

Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el sur de España.

III. Reproducción

L. F. LÓPEZ-JURADO

Estación Biológica de Doñana. C/. Paraguay, 1. Sevilla-12 (España)

INTRODUCCIÓN

La época de reproducción del sapo corredor *Bufo calamita*, es muy variable en cuanto a tiempo y duración a lo largo de toda su área de distribución geográfica (BEEBEE, 1979). Diversos autores han realizado estudios que en mayor o menor grado tocan este tema, como KOWALEWSKI (1974) en Polonia; BLANKENHORN (1972) y GROSSENBACHER (1974) en Suiza; FLINDT y HEMMER (1967, 1968a) en Alemania; BRIDSON (1976, 1978) en Inglaterra; ANGEL (1946) y FRETEY (1975) en Francia; etc.

En la península ibérica, SERRA y ALBUQUERQUE (1963) en Portugal y SALVADOR (1974) en España, aportan algunos datos fragmentarios sobre el particular y posteriormente LÓPEZ-JURADO y RUIZ (1980) proporcionan cierta información sobre las características de la reproducción de esta especie y en general de las distintas especies de anfibios anuros en el sur de España.

Un estudio completo sobre este aspecto en la especie que nos ocupa sólo ha sido llevado a cabo en Inglaterra por MATHIAS (1971); por lo que intentando ampliar los conocimientos actuales sobre el tema y al objeto de que puedan servir en el futuro para comparaciones con lo que sucede en otros lugares, mostramos a continuación los datos recopilados por el autor entre el otoño de 1979 y la primavera de 1980 sobre los diversos aspectos de la biología reproductiva del sapo corredor *Bufo calamita*.

ÁREA DE ESTUDIO

Las observaciones sobre las características y el número de individuos en reproducción, así como las capturas de larvas se realizaron en un charco estacional situado junto a la carretera comarcal de Córdoba a Villaviciosa en el punto kilométrico 22 (sierra Morena central, provincia de Córdoba).

Este charco tiene una forma aproximadamente circular, con un diámetro de unos 20 metros y se encuentra rodeado completamente por un prado desprovisto de vegetación arbórea y arbustiva. La vegetación típica de la sierra (*Quercus rotundifolia* y *Cistus* spp.) se encuentra a 40-50 metros del borde del charco.

Su profundidad máxima cuando está lleno es de 32 cm y coincide aproximadamente este punto con el centro del charco.

La vegetación acuática está compuesta casi exclusivamente por *Callúriche* sp., en cuyos tallos así como también en gramíneas se enrollan los cordones de huevos.

La altura de este punto sobre el nivel del mar es de 500 metros y la oscilación térmica y pluviométrica anual medida a 13 km al E ha sido representada en un estudio anterior sobre la biomerria de la especie (LÓPEZ-JURADO, 1982a).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones sobre la reproducción fueron hechas desde los primeros días de enero hasta los últimos de marzo de 1980, con el objeto primordial de constatar las fechas de comienzo y final de la misma. Durante este período la zona se visitó casi diariamente y algunos días (26 y 27 de enero) se siguió durante toda la noche la evolución de la actividad reproductora por parte de los individuos de ambos sexos, recorriendo todo el perímetro del charco cada hora desde la puesta hasta la salida del sol. Otros días se realizaron observaciones con igual método y en el mismo lugar aunque su duración fue sólo desde la puesta de sol hasta las 21 (hora solar).

Larvas fueron capturadas en el charco referido en 3 distintas fechas: 23-III, 10-IV y 16-IV, con el objeto de estudiar el desarrollo larvario. Jóvenes recién metamorfoseados se capturaron asimismo en fecha 20-IV-80.

Para el estudio de la evolución del aparato gonadal se utilizaron los mismos individuos que en trabajos anteriores (LÓPEZ-JURADO, 1982a, 1982b), capturados a 3 km al S de este charco.

A las larvas se les midió la distancia existente desde el hocico hasta el ano (LCC) y desde el hocico hasta el extremo de la cola (LT). Los individuos recién metamorfoseados sólo se midieron desde el hocico hasta la cloaca. También se tomó la longitud y anchura de los testículos en los machos y el volumen de ambos ovarios (por desplazamiento en cc) en las hembras. Todas las medidas son en milímetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. *Comportamiento reproductivo*

Como se observa en las figuras 1 y 2, los machos acuden al charco elegido poco después de la puesta del sol, que en esos días tenía lugar a las 17,30 hora solar; de modo que aproximadamente una hora después se oía el primer individuo cantando. Nunca se observó ni se escuchó ningún sapo mientras aún quedaba algo de luz solar. Siempre, según nuestras observaciones, eran los machos los primeros en llegar al charco, y en ésto coincidimos con otros investigadores (FLINDT y HEMMER, 1968a; MATHIAS, 1971; BEEBEE, 1979).

Durante los 9 días que se han representado en las figuras 1 y 2, los machos se dispusieron siempre en el agua de la misma forma. Los primeros en llegar se colocan invariablemente en las orillas del charco, en lugares en que la profundidad del agua nunca era superior a los 5 cm. En Inglaterra y según MATHIAS (1971) la profundidad a la que se colocan los machos oscila entre 4 y 7 cm.

Este mismo autor relata el agrupamiento de 4 a 8 machos separados unos de otros 3 ó 4 metros separados a su vez de otro agrupamiento similar por 30 ó 40 metros. Esta disposición puede darse en charcos grandes como los estudiados por dicho investigador y en los que no se reproduzca un excesivo número de individuos, pero en nuestro caso el charco era reducido y se ocupaban todos los lugares disponibles, pues en los momentos en que el número de machos era máximo (p. ej. el día 23-II-80), cosa que ocurría entre 2 y 3 horas después de la puesta de sol (figs. 1 y 2), las distancias existentes entre cada par de machos cantores oscilaban entre los 25 cm y los 2 metros. BEEBEE (1979) demuestra también que en situaciones de limitada disponibilidad de charcos y de espacio, los machos se colocan mucho más cerca unos de otros para emitir su llamada. Este fenómeno es de muy amplia generalización como apuntan KREBS y DAVIES (1978).

