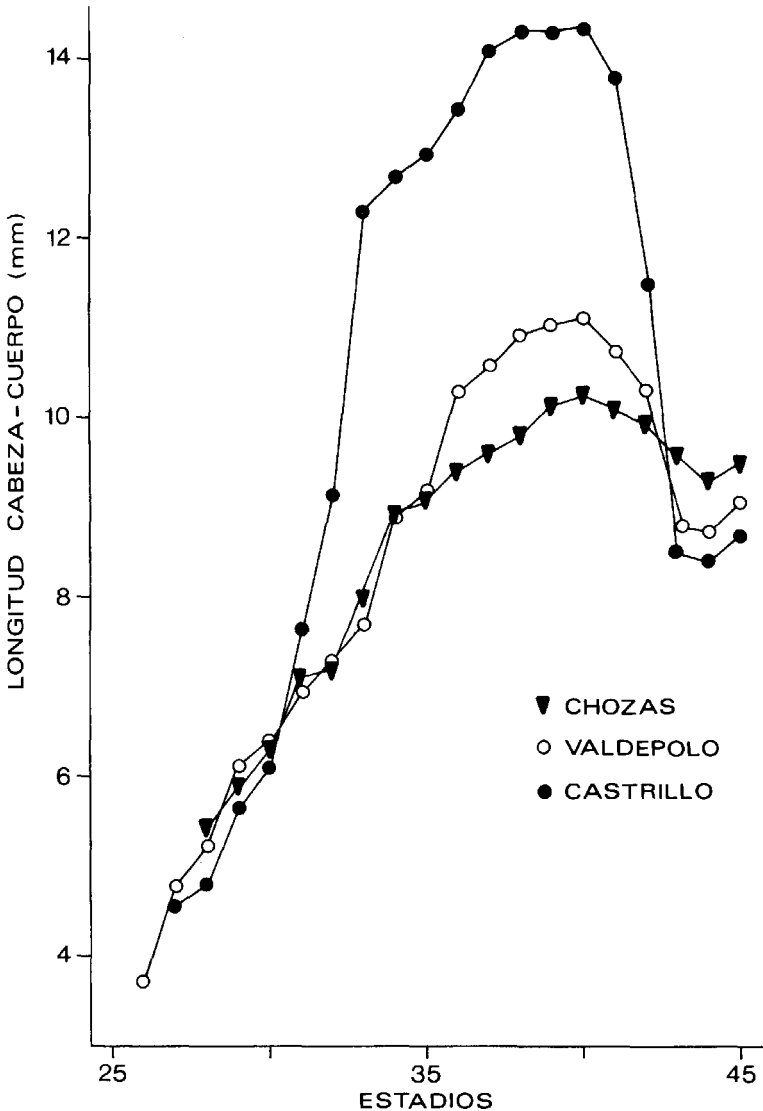


Fig. 2.—Tamaños medios (longitud cabeza-cloaca en mm) de las larvas de *B. calamita* según estadios de desarrollo.

Fig. 2.—Snout-vent length (mm) of *B. calamita* larvae in each developmental stage.

en abril ($F_{2,147} = 147,10$) y en mayo ($F_{2,147} = 269,33$). Por último, el tamaño medio de las cuarenta larvas encontradas en agosto en Chozas ($\bar{x} = 10,1$, $s = 0,8$) es mayor que el registrado en mayo en esta misma charca ($t = 3,06$, 88 gl , $p < 0,01$).

Excepto un ejemplar encontrado en Chozas el 27 de mayo, el resto de los individuos metamórficos se capturaron en las tres charcas entre los días 5 y 16 del mes de junio. Estos individuos presentaban una longitud cabeza-cuerpo media de $0,1 \text{ mm}$ ($s = 0,6$, rango: $6,7-10,7$, $n = 165$). Se observaron diferencias significativas de tamaño entre las tres charcas ($F_{2,182} = 25,87$, $p < 0,001$), los ejemplares de mayor tamaño medio se encontraron en Chozas ($\bar{x} = 9,5$, $s = 0,5$, $n = 116$) seguidos de los de Valdepolo ($\bar{x} = 8,8$, $s = 0,5$, $n = 39$) y Castrillo ($\bar{x} = 8,4$, $s = 0,3$, $n = 10$).

