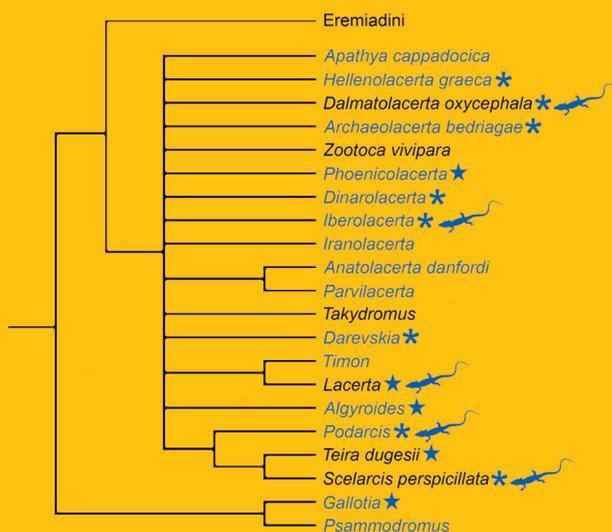


Revista Española de Herpetología



Asociación Herpetológica Española
Volumen 24 (2010)
VALENCIA

Comportamiento reproductivo de *Physalaemus albonotatus* (Steindachner, 1864) (Anura, Leiuperidae) en el nordeste argentino

EDUARDO F. SCHAEFER & ARTURO I. KEHR

Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET),
Hernandarias 945, (3500) Resistencia, Chaco, Argentina
(e-mail: eclschaefer247@yahoo.com.ar)

Resumen: *Physalaemus albonotatus*, como otras especies de la familia Leiuperidae, deposita sus huevos en nidos de espuma. Los principales objetivos de este estudio fueron: 1) observar los patrones temporales de reproducción y su relación con las lluvias, la presión atmosférica, la humedad relativa y la temperatura, y 2) describir el comportamiento de la pareja durante el amplexo y la construcción del nido de espuma. El trabajo fue llevado a cabo en una pequeña laguna semipermanente ubicada dentro del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET, Corrientes, Argentina). La actividad reproductiva de *P. albonotatus* (cantos y construcción de nidos de espuma) comenzó con las primeras lluvias de septiembre (2001) y finalizó la primera semana de abril (2002). La actividad más intensa en cuanto a cantos se observó entre las 20:00 y las 22:00 h, declinando pasadas las 24:00 h. Se observó una correlación significativa entre el número de nidos construidos mensualmente y la presión atmosférica y la temperatura (mínima y máxima). Durante la construcción del nido las hembras adoptaron un comportamiento pasivo. Una vez iniciada la construcción de la masa de espuma, el macho repitió constantemente una secuencia compuesta por tres movimientos y una posición de reposo.

Palabras clave: comportamiento reproductivo, nido de espuma, variables ambientales.

Abstract: Reproductive behavior of *Physalaemus albonotatus* (Steindachner 1864) (Anura: Leiuperidae) in northeastern Argentina. – *Physalaemus albonotatus*, as other species in the family Leiuperidae, deposits its eggs in foam nests. The main goals of this study were: 1) to observe and analyze the timing of reproduction in relationship to environmental variables (rainfall, atmospheric pressure, relative humidity, temperature), and 2) to describe the behaviour of both sexes during amplexus and foam nest construction. Studies were carried out in a small, semipermanent pond located in the Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET, Corrientes, Argentina). Reproductive activity (calling activity and foam nest construction) of *P. albonotatus* began with the first rains in September (2001) and concluded the first week of April (2002). Calling activity was more intense between 20:00 and 22:00 h, decreasing after 24:00 h. A significant correlation was found between the number of foam nests per month and the variables atmospheric pressure and temperature (minimum and maximum). During foam nest construction females adopted a passive behaviour. Males in contrast were always more active and during the foam nest construction constantly repeated a sequence comprising three movements and a rest position.

Key words: environmental variables, foam nest, reproductive behavior.

INTRODUCCIÓN

Aunque la actividad reproductiva de los anuros es cíclica y regulada hormonalmente, diferentes factores exógenos pueden ejercer una gran influencia sobre la misma (e.g. DUELLMAN & TRUEB, 1994; WELLS, 2007). Se han realizado varios estudios acerca de las relaciones entre la actividad reproductiva y los factores ambientales (e.g. BLANKENHORN, 1972; SCHNEIDER, 1977; BANKS & BEEBEE, 1986; HENZI *et al.*, 1995; BROOKE *et al.*, 2000; MARSH, 2000; OSEEN & WASSERSUG, 2002). Específicamente en Sudamérica, en los últimos años se han publicado numerosos artículos acerca de las relaciones entre variables ambientales y actividad reproductiva en anuros (e.g. BERNARDE & MACHADO, 2001; BERTOLUCI & RODRIGUES, 2002; HATANO *et al.*, 2002; PRADO *et al.*, 2005; VASCONCELOS & ROSSA-FERES, 2005; CANELAS & BERTOLUCI, 2007; SANTOS *et al.*, 2007; BOTH *et al.*, 2008). Según estos estudios la temperatura, las precipitaciones, la humedad atmosférica y el fotoperiodo son las variables ambientales más influyentes.