Según se observa en las dos figuras citadas, conforme va avanzando la noche, va aumentando el número de machos (y en su caso el de hembras) que llegan al charco. Sucede entonces que, cuando todos los lugares periféricos están ocupados, comienzan a observarse machos que están emitiendo la llamada desde diversos puntos en el interior del mismo, sacando la cabeza fuera del agua y apoyando los miembros anteriores en la vegetación acuática flotante. Respecto a este punto no hemos encontrado ninguna información en

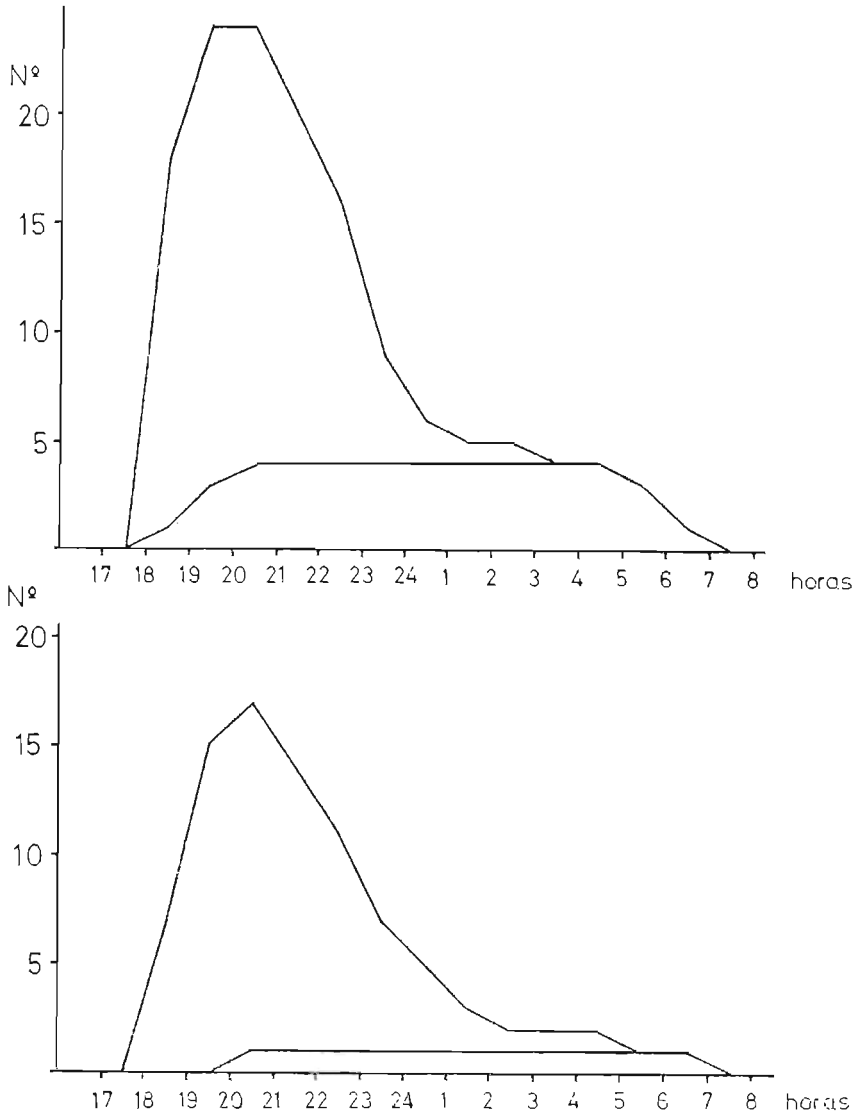


Fig. 1. Frecuencia horaria (26-I-80, arriba; 27-I-80, abajo) del comportamiento reproductor. Horas solares. Las líneas de mayor valor de ordenadas representan a los machos cantores no acoplados. Las líneas inferiores representan a parejas en amplexus. Cuando en cada figura se unen las dos líneas, indican que sólo quedan en el agua las parejas copulando. Así el 26-I-80 a las 19,30 horas había en el charco 24 machos cantando y 3 parejas acopladas. A las 23,30 horas había 4 parejas acopladas y 8 machos solitarios; y a las 5,30 horas sólo quedaban 3 parejas en amplexus, para desaparecer todas entre las 6,30 y las 7,30 horas.

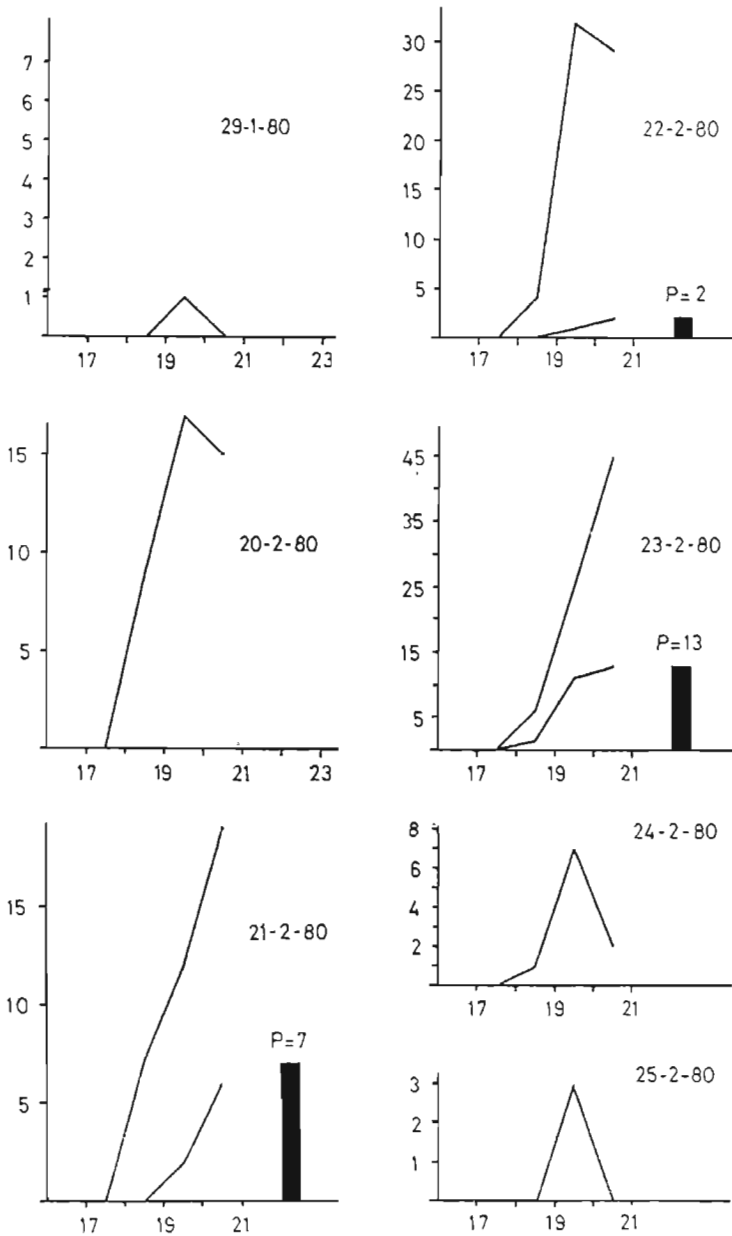


Fig. 2. Frecuencia horaria del comportamiento reproductor durante los días indicados. P=n.º de puestas encontradas al día siguiente. Explicación como en la figura anterior. Cuando en una figura sólo existe una línea indica que sólo hay en el charco machos cantores.

la bibliografía consultada. La situación anteriormente expuesta nos indica que la probabilidad de que llegue a aparearse un macho que se encuentra más o menos en el interior del charco es mucho menor, y de hecho casi nula (en nuestro caso nunca sucedió), que la de otro macho situado en el borde del mismo y por lo tanto mucho más cerca de cualquier hembra que se aproxime. A la vista de lo anterior planteamos la hipótesis de que los primeros machos que llegan a un charco de cría ocupando las zonas óptimas del borde, son aquellos que se encuentran más urgentemente dispuestos para la cópula o mejor dotados físicamente; y los últimos en llegar son los menos motivados sexualmente o físicamente peor dotados (suponiendo similares distancias al charco desde sus refugios diurnos o en todo caso siendo éstas más cortas para los primeros debido precisamente a su urgente predisposición).

