

- FACHBACH, G. (1976a): Biologie, taxonomie und phylogenetische Beziehungen der verschiedenen Unterarten von *Salamandra salamandra* im Bereich der Iberischen Halbinsel, Teil I. *Z. f. Zool. Systematik u. Evolutionsforschung*, 14 (1): 59-78.
- (1976b): Biologie, taxonomie und phylogenetische Beziehungen der verschiedenen unterarten von *Salamandra salamandra* (L.), im Bereich der Iberischen Halbinsel., Teil II. *Z. f. Zool. Systematik und Evolutionsforschung*, 14 (2): 81-103.
- GASSER, F. (1978a): Le polytypisme de l'espèce paléarctique *Salamandra salamandra* (L.) (Amphibien, Urodele). I. Proteines sériques et groupes sériques. *Archives de Zool. exper. & générale*, 119 (3): 585-618.
- (1978b): Le polytypisme de l'espèce paléarctique *Salamandra salamandra* (L.) (Amphibien, Urodele). II. Systématique, relations génétiques et tendances évolutives dans l'aire de répartition. *Archives de Zool. exper. & générale*, 119 (4): 635-668.
- GASSER, F. y J. JOLY (1971): Existence d'un cycle sexuel biennal chez la femelle de *Salamandra salamandra fastuosa* Schreiber (Urodele, salamandridae) a differents altitudes dans les Pyrénées centrales: influence des facteurs génétiques et climatiques. *Annales des Sci. Nat., Zoologie et biologie Animale*, 12 Serie, 14 (4): 427-444.
- JAEGER, R. G. (1980): Microhabitats of a terrestrial forest salamander. *Copeia*, 1980 (2): 265-268.
- JOLY, J. (1959): Données sur l'écologie de la salamandre tachetée: *Salamandra salamandra taeniata* Düringen (1897). Note préliminaire. *Bull. de la Soc. Zool. France*, 84 (2-3): 208-215.
- (1961): Le cycle sexuel biennal chez la femelle de *Salamandra salamandra quadri-virgata* dans les Hautes-Pyrénées. *C. R. Acad. Sci.* 252: 3.145-3.147.
- (1963): La sédentarité et le retour au gîte chez la salamandre tachetée, *Salamandra salamandra quadri-virgata*. *C. R. Acad. Sci.*, 256: 3.510-3.512.
- (1968): Données écologiques sur la salamandre tachetée *Salamandra salamandra* (L.) *Annales des Sciences Naturelles, Zool., Paris*, 12.<sup>a</sup> Serie, 10: 301-366.
- (1971): Les cycles sexuels de *Salamandra* (L.), Cycle sexuel des mâles. *Annales des sciences Naturelles, Zool. Paris*, 12.<sup>a</sup> Serie, 13: 451-504.
- LÓPEZ SEOANE, V. (1884): *Identidad de Lacerta schreiberi* (Bedriaga) y *Lacerta viridis* var. *gadovii* (Boulenger) e investigaciones herpetológicas de Galicia. Imp. Vicente Abad, La Coruña.
- ROLLINAT, R. (1894): Notes sur les moeurs de *Salamandra maculosa*. *Bull. Soc. Zool. France*, 19: 108-114.
- SALVADOR, A. (1974): *Guía de los Anfibios y Reptiles españoles*. I.C.O.N.A., Madrid.
- SZABÓ, I. (1959): Contributions a l'écologie de la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra* L.). *Vertebrata Hungarica, Mus. Hist. Nat. Hung.*, 1 (1): 35-48.
- THORN, R. (1968): *Les salamandres d'Europe, d'Asie, et d'Afrique du Nord*. Lechevalier, París.

(Recibido 7 abr. 1981)

SANTIAGO BAS LÓPEZ  
Departamento de Zoología  
Facultad de Biología  
SANTIAGO (La Coruña, España)

## Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el Sur de España. I. Biometría

LUIS FELIPE LÓPEZ-JURADO

### INTRODUCCIÓN

El área de distribución del sapo corredor (*Bufo calamita*) en Europa se extiende desde Polonia y la Rusia Europea hasta la Península Ibérica (BOULENGER, 1898), y hasta nuestros días dicha área se ha mantenido prácticamente en su totalidad (BEEBEE, 1979) si bien en algunos países, como Inglaterra, la especie ha sufrido una fuerte regresión y se encuentra en vías de extinción (BRIDSON, 1976, 1978).

En España ocupa prácticamente la totalidad del país (al igual que en Portugal), siendo menos abundante en la cornisa Cantábrica y en los Pirineos (SALVADOR, 1974; ARNOLD y BURTON, 1978; ANDRADA, 1980).

En la provincia de Córdoba (sur de España), su distribución es conocida ahora con más detalle (LÓPEZ-JURADO *et al.*, 1980), siendo mucho más abundante en la región de Sierra Morena (al norte del río Guadalquivir) que en el resto de la provincia.

La biometría de esta especie aún no ha sido estudiada y en la bibliografía sólo se han encontrado referencias dispersas en los trabajos de índole general anteriormente indicados. Tan sólo COLLADO *et al.*, (1976) aportan resultados concretos sobre el particular.

En este trabajo pretendemos analizar las dimensiones, tipo de crecimiento, dimorfismo sexual, diferencia entre poblaciones y variación estacional de di-

versos parámetros estadísticos en una población del sapo corredor en la provincia de Córdoba (sur de España).