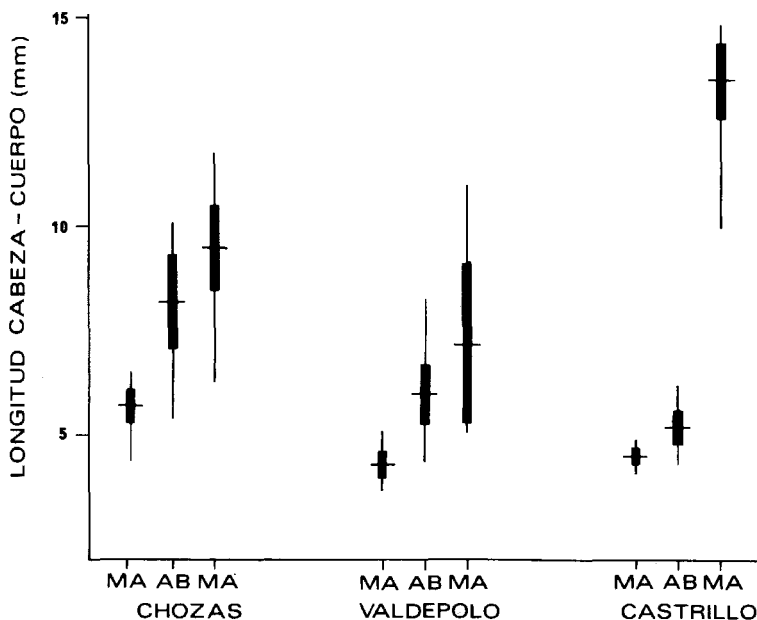


Fig. 3.—Variación mensual de la longitud cabeza-cloaca de las larvas de *B. calamita* en cada charca (medida la última semana de cada mes). La línea vertical representa el rango, la horizontal, la media y el rectángulo desviación típica.

Fig. 3.—Monthly variation of snout-vent length of *B. calamita* larvae in each pond. The range (vertical line), mean (horizontal line) and standard deviation (solid bars) are shown.

4. DISCUSIÓN

Bufo calamita presenta en León una estación reproductora prolongada, similar a la que tiene lugar en otras áreas del sur de la Península Ibérica (DÍAZ PANIAGUA, 1986, 1988; TEJEDO, 1986; RODRÍGUEZ JIMÉNEZ, 1988) y en el Centro de Europa (BEEBEE, 1978). Esta duración parece deberse a la independencia relativamente alta de la actividad reproductora de *B. calamita* respecto a las variables meteorológicas (SINSCH, 1988; SALVADOR & CARRASCAL, 1990).

Al igual que ocurre con *Pelobates cultripes* en las mismas zonas de León (ÁLVAREZ *et al.*, 1990) la mayoría de las puestas tienen lugar a comienzos de la estación reproductora. En medios temporales las larvas de puestas tempranas disponen de más tiempo para su desarrollo que las de puestas tardías, y estos individuos procedentes de puestas tempranas pueden alcanzar antes la madurez reproductora (BERVEN & GILL, 1983; SMITH, 1987; SEMLITSCH *et al.*, 1988). La posibilidad de que las hembras de *B. calamita* realicen más de una puesta no debe descartarse, lo que ayudaría a explicar la duración del periodo de puesta. Sin embargo, esta posibilidad no ha sido comprobada todavía.