Según se observa en las figuras 1 y 2, el máximo número de machos cantores se alcanzó siempre entre 2 y 3 horas después de la puesta de sol y a partir de entonces el número va descendiendo hasta quedar, cuando faltan dos o tres horas para el amanecer, tan sólo las parejas que están efectuando la puesta.

2. *Llamada sexual*

El canto de *Bufo calamita* ha sido registrado por nosotros en nuestra área de estudio y por BOSWALL (1981) en otro lugar de Europa, no encontrando diferencias al menos desde nuestro humano punto de apreciación. También este autor compara dicho sonido con el emitido por *Caprimulgus europaeus* y *Gryllotalpa gryllotalpa*. Sonogramas han sido realizados por SCHNEIDER (1967), FLINDT y HEMMER (1968b) y HEUSSER (1969); revelando estos resultados la existencia de tres distintos componentes del canto.

Según WELLS (1977b), para los anfibios anuros en general, un individuo emitiendo su llamada en un gran coro de congéneres tiene que solventar 3 problemas principales: 1) Reducir la interferencia acústica de los otros machos para maximizar la distinción de su propia llamada. 2) Debe intentar hacer su canto más atractivo para las hembras que el de sus congéneres. 3) Debe producir una señal que atraiga simultáneamente a las hembras y que consista también en un mensaje agonístico para los otros machos.

El primero de estos puntos ha sido comprobado por nosotros en nuestra población pues en los días en que se agrupaban muchos machos en el charco, algunos no llegaban a instalarse en el mismo, sino que se quedaban en los pe-

queños charcos que existen en los alrededores del principal y donde la viabilidad de las larvas casi siempre es nula (dependiendo de su tamaño, de la pluviosidad y de la insolación recibida), pero donde sin embargo tendrán más posibilidades que ningún otro macho de capturar a las hembras que se dirijan al charco principal atraídas por la llamada del coro.

El segundo punto de la hipótesis de Wells no ha sido comprobado por nosotros y el tercero no parece cumplirse totalmente en esta especie, pues en varias ocasiones se han observado intentos de captura (y en algún caso capturas consumadas durante algunos segundos) de machos hacia machos, si bien en otros lugares de sierra Morena (Ruiz, com. pers.). En *Alytes cisternasii* sin embargo sí hemos comprobado la existencia de distintos sonidos emitidos por un macho según se le aproxime un individuo de su mismo sexo o de sexo contrario, y ambos sonidos difieren principalmente en la frecuencia de repetición (López-Jurado y Ruiz, grabación inédita).

Algunos autores han señalado la existencia de líderes del coro o machos que comienzan el canto y son seguidos por el resto (DUELLMAN, 1967; para anuros en general). En el caso de *Bufo calamita* según nuestros datos esto no sucede, pues cualquiera puede ser el primero en comenzar tras una interrupción y además (fig. 2) el número de individuos cantando puede reducirse en los días menos favorables hasta uno sólo.

3. *Amplexus. Duración del mismo*

Debido a que sólo se observó una vez la captura de una hembra en el momento exacto en que sucedió, pensamos que puede ser aventurado generalizar dicho comportamiento, que a continuación describiremos, como el único comportamiento de reconocimiento de sexos para la cópula en esta especie. El día 23-II-80 a las 19,30 hora solar, se observó una hembra de *Bufo calamita* que se dirigía en línea recta hacia el charco, efectuando breves paradas cada 5 ó 10 segundos de marcha. Llegada a unos 40 centímetros del borde del charco, se dirigieron simultáneamente hacia ella 4 machos que se encontraban en la orilla emitiendo su llamada; siendo capturada por el que se encontraba más cerca de ella en línea recta. Una vez formada esta pareja, los restantes machos se detuvieron a distancias de entre 10 y 20 cm de la misma y acto seguido dieron media vuelta y se dirigieron de nuevo al agua.

Lo anteriormente relatado hace pensar que por un lado el sentido de la

vista es fundamental para la captura de la hembra; o mejor, del individuo que se aproxima decididamente a un grupo de machos cantores; y que por otro lado no parece existir ningún otro tipo de competición entre machos para la captura de las hembras.

El amplexus es axilar y a nuestro juicio el estímulo que impide el desacomplamiento es el estado de repleción de la hembra, ya que experimentos realizados por el autor ponen de manifiesto que cuando se coloca al alcance de un macho cantor un objeto duro, como un dedo por ejemplo, éste lo aferra de inmediato y generalmente tarda algunos segundos en darse cuenta del engaño. Por el contrario si se le pone en contacto con un objeto flácido, como un globo poco inflado, éste es desechado inmediatamente.

Como ya se indicó en un trabajo anterior (LÓPEZ-JURADO, 1982b) los únicos individuos con el estómago vacío (todos machos) fueron capturados en los meses de enero y febrero, esto es, en pleno período reproductor; lo que de algún modo directo o indirecto debe influir en el reconocimiento del sexo por parte del captor.

Según la bibliografía, el tiempo que permanecen acoplados macho y hembra varía. BEEBEE (1979) dice que permanecen de 3 a 5 horas, y WELLS (1977a) citando a Smith, les asigna "few hours". Según observamos en nuestros resultados expuestos en la figura 1, la duración del amplexus en nuestra población oscila entre 10 y 12 horas, contando desde que el macho captura a la hembra hasta que se separan después de poner los huevos.

4. *Puesta. Selección del lugar*

Pese a todo el tiempo empleado en el amplexus, la duración de la puesta en sí es asombrosamente corta pues según nuestras observaciones varía entre las 2 y las 3 últimas horas en que ambos individuos permanecen en el agua. De hecho, las dos noches en que se siguió hora a hora la evolución de las parejas existentes, todas ellas comenzaron a poner cuando faltaban de 3 a 4 horas para la salida del sol. Según BEEBEE (op. cit.) la puesta dura de 3 a 5 horas y tiene lugar entre la puesta del sol y la medianoche para Inglaterra.

Esta manifiesta desproporcionalidad entre el tiempo total del amplexus y el realmente empleado en la puesta nos plantea el interrogante de en qué se emplea el tiempo anterior a la misma. La respuesta parece ser bien en el desarrollo del estímulo ovopositor, o en una selección del lugar adecuado para

la puesta o bien en ambas cosas. Personalmente nos inclinamos por la segunda de las opciones, aunque no descartamos totalmente la primera de ellas; y lo hacemos en base a que una pareja en amplexus, se mueve por todo el charco durante toda la noche y pasa varias veces por todos los lugares existentes. De hecho, nosotros hemos observado constantemente que se pueden encontrar en cualquier lugar del mismo durante el tiempo que antecede a la puesta de los huevos. A excepción de los pocos momentos en que la pareja permanece sumergida nadando hacia otro lugar (realmente la que nada es la hembra), casi todo el tiempo lo pasan flotando en la superficie, sobresaliendo por encima de la misma ambas cabezas.