#### AREA DE ESTUDIO

Los ejemplares objeto de este estudio se capturaron en un área de aproximadamente 1 km cuadrado alrededor del punto kilométrico 14 de la carretera comarcal Córdoba-Villaviciosa en las primeras estribaciones de Sierra Morena Central. Estos parajes se distinguen por poseer en su mayor parte un suelo arenoso granítico con algunos afloramientos compactos en las pequeñas colinas existentes entre las cuales se encuentran exigüos valles donde se forman riachuelos ocasionales con las lluvias o más comunmente charcos de tamaño variable que se encuentran con mayor asiduidad a los lados de la carretera.

El estrato arbóreo está constituido por un encinar de *Quercus rotundifolia* mezclado con *Pinus pinea* con predominio de éstos últimos. Los árboles se encuentran medianamente diseminados excepto en los fondos de valle en los que están bastante clareados.

La cobertura arbustiva está compuesta fundamentalmente por *Cistus ladanifer*, *C. monspeliensis*, *C. albidus*, *Quercus coccifera* y *Lavandula stoechas*. En

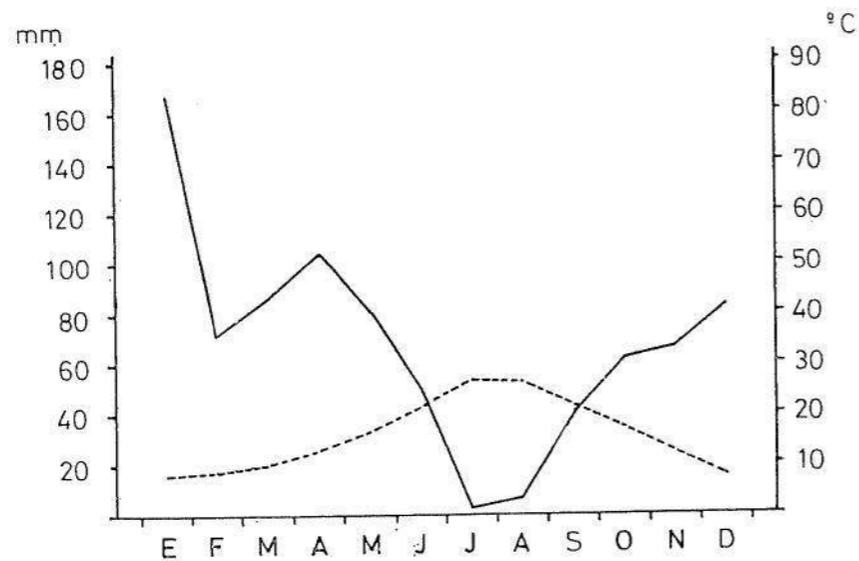


Figura 1

las zonas húmedas del fondo de los valles existen *Myrtus communis*, *Scirpus* sp., *Tipha* sp. y *Juncus* sp.

La altura s.n.m. es de unos 450 metros y en la figura 1 se ha representado el diagrama ombrotérmico realizado con las medias de los datos correspondientes a un período de 8 años (1970-1977) medidos a 10 km al E del área de estudio.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Los individuos de *Bufo calamita* fueron capturados entre los meses de octubre de 1979 y abril de 1980 ambos inclusive, a razón de 10 ejemplares mensuales, excepto en diciembre que sólo se pudieron conseguir 5 sapos. Para ello las salidas al campo se realizaban siempre en días de lluvia o inmediatamente después de llover. No obstante también se realizaron observaciones en otros días no lluviosos o fríos. Las horas de captura fueron siempre entre la puesta de sol y las 24 horas.

De los ejemplares colectados se tomaron las siguientes medidas:

- Peso (P).— Estimado con la ayuda de un dinamómetro con precisión de 1 gramo.
- Longitud total (LT).— Medida desde el hocico hasta la cloaca.
- Longitud de la cabeza (LCab).— Medida desde el hocico hasta el nivel de las comisuras labiales.
- Anchura de la cabeza (ACab).— Medida al nivel de las comisuras labiales.
- Distancia interorbitaria (DIO).— La menor distancia encontrada entre las órbitas.
- Distancia internasal (DIN).— Tomada entre ambas narinas.
- Distancia entre el borde anterior del ojo y el orificio nasal (BAON).— Tomada indistintamente en uno de los lados de la cabeza.
- Diámetro horizontal del ojo (DHO).— La distancia medida longitudinalmente entre ambos extremos de un ojo sin contar el párpado.
- Longitud del miembro anterior (LMA).— Tomada desde la axila hasta el extremo del dedo más largo.
- Longitud del miembro posterior (LMP).— Estimada desde la cloaca hasta el extremo del dedo más largo.
- Longitud del pie completo (LP1).— Desde la articulación tibio-tarsiana hasta el extremo del dedo más largo. Se tomaba externamente manteniendo el pie en ángulo recto con la tibia.
- Longitud del pie excluyendo el tarso (LP2).— Medida desde la articulación tarso-metatarsiana hasta el extremo del dedo más largo y con las mismas características que la medida anterior.
- Longitud del tubérculo metatarsiano (TM).— Estimada en uno de ellos.
- Longitud de la tibia (LTib).— Tomada desde la parte superior de la articulación tibio-femoral hasta la parte inferior de la articulación tibio-tarsiana.

Envergadura (ENV).— Puesto el sapo con los brazos en cruz se midió la distancia existente entre los extremos de los dedos más largos de cada brazo.