Los individuos pertenecientes a puestas tardías se enfrentan al peligro creciente de la desecación de las charcas. Sin embargo, las larvas de *B. calamita* se encuentran en mayor abundancia en medios temporales someros (DÍAZ PANIAGUA, 1983). Dichas larvas están adaptadas por su morfología a explotar el fondo de las charcas en busca del alimento (DÍAZ PANIAGUA, 1985). Además requieren temperaturas del agua superiores a 20 °C para su desarrollo (revisión en BEEBEE, 1979). Esta especie parece aprovechar las lluvias tardías que forman charcas relativamente pequeñas para realizar sus puestas. En estas charcas, la productividad de algas es elevada, mientras que el número de competidores y predadores es reducido.

La presencia de larvas de otras tres especies de anuros podría inhibir el crecimiento de las de *B. calamita*, (BANKS & BEEBEE, 1987). Las larvas de esta especie permanecen en zonas someras de las orillas, mientras que las larvas de las restantes especies ocupan zonas con vegetación o de mayor profundidad. Las tres lagunas de León que hemos estudiado, dado su tamaño, profundidad y presencia de otras especies no parecen ser el medio ideal óptimo para las larvas de *B. calamita*.

Las tasas de crecimiento en anuros varían con la densidad larvaria (WILBUR & COLLINS, 1973; SEMLITSCH & CALDWELL, 1982). Probablemente esta sea la causa de la variación observada entre charcas.

Comparado con otras especies de medios temporales impredecibles (WILBUR & COLLINS, 1973; ÁLVAREZ *et al.*, 1990), *Bufo calamita* es una especie de desarrollo larvario corto, que tiene la metamorfosis nada más alcanzar una talla mínima y en un intervalo relativamente pequeño de tamaños. Un desarrollo larvario rápido sería ventajoso en charcas de poca duración, mientras que en medios más estables se debería favorecer un desarrollo más lento que produjera individuos metamórficos de tallas mayores (NEWMAN, 1988).

Las tallas metamórficas de *B. calamita* se encuentran en el umbral mínimo necesario para la supervivencia de un anuro en el medio terrestre (POUGH & KAMEL, 1984). Durante su fase terrestre los bufónidos poseen fuertes toxinas muy efectivas frente a sus depredadores. Parece ser ventajoso para ellos tener la metamorfosis con pequeñas tallas y crecer en el medio terrestre (WERNER, 1986).

Muchas especies del género *Bufo* se caracterizan por la sincronía metamórfica y por la formación de grupos numerosos de individuos metamórficos en las orillas. La transformación simultánea de muchos individuos permitiría saciar a los depredadores. En estos grupos se encuentran individuos de diferente edad y por lo tanto con distinta capacidad locomota. Los individuos mayores obtendrían protección frente a conespecíficos más vulnerables (ARNOLD & WASSERSUG, 1978).