Cuadro 1

Relación de fecha, número de puestas, profundidad media de las mismas, campo de variación y profundidad máxima del charco expresada en mm durante la temporada de reproducción de *Bufo calamita* en Sierra Morena de Córdoba el año 1980.

Fechas	N.º	Medias	C.V.	P
26-I-80	3	8,17	7,5- 9,0	23
27-I-80	4	7,12	6,5- 8,5	22
28-I-80	1	6,00	—	22
21-II-80	7	7,86	7,0- 8,5	13
22-II-80	2	7,00	5,5- 8,5	15
23-II-80	13	6,81	5,0- 9,0	18
21-22-23-III-80	14	12,93	6,0-14,0	32 (Lleno)
Totales	44	7,98	5,0-14,0	

En el cuadro 1 se indican el número de puestas en las distintas fechas, con la profundidad media (tomando 5 medidas a lo largo del cordón de huevos), el campo de variación de la profundidad de las puestas, y la profundidad máxima del charco en esa fecha. Como se observa, la profundidad de las puestas oscila entre 5 y 14 cm, con un valor medio de casi 8 cm para un total de 44 puestas. Conviene indicar aquí que las puestas del mes de enero no fueron viables, pues el charco casi se secó y los lugares donde se encontraban quedaron en seco.

De todas estas observaciones concluimos que la elección del lugar de puesta se realiza en base a características tales como escasa profundidad del agua y vegetación flotante inexistente, de modo que ni ésta ni la profundidad excesiva de aquella permitan la pérdida de insolación para la más rápida incubación de los huevos. De hecho las primeras parejas ponen sus huevos en un área reducida y todos bastante juntos a poca profundidad, la cual aumenta cuando lo hace la profundidad del charco (días 21, 22 y 23 de marzo).

El esquema a grandes rasgos mencionado anteriormente, no es tan evidente cuando el número de parejas reproductoras aumenta mucho, debido sin duda a la escasez de espacio disponible; aunque hay que hacer notar que cuando sólo quedan libres los espacios en que la profundidad es mayor, la puesta no se efectúa en el fondo sino a una distancia de la superficie que intenta, aunque no lo consigue del todo, ser similar a la típica y utilizando como apoyo las plantas existentes a ese nivel. La superficie en que se deposita cada puesta no excede, según lo observado, los 0,25 m²; si bien por razón de la dificultad en la estima, éste valor hay que tomarlo con discreción.

Se ha observado el comportamiento ovopositor de 5 parejas (fig. 1) y a grandes rasgos todos ellos presentan similares características que pasamos a describir. Los huevos, tras el primer impulso de salida (en el que aparentemente el macho no interviene), son enredados mediante un cambio de dirección de la hembra en una planta o en un accidente suficientemente resistente del fondo, de modo que por traslación de la pareja vaya saliendo todo el paquete ovígero. Cuando esta sujección es firme, la pareja puede trasladarse hasta un metro e incluso algo más en línea recta; pero generalmente dan varias vueltas sobre la superficie mencionada de modo que se aumente la fijación de los huevos al sustrato y consecuentemente se facilite la salida.

Según BEEBEE (1979) la puesta se caracteriza por extensos períodos en que los rostros de la pareja permanecen por encima del agua (cerca del 80% del tiempo) intercalados por otros de salida de los huevos cada 10 ó 15 minutos.

MATHIAS (1971) observa que se escogen profundidades de alrededor de 15 cm y que según los años, del 53 al 89% de los cordones de huevos son puestos sin ayudarse en la vegetación acuática. Por nuestra parte diremos que en otros lugares distintos al área de estudio hemos observado puestas a mayores profundidades que las mostradas en el cuadro 1 (hasta 17 cm), pero siempre se ha tratado de lugares con vegetación casi inexistente de modo que no se impedía el paso de los rayos solares. Nunca, por el contrario, hemos encontrado puestas que no estuviesen enredadas en plantas o piedras del fondo.

5. Período de reproducción

Para *Bufo calamita* los datos bibliográficos sobre la época de reproducción arrojan dos grupos de resultados. Por un lado, en Polonia, Alemania e Inglaterra se extiende desde abril hasta junio (KOWALEWSKI, 1974; FLINDT y HEMMER, 1968a; MATHIAS, 1971), y para Suiza GROSSENBACHER (1974) sitúa el comienzo a finales de marzo. Otro grupo de datos son los correspondientes al sur de Francia y a casi toda la península ibérica, en donde la especie se reproduce desde abril hasta septiembre (FRETEY, 1975 y SALVADOR, 1974).

Según datos propios, algunos de ellos ya mostrados anteriormente (LÓPEZ-JURADO y RUIZ, 1980), en Andalucía y Levante *Bufo calamita* lleva a cabo su reproducción desde mediados o finales de enero hasta finales de marzo. Concretamente en el año 1980 las fechas exactas fueron desde el 19 de enero hasta el 23 de marzo; lo que hace un total de 65 días. Conviene no olvidar que en estas fechas, en sierra Morena al menos, no todos los días son favorables para la actividad reproductora del sapo (sobre todo en términos de temperatura ambiente) y hay que descartar todos aquellos días en que las condiciones climáticas y especialmente el frío, impidieron la actividad de los mismos. De este modo los 65 días mencionados anteriormente quedan reducidos a 26 días efectivos que se reparten de la siguiente manera: 12 días de enero (del 19 al 30) en que se realizaron 8 puestas; 6 días en febrero (del 20 al 25) con un total de 22 puestas; y 8 días en marzo (del 2 al 5 y del 20 al 23) con un total de 14 puestas agrupadas en los 4 últimos días.

Para Inglaterra, MATHIAS (1971) cita 40-50 días efectivos de emisión de la llamada de celo, y para Alemania FLINDT y HEMMER (1968a) elevan esta cifra hasta los 70 días.

Diremos por último que el adelanto anual temporal que llevan a cabo en su período de reproducción los sapos del sur de Europa (regiones andaluza y levantina de España) con respecto a las poblaciones del resto, podría ser una adaptación dirigida a evitar que los fuertes calores existentes en estos lugares ya en la primavera y que aceleran la desecación de los charcos donde se reproducen, influyan en el desarrollo larvario limitando mucho el tiempo de que dispondrían las larvas para efectuar su metamorfosis.

En este mismo lugar otras especies de anfibios llevan a cabo su período reproductivo: *Pelodytes punctatus* y *Pelobates cultripes* que se reproducen casi al mismo tiempo a partir de los primeros días de noviembre, y *Salamandra sala-*

mandra que pare sus crías desde el mes de octubre en el momento en que el charco ya ha cogido algo de agua.