Todas las medidas se expresan en milímetros y para el análisis de los datos se utilizaron los siguientes métodos:

- Cálculo de regresiones mediante el programa BMDP6D (DIXON, 1975).
- Comparación de distribuciones por el test de Kolmogorov-Smirnoff (SIEGEL, 1956).
- Análisis de covarianza mediante el programa BMDP1V (DIXON, 1975).
- Análisis discriminante, BMDP7M (DIXON, 1975).
- Comparación de medias mediante la prueba t de Student y comparación de distribuciones mediante la prueba de chi cuadrado de Pearson (SOKAL y ROHLF, 1969).
- Cálculo del intervalo de confianza del índice de regresión según el método de SNEDECOR y COCHRAN (1967).

La mayor parte de los cálculos se realizaron con el uso del ordenador UNIVAC 1108 del Centro de Cálculo de la Universidad de Sevilla y con una calculadora Casio modelo FX-502P.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 1. Dimensiones

Como primer dato del tamaño de nuestra población en el cuadro 1 se da la distribución de las longitudes totales de los individuos por sexos separados. Tanto en uno como en otro, la clase más numerosa entre los sapos capturados

Cuadro 1

Número de individuos por sexo y tamaños ordenados de 10 en 10 milímetros que han sido capturados para el presente estudio.

Clases	MACHOS		HEMBRAS	
	N	%	N	%
30 - 40	2	5,56	1	3,45
40 - 50	9	25,00	5	17,24
50 - 60	7	19,44	7	24,14
60 - 70	14	38,89	15	51,72
70 - 80	4	11,11	1	3,45

corresponde a la de 60-70 milímetros con gran diferencia sobre el resto. Dentro de esta clase deben incluirse individuos de edades diversas en estadios en que el crecimiento es pequeño.

Se han calculado las correlaciones existentes entre todos los pares de medidas posibles. Todos los valores encontrados son significativos con probabilidad menor que 0,01, lo que indica que todas las dimensiones consideradas aumentan con el tamaño de los individuos. Las correlaciones más bajas se encuentran como es lógico, entre las medidas que presentan valores más pequeños, en las que el error relativo es forzosamente mayor. Tales son la BAON ó la TM.

Haciendo las correlaciones entre los logaritmos de las medidas en lugar de entre las medidas mismas y para ambos sexos por separado las correlaciones aumentan ligeramente. Esto puede deberse al dimorfismo sexual que aumenta la varianza al mezclar los sexos o bien a la existencia de alometría, que haría que los pares de medidas se ajustaran mejor a una curva exponencial que a una recta; al transformar las medidas tomando logaritmos, estas curvas se transforman en rectas.

### 2. Alometría

Para el estudio de las poblaciones de especies poiquilotermas que están creciendo casi la totalidad de su vida, nos interesan mucho más las proporciones que guardan las medidas entre sí o todas ellas con respecto a una previamente fijada. Según esto, las distintas partes de un animal pueden crecer de manera proporcional al tamaño total o bien de forma alométrica; es decir que al crecer no se guarden las mismas proporciones y ocurra un cambio en la forma del animal.

El crecimiento en general sigue una ley del tipo

$$y=bx^a \text{ (HUXLEY, 1972)}$$

siendo  $y$  una variable longitudinal cualquiera y  $x$  la longitud total. En el caso de  $a=1$  tenemos una recta que pasa por el origen y el crecimiento sería proporcional o isométrico. Si  $a$  es mayor que 1 el crecimiento de esa parte es relativamente mayor que el total y se obtiene una alometría positiva. Si  $a$  es menor que 1 el crecimiento parcial es relativamente menor y la alometría sería negativa.

Cuadro 2

Regresión de las distintas medidas con respecto a la longitud total según la ecuación  $y=aLT^b$ , previa transformación en logaritmos para convertirla en recta. Valores para los machos.

	N	r	log a	b	Interv. conf. b
P	36	0,971	-4,669	3,374	(3,095 - 3,653)
LCab	34	0,912	-0,707	0,996	(0,841 - 1,152)
ACab	35	0,975	-0,318	0,908	(0,838 - 0,979)
DIO	32	0,845	-0,594	0,691	(0,534 - 0,847)
DIN	36	0,900	-0,862	0,805	(0,674 - 0,937)
DHO	34	0,909	-0,879	0,925	(0,778 - 1,072)
LMA	35	0,928	-0,380	1,023	(0,883 - 1,163)
LMP	36	0,980	-0,389	1,227	(1,143 - 1,311)
LP1	36	0,966	-0,710	1,239	(1,127 - 1,350)
LP2	36	0,959	-0,909	1,262	(1,137 - 1,387)
TM	36	0,862	-1,603	1,135	(0,910 - 1,359)
LTib	36	0,978	-0,955	1,257	(1,167 - 1,347)
ENV	36	0,932	0,080	1,011	(0,879 - 1,143)
BAON	35	0,720	-0,393	0,537	(0,360 - 0,714)

Cuadro 3

Regresión de las distintas medidas con respecto a la longitud total según la ecuación  $y=aLT^b$ , previa transformación en logaritmos para convertirla en recta. Valores para las hembras.