Recibido el 3 de septiembre de 1990

Aceptado el 11 de enero de 1991

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, J. & SALVADOR, A.
1984. Cría de anuros en la laguna de Chozas de Arriba (León) en 1980. *Mediterr.*, **7**: 27-48.
- ÁLVAREZ, J., SALVADOR, A., MARTÍN, J. & GUTIÉRREZ, A.
1990. Desarrollo larvario del Sapo de Espuelas (*Pelobates cultripes*) en charcas temporales del NW de la Península Ibérica (Anura: Pelobatidae). *Rev. Esp. Herpetol.*, **4**: 55-66.
- ARNOLD, S. J. & WASSERSUG, R. J.
1978. Differential predation on metamorphic anurans by garter snakes (*Thamnophis*): social behavior as a possible defense. *Ecol.* **59**: 1.014-1.022.
- BANKS, B. & BEEBEE, T. J. C.
1987. Spawn predation and larval growth inhibition as mechanisms for niche separation in anurans. *Oecol.*, **72**: 569-573.
- BARBADILLO, L. J.
1987. *La Guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Incafo, Madrid.
- BEEBEE, T. J. C.
1979. A review of scientific information pertaining to the natterjack toad *Bufo calamita* throughout its geographical range. *Biol. Conserv.*, **16**: 107-134.
- BERVEN, K. A. & GILL, D. E.
1983. Interpreting geographic variation in life history traits. *Am. Zool.* **23**: 85-97.
- DÍAZ PANIAGUA, C.
1983. Influencia de las características del medio acuático sobre las poblaciones de larvas de anfibios en la Reserva Biológica de Doñana. *Doñana, Acta Vert.*, **10**: 41-53.
1985. Larval diets related to morphological characters of five anurans species in the biological reserve of Doñana (Huelva, Spain). *Amphibia-Reptilia*, **6**: 307-322.
1986. Reproductive period of Amphibians in the Biological Reserve of Doñana (SW Spain). *In*: ROCEK, Z. (ed.). *Studies in Herpetology*. Prague. pág. 429-432.
1988. Temporal segregation in larval amphibian communities in temporary ponds at a locality in SW Spain. *Amphibia-Reptilia*, **9**: 15-26.
- GOSNER, K. L.
1960. A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetol.*, **16**: 183-190.
- LÓPEZ JURADO, L. F.
1983. Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el Sur de España. III. Reproducción. *Doñana, Acta Vert.*, **10**: 19-39.
- NEWMAN, R. A.
1988. Adaptive plasticity in development of *Scaphiopus couchii* tadpoles in desert ponds. *Evol.*, **42**: 774-783.
- POUGH, F. H. & KAMEI, S.
1984. Post-metamorphic change in activity metabolism of anurans in relation to life history. *Oecol.*, **65**: 138-144.
- RODRIGUEZ JIMÉNEZ, A. J.
1988. Fenología de una comunidad de anfibios asociada a cursos fluviales temporales. *Doñana, Acta Vert.*, **15**: 29-43.
- SALVADOR, A.
1985. *Guía de Campo los Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Santiago García ed., León.
- SALVADOR, A. & CARRASCAL, L. M.
1990. Reproductive phenology and temporal patterns of mate access in mediterranean anurans. *J. Herpetol.* **24**: 438-441.
- SANTOS, F. J., SALVADOR, A. & GARCÍA, C.
1986. Dieta de larvas de *Pleurodeles waltl* y *Triturus marmoratus* (Amphibia, Salamandridae) en simpatria en dos charcas temporales de León. *Rev. Esp. Herpetol.*, **1**: 293-313.
1987. Dieta de larvas del Tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*) (Amphibia: Salamandridae) en la laguna de Castrillo de Cepeda (León). *Ecol.*, **1**: 225-230.
- SEMLITSCH, R. D. & CALDWELL, J. P.
1982. Effects of density on growth, metamorphosis, and survivorship in tadpoles of *Scaphiopus holbrookii*. *Ecol.*, **63**: 905-911.

- SEMLITSCH, R. D., SCOTT, D. E. & PECHMANN, J. M. K.
1988. Time and size at metamorphosis related to adult fitness in *Ambystoma talpoideum*. *Ecol.*, **69**: 184-192.
- SINSCH, U.
1988. Temporal spacing of breeding activity in the natterjack toad, *Bufo calamita*. *Oecol.* **78**: 399-407.
- SMITH, D. C.
1987. Adult recruitment in chorus frog: effects of size and date of metamorphosis. *Ecol.*, **68**: 344-350.
- SOKAL, R. & ROHLF, F. J.
1981. *Biometry*. W. H. Freeman, San Francisco.
- TEJEDO, M.
1986. *Comunicación acústica y selección sexual en Bufo calamita (Laurenti 1768)*. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba. (Inédita).
- WERNER, E. E.
1986. Amphibian metamorphosis: growth rate, predation risk, and the optimal size at transformation. *Am. Natur.*, **128**: 319-341.
- WILBUR, H. M.
1987. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary ponds communities. *Ecol.*, **68**: 1.437-1.452.
- WILBUR, H. M. & COLLINS, J. P.
1973. Ecological aspects of Amphibian metamorphosis. *Sci.*, **182**: 1.305-1.314.
- ZAR, J. H.
1974. *Biostatistical analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.