6. *El desarrollo gonadal. Su evolución*

En la bibliografía consultada no existe ninguna información al respecto.

a) *Machos*

A los machos que constituyeron la muestra de la población estudiada les fueron extraídos ambos testículos y se les midieron la longitud y la anchura media. La correlación entre el tamaño de los sapos y la longitud media de los testículos por un lado y su anchura media por otro, se muestra en la figura 3. Comparando ambas líneas se aprecia que la curvatura es mucho mayor en la gráfica correspondiente a la anchura que en la de la longitud; lo que demuestra que el crecimiento del testículo con la edad del sapo es mayor en los términos de la anchura que en los de la longitud.

La coloración que se aprecia en los mismos al diseccionar al animal es negruzca y en los individuos de mayor tamaño adquieren una tonalidad verdosa.

El tamaño mínimo de un macho encontrado en amplexus era de 50,3 mm y pesaba 13 gramos.

En la figura 4 se expresa la evolución mensual del tamaño de los testículos en longitud y anchura. Con el objeto de eliminar el error que resultaría de mezclar en un mismo mes individuos pequeños con grandes, en ordenadas se ha representado la relación "longitud testículo/longitud sapo" y la "anchura testículo/longitud sapo". Para la longitud de aquél no se aprecian diferencias estadísticamente significativas en la evolución mensual de dicha medida. Para la anchura del testículo y coincidiendo con lo observado, ésta aumenta de valor con el tamaño del sapo y se obtiene un máximo relativo en el mes de enero que es cuando comienza la reproducción; sugiriendo con ello que en la espermatogénesis el testículo se ensancha quizás como resultado del aumento del calibre de los conductos deferentes.

b) *Hembras*

La correlación existente entre la variación del "volumen ovárico (ambos conjuntamente)/Peso", con el aumento del tamaño del animal, es baja ya que se encuentran, como es lógico, hembras del mismo tamaño con volúmenes mí-

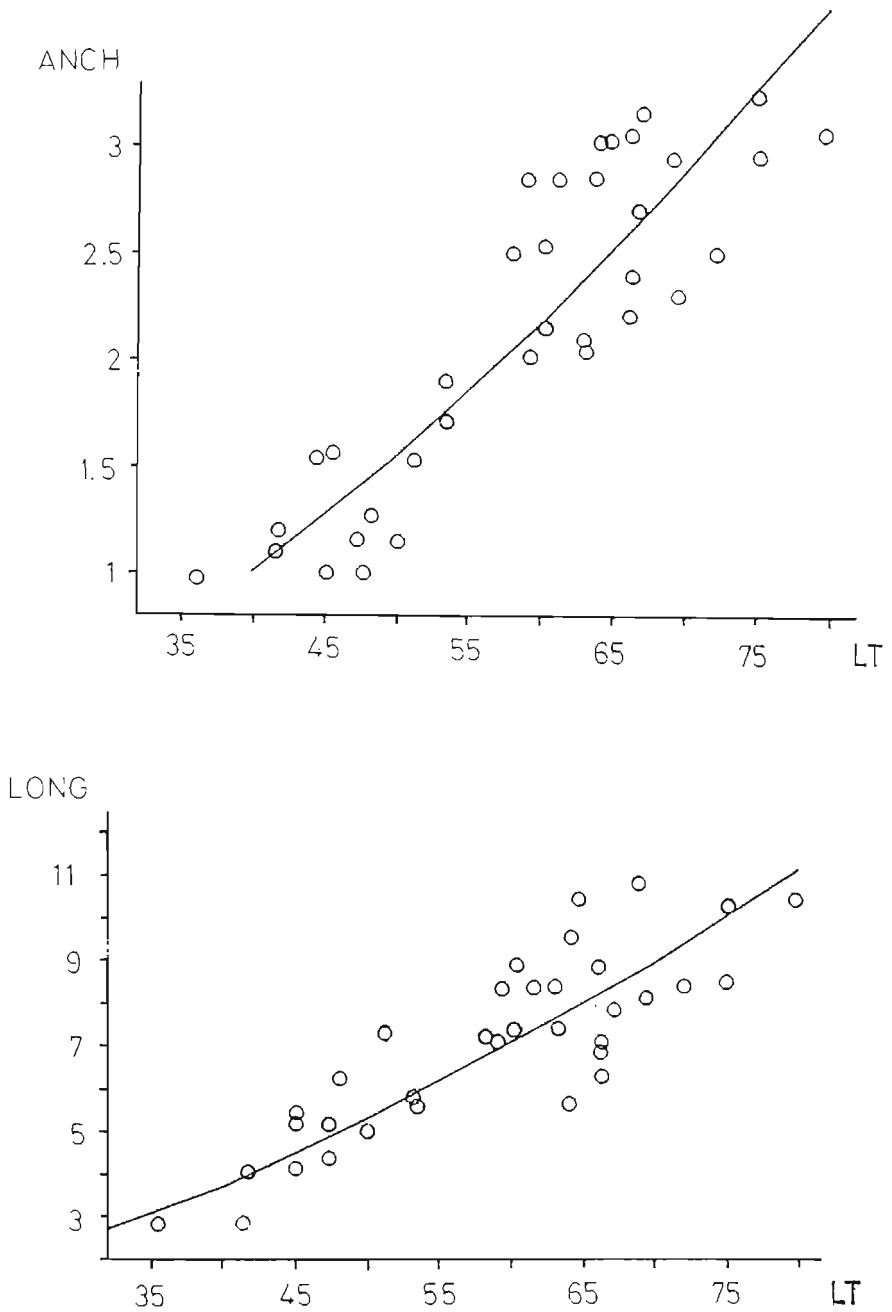


Fig. 3. Correlación de la longitud y la anchura del testículo con el tamaño del sapo. Valores en mm.

nimos y máximos correspondientes a individuos con los ovarios en reposo o totalmente llenos de huevos.

Para lograr un esclarecimiento hemos de fijarnos en la figura 5 en la que se ha expresado la variación mensual de dicha relación. Los mínimos valores se

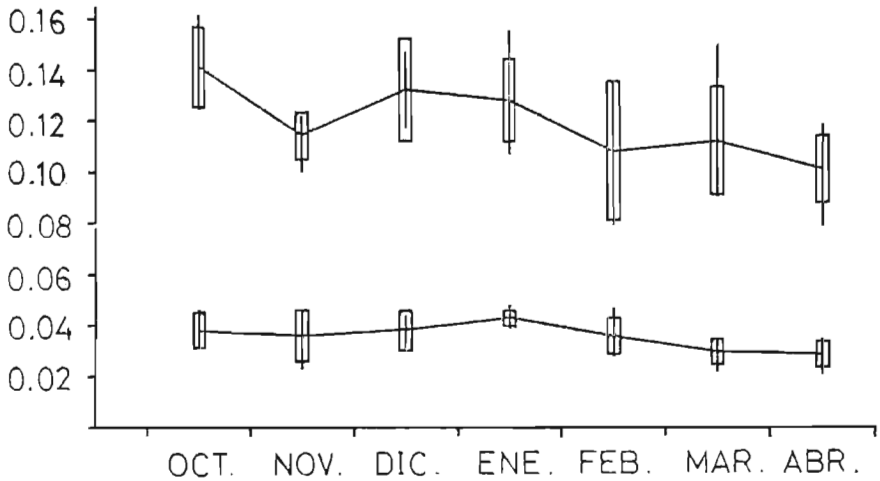


Fig. 4. Variación mensual de las relaciones longitud testículo/longitud sapo (arriba) y anchura testículo/longitud sapo (abajo). Se ha indicado la media, la desviación típica y el recorrido.

encuentran en los meses de marzo y abril; es decir después de que, en la mayor parte de los casos se haya efectuado la puesta, por lo que estos valores mínimos deben corresponder a los ovarios en reposo.