	N	r	log a	b	Interv. conf. b
P	29	0,934	-4,795	3,469	(2,970 - 3,969)
LCab	29	0,744	-0,378	0,796	(0,526 - 1,066)
ACab	29	0,908	-0,234	0,856	(0,707 - 1,005)
DIO	29	0,883	-0,761	0,789	(0,630 - 0,947)
DIN	29	0,840	-0,682	0,707	(0,535 - 0,880)
DHO	28	0,803	-0,934	0,962	(0,687 - 1,237)
LMA	28	0,883	-0,206	0,928	(0,738 - 1,117)
LMP	29	0,934	0,042	0,966	(0,827 - 1,105)
LP1	29	0,835	0,005	0,819	(0,615 - 1,023)
LP2	29	0,912	-0,306	0,902	(0,749 - 1,055)
TM	28	0,690	-1,523	1,096	(0,654 - 1,538)
LTib	29	0,927	-0,444	0,951	(0,792 - 1,111)
ENV	29	0,903	0,270	0,909	(0,745 - 1,072)
BAON	29	0,719	-0,557	0,646	(0,410 - 0,881)

Desconocemos la existencia de estudios que traten este aspecto en poblaciones de anfibios. Sobre reptiles, por el contrario, los trabajos de PÉREZ *et al.* (1979) sobre *Mauremys caspica* y de RAMO (1980) sobre *Podocnemis vogli* muestran que casi todas las medidas presentan alometría cuando se pueden tomar con la suficiente precisión y que sólo varía el grado en que aparece.

Hemos calculado las regresiones de los logaritmos de cada medida con el de la longitud cabeza-cuerpo. Los resultados se presentan en el cuadro 2 para los machos y en el 3 para las hembras. Los intervalos de confianza son mucho mayores que en los trabajos citados, a causa de lo cual aparece alometría sólo en algunas de las medidas. Con un nivel de significación del 95% presentan alometría positiva la longitud del miembro posterior, la longitud de la tibia y las dos medidas del pie en los machos. También en éstos es positivamente alométrico el peso, con un valor superior a 3. En las hembras no aparece ninguna medida con alometría positiva.

Alometría negativa presentan la anchura de la cabeza en los machos; y en ambos sexos la distancia interocular, la distancia internasal y la distancia entre el borde anterior del ojo y la nariz. Todas ellas son medidas de la cabeza que en casi todos los animales disminuye relativamente al aumentar el tamaño.

Explicamos el mayor crecimiento relativo del miembro posterior en los machos en base a su comportamiento reproductor en el sentido de que muestran mayor actividad que las hembras en ésta época al dirigirse más rápidamente a los charcos de cría con el objeto de conseguir los lugares más favorables para la captura de las mismas. Esto determina a su vez una mayor conspicuidad de estos individuos, lo que les hace ser más fácilmente detectables por sus predadores y por ello necesitan también desarrollar más su LMP.

La alometría positiva del peso en los machos se entiende en el sentido de que éstos pueden emplear toda la energía conseguida con el alimento en crecer y engordar; mientras que las hembras, gran parte de esta energía la emplean en desarrollar la masa de huevos que han de poner en la estación reproductora. Corroboramos lo anterior el que siempre se han observado los cuerpos grasos mucho más desarrollados en los machos que en las hembras; diferencia que se acentúa conforme se va aproximando dicha estación, en la cual las hembras casi no presentan reservas de grasa.

### 3. Dimorfismo sexual

En cuanto a coloración y aspecto general, los *Bufo calamita* de nuestra población presentan escaso dimorfismo sexual; tan sólo durante la época de

celo el macho adquiere las callosidades digitales y la coloración violeta de la garganta que es debida a la dilatación de las fibras elásticas y de colágeno del conjuntivo para permitir el estiramiento del saco bucal durante la emisión de la llamada sexual. Este color desaparece después de pasar el celo. Por otro lado, ANGEL (1946) indica que los machos de esta especie tienen en la garganta y parte ventral manchas oscuras más grandes que las hembras, extremo éste que en nuestros ejemplares no se ha confirmado ya que el modelo de distribución de dichas manchas varía ampliamente en ambos sexos, dándose el caso opuesto al que menciona dicho autor, con bastante frecuencia.

En cuanto a la LT, los individuos de nuestra población no presentan dimorfismo sexual. Comparando mediante el test chi cuadrado de Pearson (SIGEL, 1956) las distribuciones del cuadro 1, no se encuentran diferencias significativas ( $\chi^2 = 2,358$  g.l.=3;  $p > 0,5$ ).

Para detectar dimorfismo en las proporciones de las distintas medidas se ha hecho un análisis de covarianza de los logaritmos de las mismas eliminando la influencia de la longitud total, en representación del tamaño, que hemos transformado asimismo aplicando logaritmos. Los resultados se muestran en el cuadro 4. Solamente cuatro medidas presentan diferencias significativas entre

Cuadro 4

Comparación de la recta de regresión de los logaritmos de las diferentes medidas con respecto a la de la longitud total entre los dos sexos mediante un análisis de covarianza.

	Igualdad pendiente		Ig. medias ajust.	
	F	Prob.	t	Prob.
P	0,798	0,375	1,921	0,060
LCab	0,284	0,596	-1,720	0,091
ACab	0,000	0,986	-1,226	0,225
DIO	1,784	0,187	0,609	0,545
DIN	0,535	0,467	0,912	0,366
DHO	0,289	0,592	0,509	0,612
LMA	0,597	0,443	0,463	0,644
LMP	5,620	0,021	-3,716	0,001
LP1	6,543	0,014	-2,348	0,023
LP2	7,171	0,010	-2,986	0,004
TM	0,029	0,865	1,307	0,197
LTib	7,363	0,009	-3,674	0,001
ENV	0,841	0,364	0,126	0,900
BAON	0,680	0,414	1,991	0,052

las pendientes correspondientes a cada sexo. Estas medidas son, como era de esperar, la longitud del miembro posterior, la longitud de la tibia y las dos medidas del pie; que ya vimos presentaban alometría en los machos y no en las hembras. Del resto de las medidas solamente el peso y la distancia del borde anterior del ojo al orificio nasal presentan diferencias de medias ajustadas relativamente grandes, aunque con un nivel de significación bastante bajo.

En la figura 2 se representan los valores de las cuatro medidas dimórficas frente a la longitud total de cada individuo. En todas ellas se observa en los tamaños grandes una neta separación entre ambos sexos, apareciendo los ma-

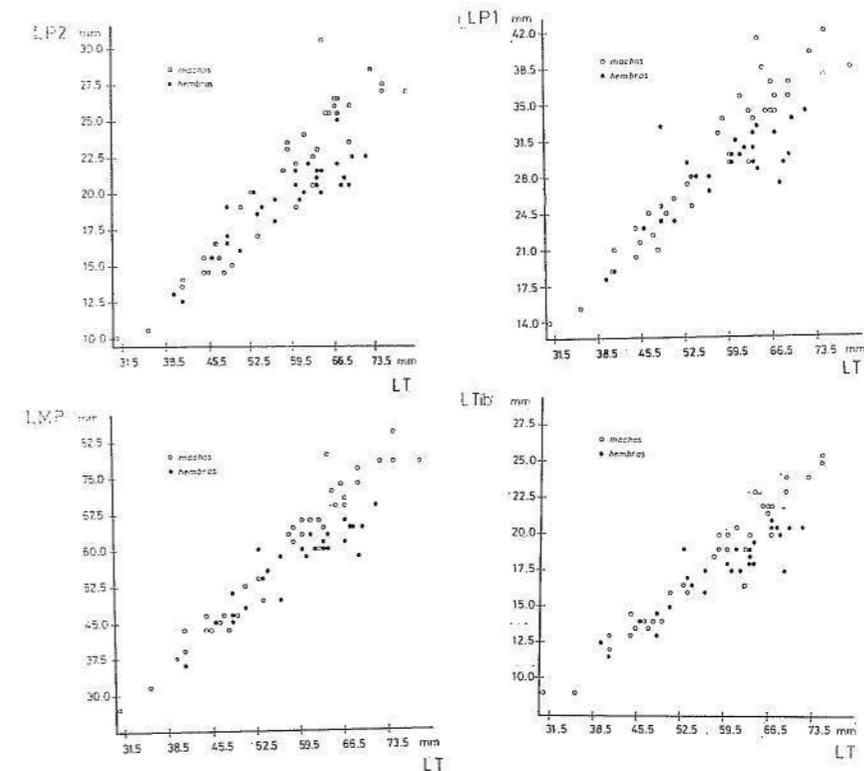


Figura 2

chos en la parte superior de la nube de puntos. Ninguna de las medidas llega sin embargo a separar completamente a los dos sexos. Conviene hacer notar que de estas cuatro medidas, tan sólo la longitud de la tibia es la que puede

arrojar un valor más exacto debido a la gran precisión con que puede ser estimada, ya que las otras tres por sus características morfológicas elevan mucho la posibilidad de error.

#### 4. Diferencia entre poblaciones

Hasta el momento no se han descrito subespecies de *Bufo calamita*. FLINDT y HEMMER (1972) comparando proteínas séricas, bandas vertebrales y otros aspectos del diseño de individuos de Alemania occidental y España, llegan a la conclusión de que no hay diferencias en el aspecto cualitativo, aunque sí aparecen variaciones cuantitativas en la abundancia de ciertos caracteres.

Por nuestra parte hemos comparado los ejemplares de nuestra población con otros del sur de la provincia de Huelva (medidas cedidas amablemente por E. Collado y J. Calderón). En el cuadro 5 se expresan los valores de la media

Cuadro 5

Valores medios y desviaciones típicas de algunas de las medidas tomadas a los individuos de ambas poblaciones. Explicación en el texto.

	SIERRA MORENA DE CORDOBA				HUELVA			
	MACHOS		HEMBRAS		MACHOS		HEMBRAS	
	Media	D.T.	Media	D.T.	Media	D.T.	Media	D.T.
P	24,70	12,11	23,63	10,35	30,06	8,10	29,02	7,90
LT	60,96	10,18	58,39	8,34	66,35	4,62	64,97	5,82
ACab	20,12	3,02	19,04	2,75	23,12	3,21	21,85	1,87
DIO	4,36	0,57	4,30	0,59	5,61	0,63	5,83	0,45
DIN	3,75	0,57	3,70	0,48	4,40	0,30	4,36	0,36
DHO	6,01	1,05	5,88	1,06	7,85	1,08	7,51	0,78
LMA	28,01	4,60	27,20	4,30	40,91	4,85	38,87	3,31
LMP	62,72	13,14	56,29	8,59	77,11	7,79	67,41	5,89
LP1	32,08	6,71	28,51	4,13	37,91	3,58	33,12	2,83
LTib	19,59	4,25	17,32	2,70	23,85	2,66	20,51	2,80
BAON	3,70	0,52	3,86	0,55	4,07	0,41	4,12	0,64

y la desviación típica para los distintos sexos y para las dos poblaciones. Como se observa, prácticamente la totalidad de las medidas arrojan valores superiores para machos que para las hembras dentro de cada población.

Comparando los resultados obtenidos para los dos grupos de machos, se

observa que las diferencias entre los valores medios son mucho más acusadas que entre los dos sexos de una misma localidad. Lo mismo sucede al comparar los datos de las hembras. En ambos sexos son mayores los ejemplares de la población de Huelva. Esto puede deberse a la existencia en nuestra muestra de un mayor número de individuos de pequeño tamaño, lo cual es patente en la mayor desviación típica obtenida con los individuos de Córdoba. No descartamos, sin embargo, la posible influencia decisiva que las condiciones climáticas deben ejercer en la robustez de los individuos de ambas poblaciones (para una misma longitud, serían más pesados los ejemplares de las poblaciones de anuros más cercanas a la costa atlántica que los de las interiores: LÓPEZ-JURADO, en preparación).