Ahora bien, teniendo en cuenta que se han eliminado aquellos individuos que, aun siendo hembras, no presentaban ovarios desarrollados, hay que concluir que en el momento en que empieza el período de actividad general de esta especie tras haber pasado una época muy desfavorable como es el verano, los ovarios no se encuentran quiescentes sino que ya han alcanzado un cierto grado de desarrollo. Se deduce de aquí que los ovarios tras la puesta deben persistir durante poco tiempo en estado de reposo, recomenzando más o menos pronto su actividad para la temporada siguiente.

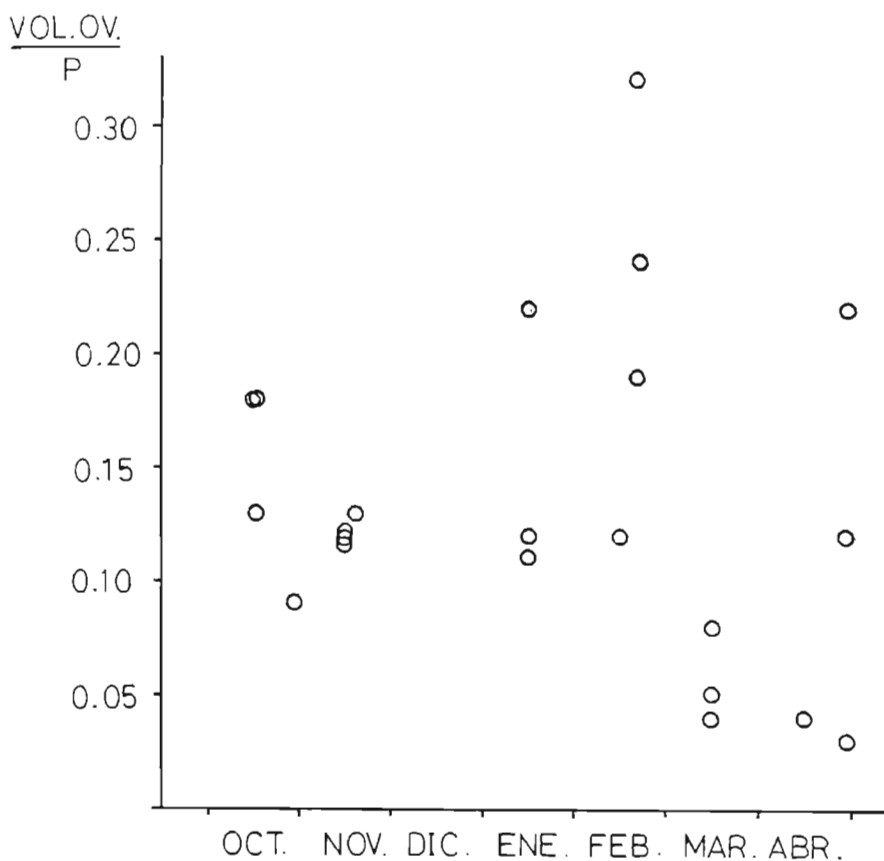


Fig. 5. Variación de la relación expresada en ordenadas con respecto al tiempo.

7. Influencia de las condiciones climáticas y de los parámetros físicos

Los factores ambientales que influyen o controlan la periodicidad de los ciclos reproductivos de los anuros son poco conocidos. Algunos estudios indican al fotoperíodo como el más importante, si bien la temperatura y la precipitación son de mayor importancia como estimulantes de la actividad de cría (PORTER, 1972).

Por nuestra parte pensamos que el fotoperíodo es un factor primario que actúa influyendo en el desarrollo gonadal de los anfibios; siendo sin embargo

la precipitación y la temperatura (en distinto orden de importancia según la especie) los auténticos desencadenantes de la actividad reproductora.

La regularidad más o menos pronunciada de las condiciones climatológicas en la región mediterránea, permite predecir con la misma regularidad la fecha aproximada del comienzo de la actividad reproductora, la cual puede retrasarse incluso semanas (según las características climáticas) pero probablemente con un límite de tolerancia, sobrepasado el cual se darían seguramente fenómenos de reabsorción o diapausa en los ovarios.

En la figura 6 se han representado las oscilaciones de la precipitación medida a 15 km de nuestra área de estudio desde octubre de 1979 hasta abril de 1980; y la oscilación de las temperaturas medias desde enero hasta abril de 1980. Ambos grupos de datos se han expresado diariamente. Se puede observar

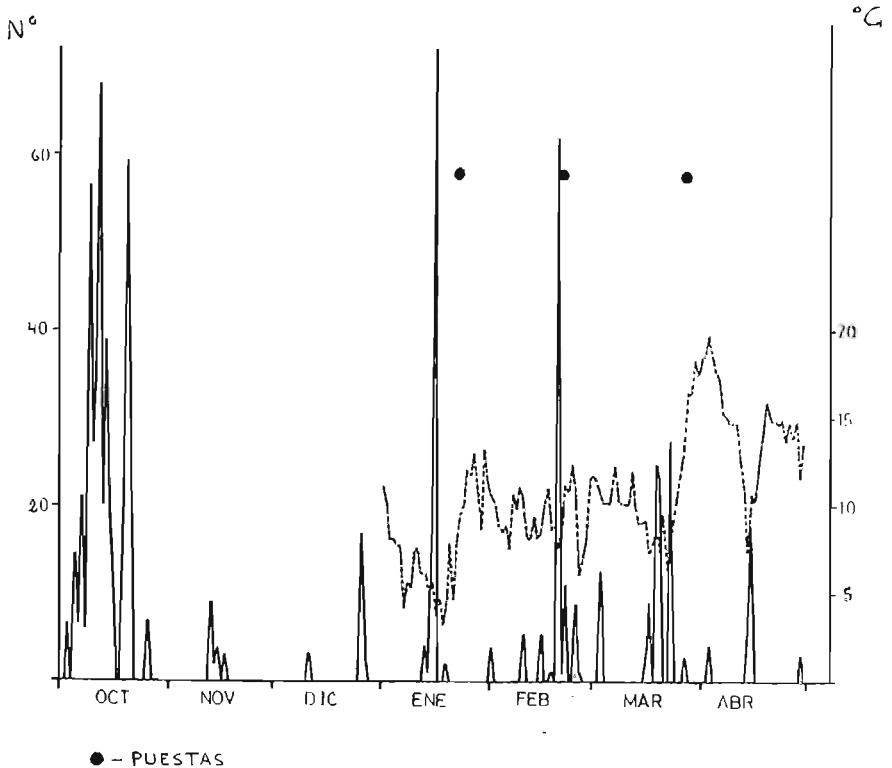


Fig. 6. Oscilación diaria de la precipitación y la temperatura media para los meses indicados. Trazo grueso precipitación. Trazo punteado temperatura.

que las puestas se han efectuado tras o durante días de lluvia, pero exclusivamente cuando subieron las temperaturas.