Se ha realizado un análisis discriminante entre los 4 grupos (poblaciones de Huelva y Córdoba), tanto para confirmar el posible dimorfismo sexual como para establecer las diferencias poblacionales. En el cuadro 6 se ha representado el orden en que éste análisis utiliza las diversas medidas para separar ambas

Cuadro 6

Resultados del análisis discriminante. Ordenación de las variables según F decrecientes y coeficientes canónicos de cada una de ellas.

Variable	F	C.C. 1	C.C. 2
LMA	61,65	0,341	-0,120
LMP	24,36	-0,110	0,235
LT	16,96	-0,101	-0,135
DIO	16,29	1,570	-0,437
P	4,30	-0,030	-0,132
LTib	2,76	0,040	0,360
ACab	1,61	0,177	-0,001
BAON	1,59	-0,116	-0,603

poblaciones y la potencia con que cada una de aquellas actúa. En la consecuente representación gráfica, quedan completamente separados por las dos primeras variables canónicas éstos 4 grupos (fig. 3). Los individuos de la población de Huelva se sitúan en la parte positiva de la VC1, y los de Córdoba en la negativa de la misma. Con respecto al dimorfismo sexual, se aprecia una clara separación entre los dos sexos de ambas poblaciones.

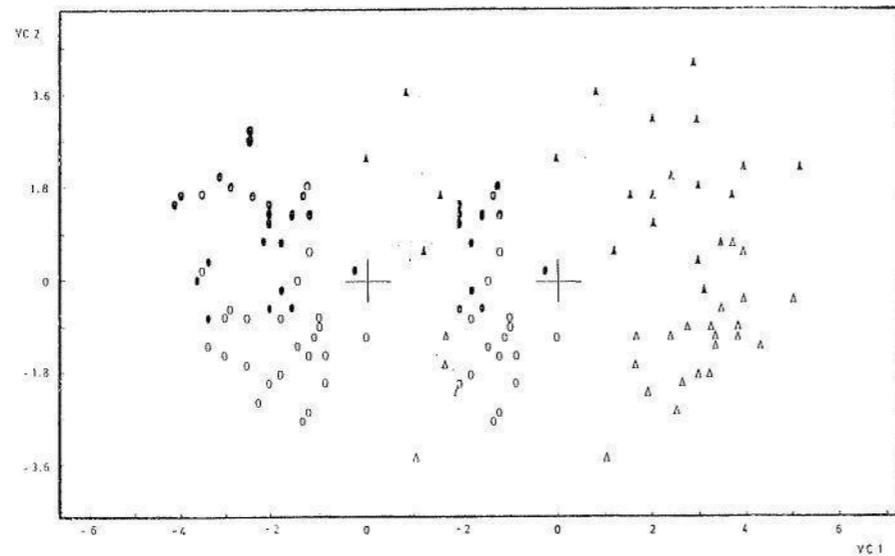


Fig. 3. Resultado del análisis discriminante: círculos y triángulos negros, machos de Córdoba y Huelva respectivamente; círculos y triángulos blancos, hembras de ambas poblaciones respectivamente. Ver texto.

Según se desprende del análisis discriminante, sólo las variables LMA, LMP, LT, DIO, P y LTib son significativas (las 5 primeras con  $p < 0,001$  y la sexta con  $p < 0,05$ ) caracterizándose con ellas la separación tanto de ambas poblaciones como de los sexos.

### 5. Variación estacional

Los valores medios de las diversas medidas, así como otros estadísticos, sufren variaciones a lo largo del año; casi todas en valor absoluto debido a la incorporación de nuevas cohortes a la población que hace que disminuya el tamaño general de ésta en la época que sigue a la metamorfosis. Otras varían en relación al tamaño, como es el caso del peso que puede cambiar a causa de diversas circunstancias tales como el estado reproductivo o la disponibilidad de alimento.

En la figura 4 se representa el tamaño de los individuos machos y hembras capturados a lo largo del año. Se observa que en marzo y abril se incorporan a

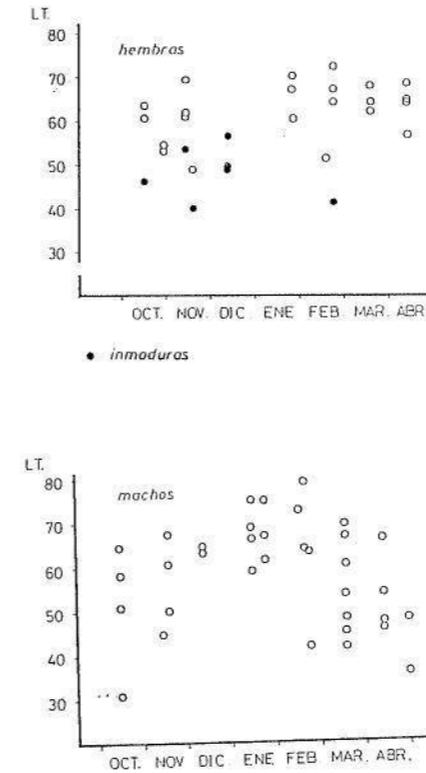


Figura 4

la vida activa individuos de un año de edad que no eran capturados en los meses más fríos. Esto puede explicar también la diferencia de tamaño entre los individuos de Huelva y los de Córdoba, ya que aquellos fueron colectados en el mes de febrero.

Posteriormente se ha estudiado la variación del peso a lo largo del año. Puesto que hemos visto que el tamaño de los individuos oscila en gran medida y esto puede influir en el peso medio de los mismos, hemos sustituido el peso en valor absoluto por un coeficiente de condición que elimina la influencia del tamaño. Ordinariamente se divide el peso por el cubo de la longitud. En nuestro caso al ser el peso alométrico, al menos para los machos, hemos preferido utilizar la fórmula

$$g = \frac{\text{Peso} \times 10^5}{LT^b} \quad (\text{RAMO, 1980})$$

donde *b* es el índice de regresión de los logaritmos del peso con respecto de los de la longitud, calculados en el apartado "Alometría" (*b*=3,374 para machos y *b*=3,469 para las hembras).

En el cuadro 7 se representan los valores medios obtenidos mensualmente para cada sexo, apareciendo diferencias significativas entre varios pares de va-

Cuadro 7

Variación mensual del valor medio del peso y de la desviación típica de los individuos capturados en cada ocasión, previa conversión de dicha medida en otra relacionada con la longitud total del individuo. Ver texto para más explicación.

	Machos	Hembras
OCTUBRE	n = 5 x = 2,493 s = 0,262	n = 5 x = 1,976 s = 0,450
NOVIEMBRE	n = 4 x = 2,339 s = 0,255	n = 6 x = 1,624 s = 0,286
DICIEMBRE	n = 2 x = 2,319 s = 0,484	n = 3 x = 1,283 s = 0,210
ENERO	n = 7 x = 2,209 s = 0,361	n = 3 x = 1,752 s = 0,288
FEBRERO	n = 5 x = 1,869 s = 0,189	n = 5 x = 1,559 s = 0,272
MARZO	n = 7 x = 2,145 s = 0,482	n = 3 x = 1,448 s = 0,083
ABRIL	n = 6 x = 2,013 s = 0,203	n = 4 x = 1,676 s = 0,163

Cuadro 8

Resultados de la prueba t (arriba) y grados de libertad (abajo) al comparar los valores medios del peso de los machos en los distintos meses.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Octubre	0,886 7	0,650 5	1,492 10	4,319 *** 8	1,454 10	3,430 *** 9
Noviembre		0,069 4	0,630 9	3,189 ** 7	0,737 9	2,255 * 8
Diciembre			0,362 7	1,961 5	0,451 7	1,386 6
Enero				1,909 * 10	0,281 12	1,176 11
Febrero					1,202 10	1,208 9
Marzo						0,622 11

Idem para las hembras.

	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Octubre	1,580 9	2,453 * 6	0,761 6	1,773 8	1,951 * 6	1,254 7
Noviembre		1,810 7	0,632 7	0,384 9	1,013 7	0,326 8
Diciembre			2,279 * 4	1,494 6	1,266 4	2,808 5
Enero				0,953 6	1,757 4	0,449 5
Febrero					0,669 6	0,753 7
Marzo						2,183 * 5

\*\*\* p < 0,001; \*\* p < 0,01; \* p < 0,05.

lores (cuadro 8), lo que nos indica una diferencia efectiva del coeficiente de condición. Para los machos, el valor máximo se obtiene en el mes de octubre y posteriormente va descendiendo hasta alcanzar el mínimo en febrero, volviendo luego a subir un poco si bien no llega a alcanzar el nivel de octubre. En las hembras ocurre prácticamente lo mismo, con la salvedad de que el mínimo se alcanza en diciembre ya que en enero y febrero los valores son superiores, volviendo a disminuir en marzo y aumentando de nuevo en abril. Este

aumento del peso en enero es debido sin duda, al desarrollo de la masa de huevos; conforme avanza el período de ovoposición el peso medio de las hembras capturadas va descendiendo (LÓPEZ-JURADO, en preparación).

Es menos clara la explicación del fenómeno que ocurre en ambos sexos de ser mayor el peso en el mes de octubre que en el de abril. Aparentemente debería suceder lo contrario habida cuenta de que la actividad parece estar restringida a los meses de octubre a abril (hemos capturado individuos en julio enterrados a 30 cm de profundidad bajo un suelo limpio de piedras, troncos, etc.; y toda la tierra estaba muy dura sin señales de haber sido removida). Durante el período de estudio, sin embargo, el mes de octubre resultó ser muy lluvioso, con 14 días favorables a la actividad del sapo anteriores a la primera fecha de captura (16-X-79) y en los que probablemente los individuos se habían alimentado copiosamente. Precisamente es en estas fechas cuando aparece el mayor volumen medio de alimento ingerido (LÓPEZ-JURADO, 1982).

#### RESUMEN

Se ha estudiado la biometría del sapo corredor, *Bufo calamita*, en dos poblaciones existentes en Sierra Morena Central (provincia de Córdoba). Para ello se utilizaron 65 ejemplares capturados durante el período comprendido entre el otoño de 1979 y la primavera de 1980.

A lo largo del crecimiento del sapo, todas las medidas mantienen una alta correlación con la longitud total. Crecimiento alométrico positivo se encuentra en los machos en el miembro posterior y en el peso. Las hembras no presentan este tipo de crecimiento. Por esto podemos separar muy evidentemente ambos sexos a la vista del superior desarrollo por parte de los machos del miembro posterior, como una adaptación a la mayor efectividad reproductora y de escape a la predación. Confirmando lo anterior, dichas medidas son las que, mediante un análisis de varianza, se revelan como indicadoras primordiales del dimorfismo sexual. En el período reproductor, los machos pesan menos relativamente, debido a su estrategia reproductiva; y las hembras pesan más por el desarrollo ovárico.