FLINDT y HEMMER (1967) en Alemania y BLANKENHORN (1972) en Suiza, encuentran que la temperatura del agua a las 19 horas es el factor crítico que determina el número de individuos que estarán cantando esa noche, y que la temperatura del agua a las 24 horas define el tiempo que permanecerán haciéndolo. Por nuestra parte encontramos que el factor determinante de la actividad es la temperatura ambiente preferentemente a la precipitación. De hecho, cuando aquella alcanza un valor inferior a los 9 grados en el momento de la puesta del sol, se puede anticipar con absoluta certeza que, como mucho, dos o tres machos llegarán al charco a emitir su llamada y rápidamente se marcharán (fenómeno que se observa en la figura 2). En una ocasión, sin embargo, observamos poco después de la puesta de sol a un macho cantando con una temperatura ambiente de 5,5 grados y 12,5 en el agua; el cual permaneció allí durante 25 minutos y luego se marchó. Esto demuestra que al menos ocasionalmente, la influencia de los órganos internos puede superar condiciones climatológicas adversas.

Según KOWALEWSKI (1974) la temperatura del agua en el momento de la reproducción está entre 14 y 25 grados, y la óptima se sitúa entre 18 y 22. Nuestros datos indican que las temperaturas del agua cuando las parejas se hallan en amplexus oscilan entre 9 y 14 grados.

Bufo calamita según FLINDT y HEMMER (1967) y BLANKENHORN (1972) parece ser capaz de detectar con cierta antelación los cambios de presión atmosférica, lo que explicaría muy bien la ausencia de individuos en un charco cuando parece que las condiciones climáticas existentes están dentro de sus valores óptimos para la reproducción de la especie. En nuestra población también hemos detectado este comportamiento manifestado por la brusca desaparición de la actividad reproductora en medio de unos días febrilmente dedicados a ella, sobreviniendo posteriormente un importante cambio en las condiciones climatológicas.

Añadiremos por último, que, según la bibliografía el PH del agua donde se efectúa la puesta de los huevos oscila entre 9 (MATHIAS, 1971) y 6,7 (CURRY-LINDHAL, 1975); mientras que por nuestra parte hemos medido en tres ocasiones dicho parámetro encontrando valores de 7,2 (27-I-80), 6,5 (22-II-80) y 6,7 (24-III-80).

8. Desarrollo larvario

Teniendo en cuenta que las puestas del mes de enero no se desarrollaron y contando como fecha primera de puesta el 21-II, el tiempo total de desarrollo hasta la aparición de los primeros individuos metamorfoseados fue de 54 días; de los cuales los 10 ó 15 primeros (según la temperatura) corresponden al período de incubación de los huevos hasta producirse una larva de vida libre. Los diversos autores consultados y ya mencionados anteriormente asignan a esta especie un tiempo total de desarrollo comprendido entre 6 y 8 semanas.

En la figura 7 se han representado las longitudes total y la cabeza-cuerpo de las larvas capturadas en tres distintas fechas y en relación con el estadio evolutivo en que se encontraban. Para ésto hemos utilizado los adscritos a *Bufo valliceps* por Limbaugh y Volpe (in PORTER, 1972). Como se puede apreciar en esta figura, en la última fecha de captura de larvas se obtuvieron ejemplares muy repartidos en 6 estadios. Esta disparidad es lógica si tenemos en cuenta que se han ido agregando nuevos individuos nacidos en mayor número de fechas diferentes. El panorama se complica más aún si pensamos en las dis-

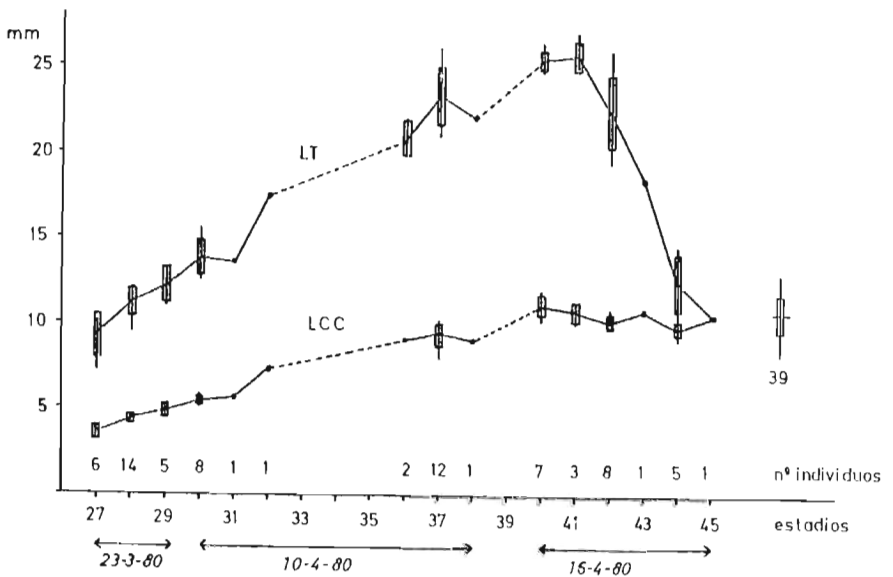


Fig. 7. Desarrollo temporal de la población de larvas estudiadas. Véase explicación en el texto. LT, longitud total; LCC, longitud hocico-ano.

tintas tasas de desarrollo según los conocidos fenómenos de superpoblación de larvas o de oscilaciones térmicas en el interior de la masa de agua.

FLINDT y HEMMER (1972) encuentran que el tamaño de las larvas en España y Alemania es similar (máximo de 22-30 mm) y que los individuos recién metamorfoseados miden de 8,5 a 10 milímetros. Por nuestra parte hemos obtenido valores máximos de las larvas entre 25 y 27 mm y la media del tamaño de los individuos con la forma adulta recién adquirida es de 10,7 mm con un campo de variación comprendido entre 8,3 y 13 milímetros para $n=39$ individuos (ver figura 7).

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere ante todo agradecer la ayuda prestada por Enrique Collado en todos los aspectos de los estudios sobre el sapo corredor.

El trabajo se realizó integrado el autor en el laboratorio de Etología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Córdoba, a cuyos componentes y sobre todo al Dr. Luis Arias de Reyna les debo especial gratitud y reconocimiento por su amistad y ayuda en todos los aspectos del mismo.