Cuando se comparan dos poblaciones, las medidas de ambos miembros y posteriormente la longitud total, son las primeras variables que un análisis discriminante utiliza para denotar las diferencias. Los individuos de la población de Huelva presentan mayores valores medios de todas las medidas que los de la población de Córdoba.

#### SUMMARY

#### BIOMETRY OF THE NATTERJACK (*Bufo calamita*) IN THE CÓRDOBA PROVINCE (SOUTHERN SPAIN)

Biometry of the natterjack toad, *Bufo calamita*, were studied in two populations of central Sierra Morena (Córdoba Province). 65 toads, captured from Autumn 1979 to Spring 1980 were made use of.

All the measurements keep a high correlation with the snout-vent length along the growth. Positive allometric growth is to be found in male toads in hind limb length and in weight. The females do not show this allometry. Thus, we can differentiate very evidently both sexes according to the larger development of the hind limb in the males, as an adaptation to a greater reproductive efficiency. As to corroborate the above said, in an analysis of variance, these measures are the principal source of sexual dimorphism. In the breeding season, the males weight less than the females because their reproductive strategy and the females are heavier because their developed ovaries.

In the comparison of two populations by a discriminant analysis, the first measures entered are those of the limbs and later the snout-vent length. The toads from Huelva have larger average values than those from the Córdoba population in all the measures.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ANDRADA, J. (1980): *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la península ibérica*. Ed. Omega. Barcelona.
- ARNOLD, B. y J. BURTON (1978): *Guía de campo de los anfibios y reptiles de España y Europa*. Ed. Omega. Barcelona.
- ANGEL, B. (1946): *Faune de France*. Ed. Lechevalier. París.
- BEEBEE, T. (1979): A review of the scientific information pertaining to the *Bufo calamita* throughout its geographical range. *Biol. Cons.* 1979: 107-134.
- BOULENGER, G. (1898): *The tailless Batrachians of Europe (vol. II)*. Ray Soc. London.
- BRIDSON, R. (1976): The distribution of the natterjack toad in South West Scotland 1976. *Nat. Con. Coun.* (Int. report). London.
- (1978): A preliminary investigation into the factors affecting the breeding success of *Bufo calamita* at Caeverloack Nature Reserve. *Nat. Cons. Coun.* (Int. report). London.
- COLLADO, E., P. CALDERÓN y M. PÉREZ (1976): Datos sobre la fauna de anfibios del bajo Guadalquivir. *Doñana, Acta Verteb.* 3 (1): 5-18.
- DIXON, W. (1975): *Biomedical Computer Programs*. U.C.L.A. Los Angeles.
- FLINDT, R. y L. HEMMER (1972): Studien über die *Bufo calamita* der iberischen Halbinsel. *Salamandra* 8: 137-151.
- HUXLEY, J. (1972): *Problems of relative growth*. Dover Rub. London.
- LÓPEZ-JURADO, L., M. RUIZ y L. DOS SANTOS (1980): Características de la distribución

- de los anfibios anuros y urodelos en la provincia de Córdoba (sur de España). *II Reunión Iberoam. de Cons. y Zool. de Vert.* Cáceres, España (en prensa).
- (1982): Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el sur de España. II. Alimentación. *Doñana Acta Vert.* 9: 71-84.
- PÉREZ, M., E. COLLADO y C. RAMO (1979): Crecimiento de *Mauremys caspica leprosa* (Schweigger, 1812) (Reptilia, Testudines) en la Reserva Biológica de Doñana. *Doñana Acta Vert.* 6 (2): 161-178.
- RAMO, C. (1980): Biología del galápago (*Podocnemis vogli*) en el Hato del Frío, Llanos de Apure, Venezuela. Tesis doctoral no publicada. Univ. de Navarra.
- SALVADOR, A. (1974): *Guía de los reptiles y anfibios españoles*. ICONA. Madrid.
- SIEGEL, C. (1956): *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw Hill. London.
- SNEDECOR, G. y W. COCHRAN (1967): *Statistical methods*. Iowa St. Univ. Iowa.
- SOKAL, R. y F. ROHLF (1969): *Biometry*. Freeman Co. San Francisco.

(Recibido oct. 1981)

L. F. LÓPEZ-JURADO  
Estación Biológica de Doñana  
Paraguay, 1  
SEVILLA-12 (España)

## Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el Sur de España. II. Alimentación

LUIS FELIPE LÓPEZ JURADO

### INTRODUCCIÓN

La ecología alimenticia del sapo corredor, *Bufo calamita*, a lo largo de su amplia distribución europea sólo nos es conocida por los estudios realizados por dos autores: MATHIAS (1971) en Inglaterra, y VALVERDE (1967) en varios lugares de España.

Este último autor analiza sus resultados sólo en términos del número total de presas de cada tipo encontrado, si bien al utilizar ejemplares procedentes de diversas localidades muy distintas entre sí proporciona una muy interesante información contrastada.

Presentamos aquí nuestros resultados obtenidos con una población de esta especie en Sierra Morena Central (provincia de Córdoba) y en la que hemos estudiado los aspectos concernientes a la ecología alimenticia de *Bufo calamita*.

### AREA DE ESTUDIO. MATERIAL Y MÉTODOS

Los sapos utilizados en este trabajo son los mismos que se emplearon para un estudio anterior sobre diversos aspectos biométricos (LÓPEZ-JURADO, 1982); en el cual se puede encontrar la descripción del área de estudio así como las fechas y técnicas de captura.

Los ejemplares fueron diseccionados según ROWETT (1976), separando posteriormente el estómago e identificando las presas con la ayuda de las claves existentes en