El Dr. Eugenio Domínguez mostró una gran comprensión y apoyo ante los arduos vericuetos administrativos y de los otros en la mencionada Facultad de Ciencias Biológicas.

Los doctores Miguel Delibes y Carmen Díaz-Paniagua enriquecieron el texto con sus acertados comentarios y valiosas sugerencias.

En Sevilla, el Centro de Cálculo de la Universidad y muy especialmente la Estación Biológica de Doñana me brindaron el uso de sus instalaciones durante el desarrollo de los estudios.

A mi compañera Lidia, así como a mis amigos Miguel Ruiz y Ramón Santaella que me ayudaron en las memorables noches de vigilia junto a los sapos así como en todas las salidas al campo.

Como ya es casi tradicional todos los trabajos se han realizado sin apoyo económico de Centro o Institución alguna y sus gastos han sido costeados enteramente por el autor y sus amigos.

RESUMEN

La reproducción del sapo corredor, *Bufo calamita*, en el sur de España ha sido estudiada durante el año de 1980. Se han realizado observaciones casi diariamente entre enero y marzo en un charco estacional. Dichas observaciones se han completado mediante el análisis de los testículos y ovarios de 65 ejemplares colectados a varios kilómetros de esta localidad entre octubre de 1979 y abril de 1980.

Los machos son los primeros en llegar al charco y se colocan preferentemente en las orillas del mismo. El número de machos va aumentando durante la noche hasta alcanzar su máximo valor unas 3 horas después de la puesta del sol (si las condiciones son favorables). Posteriormente este número desciende paulatinamente hasta quedar, cuando faltan 2 ó 3 horas para amanecer, tan sólo las parejas en amplexus. La duración de éste es de 10 a 12 horas, empleando la mayor parte de este tiempo en buscar un lugar adecuado para la puesta. Esta es colocada primeramente a una profundidad media de 7 cm; si bien cuando la profundidad es alta se ven obligados a utilizar mayores profundidades. El fotoperíodo influye en el desarrollo paulatino de las potencialidades reproductoras desde el otoño; si bien los factores desencadenantes de la reproducción son la temperatura y la precipitación, actuando además aquella como factor limitante. Las larvas tardan 54 días en desarrollarse totalmente y alcanzan un tamaño medio de 10,7 milímetros.

SUMMARY

Reproduction of the natterjack (*Bufo calamita*) in southern Spain was studied during 1980. Daily observations were made in a seasonal pond from January to March. Additional data on gonads from 65 individuals of both sexes were gathered on another locality between October 1979 and April 1980.

Males arrive first to the pool occupying preferentially the edges. Male populations increases during the night reaching a maximum density 3 hours after sunset (under favorable conditions). Male density decreases after this time, and only couples in amplexus remain 2-3 hours before dawn. Amplexus last 10-12 hours, most of this time being used for searching a proper place for egg-laying. First eggs are layed at 7 cm average depth, except when pool is deep or suitable spots are no longer available. Temperature and rainfall act as triggers for reproductive activity, although temperature may have limiting effects as well. Photoperiod also has an effect on reproduction with the onset of fall. Tadpoles development last 54 days with a mean size of 10,7 mm at emergence.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGEL, F. (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.
- BLANKENHORN, H. (1972): Meteorological variables affecting onset and duration of calling in *Hyla arborea* and *Bufo calamita*. *Oecologia*, 9: 223-234.
- BOSWALL, J. (1981): *The voices of the frogs and toads of Europe*. Sveriges Radio. London.
- BRIDSON, R. (1976): The distribution of the natterjack toad in South West Scotland 1976. *Nat. Cons. Conn.* (Int. report). London.
- (1978): A preliminary investigation into the factors affecting the breeding succes

- of *Bufo calamita* at Caeverloack Nature Reserve. *Nat. Cons. Coun.* (Int. report). London.
- CURRY-LINDAHL, K. (1975): *Groddjur och Kraddjur i farg*. Wik sell AB. Estocolmo.
- DUELLMAN, W. (1967): Social organization in the manting calls of some neotropical anurans. *Am. Mid. Nat.*, 77: 156-163.
- FLINDT, R. y HEMMER, H. (1967): Die parameter fur das einsetzen der Paarungsstufe bei *Bufo calamita* und *Bufo viridis*. *Salamandra*, 3: 98-100.
- (1968a): Beobachtungen zur Dynamic einer Population von *Bufo bufo* and *Bufo calamita*. *Zool. Jb. Syst.*, 95: 469-476.
- (1968b): Analysen der akustischen Geschlechtererkennungsmechanismus bei krotten *Bufo bufo*. *Experientia*, 24: 285-286.
- (1972): Studien uber dien *Bufo calamita* der iberischen albinscl. *Salamandra*, 8: 137-151.
- FRETEY, J. (1975): *Guide des reptiles et batrachiens de France*. Ed. Hatier. París.
- GROSSENBACHER, K. (1974): Die Amphibien der Umgebung Berns. *Mitt. Natur. Ges. Bern*. 31: 3-24.
- HEUSSER, H (1969): Unkreaktion mit Befreiungsruf beim Weibchen der kreutzkrote *Bufo calamita*. *Experientia*, 25: 121-123.
- KOWALEWSKI, L. (1974): Observations on the phenology and ecology of amphibians in the region of Czestochowa. *Acta Zool. Cracov.*, 19: 391-458.
- KREBS, J. y N. DAVIES (1978): *Behavioural ecology*. Blackwell Pub. London.
- LÓPEZ-JURADO, L. F. (1982a): Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el sur de España. I. Biometría. *Doñana Acta Verteb.*, 9: 53-70.
- (1982b): Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el sur de España. II. Alimentación. *Doñana Acta Verteb.*, 9: 71-84.
- y M. RUIZ (1980): Períodos de reproducción de los anfibios presentes en la provincia de Córdoba (sur de España). *VIII Cong. Latinoam. Zool. Mérida, Venezuela*.
- MATHIAS, J. (1971): *The comparative ecologies of two species of amphibia (Bufo bufo and Bufo calamita) on the Ainsdale sand dunes Nature Reserve*. Ph. D. Thesis Univ. of Manchester.
- PORTER, K. (1972): *Herpetology*. Saunders Co. Philadelphia.
- SALVADOR, A. (1974): *Guía de los anfibios y reptiles españoles*. ICONA. Madrid.
- SCHNEIDER, H. (1967): Die Paarungsstufe einheimischer Froschlurche (*Discoglossidae*, *Pelobatidae*, *Bufo* *idae*, *Hylidae*). *Z. Morph. Okol. Tiere*, 57: 119-136.
- SERRA, J. y R. ALBUQUERQUE (1963): Anfíbios de Portugal. *Rev. Port. Zool.*, 4: 75-221.
- WELLS, K. (1977a): The social behaviour of anuran amphibians. *An. Beh.*, 25: 666-693.
- (1977b): The courtship of frogs in *The Reproductive Biology of Amphibians*. Ed. Taylor&Guttman.

(Recibido 5, oct. 1981)