Physalaemus albonotatus pertenece, junto a otras ocho especies del género, al grupo *cuvieri* (NASCIMENTO *et al.*, 2005). En cuanto a su distribución geográfica, *P. albonotatus* se encuentra en Brasil (Mato Grosso y Mato Grosso do Sul), Paraguay y la región chaqueña de Bolivia y Argentina (FROST, 2009). En Argentina, la especie se encuentra en las provincias de Chaco, Corrientes, este de Formosa, Santa Fe y Buenos Aires (LOBO, 1993; HERRERA & VOGLINO, 2002). Información relacionada con algunos aspectos poblacionales han sido reportados por BARRIO (1965), CEI (1980) y YANOSKY *et al.* (1997), este último para la provincia de Formosa, Argentina. DURÉ *et al.* (2003) han descrito el canto de encuentro característico de *P. albonotatus*, en tanto que KEHR *et al.*

(2004) describieron la larva de esta especie, en ambos casos, trabajando con individuos pertenecientes a la misma población que fue objeto de estudio del presente trabajo.

Physalaemus albonotatus deposita sus huevos en nidos de espuma, no obstante, la información que existe al respecto es escasa (e.g. ZARACHO *et al.*, 2005). En Argentina, hasta el presente no se han llevado a cabo estudios exhaustivos sobre esta temática para esta especie en particular, aunque sí en poblaciones brasileñas (RODRIGUES *et al.*, 2004). BOKERMAN (1962) presentó observaciones sobre la biología de *P. cuvieri* en San Pablo (Brasil) incluyendo detalles sobre la construcción del nido de espuma. Por otra parte, BRASILEIRO & MARTINS (2006) describieron la biología reproductiva de *P. centralis* en una localidad de San Pablo (Brasil), sugiriendo, en base a similitudes con el comportamiento reproductivo de *P. cuvieri*, que estas características se habrían conservado dentro del linaje. RYAN (1985) describió la construcción del nido de *P. pustulosus* basándose en las filmaciones y observaciones realizadas por HEYER & RAND (1977). HÖDL (1990) describió y analizó detalladamente, por medio de filmaciones en laboratorio, la construcción del nido de *P. ephippifer*.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) observar los patrones temporales de reproducción y su relación con las lluvias, la presión atmosférica, la humedad relativa y la temperatura, y 2) describir el comportamiento de la pareja durante el amplexo y la construcción del nido de espuma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los estudios fueron llevados a cabo en un pequeño cuerpo de agua semipermanente de 16 m² de superficie y 0.50 m de profundidad máxima, ubicado dentro del predio del Centro

de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET) en las afueras de la ciudad de Corrientes (27° 29' 32.86" S, 58° 45' 35.03" O). A pesar de sus reducidas dimensiones, este cuerpo de agua fue clasificado como semipermanente debido a que permanece con agua al menos durante seis meses cada año. La vegetación predominante está compuesta por *Erianthus* sp. y en sus orillas predominan hierbas y arbustos, dominando especies como *Ludwigia* sp., *Pluchea sagittalis* y *Eryngium* sp. Entre las especies vegetales acuáticas, las más representativas son *Marsilea ancylopoda*, *Eleocharis* sp., *Ludwigia* sp. y *Leersia hexandra*.

El trabajo de campo se inició el 28 de febrero de 2001 y finalizó el 3 de mayo de 2002. Las observaciones nocturnas fueron realizadas dos veces por semana de manera continua desde las 17:00 hasta la 01:00 h, no obstante, durante algunas noches se realizaron observaciones hasta las primeras horas del amanecer para determinar la presencia de machos cantando pasada la 01:00 h. Cuando se detectaban cantos de *P. albonotatus* en el cuerpo de agua o cuando llovía, se realizaban, además de las dos observaciones nocturnas correspondientes a cada semana, observaciones nocturnas adicionales. Además de las observaciones nocturnas se realizaron prospecciones del cuerpo de agua cada dos horas, durante la mañana y la tarde. Esto último nos permitió hacer un seguimiento detallado de los nidos construidos en el cuerpo de agua. Cada mañana, a los fines de no contar más de una vez el mismo nido de espuma, se efectuaron mapeos sobre esquemas del cuerpo de agua. En dichos esquemas, cada nido era representado en su posición, la cual era verificada al día siguiente. Debido a su pequeño tamaño corporal, el marcado individual de los machos de *P. albonotatus*, especialmente para estudios de comporta-

miento, es prácticamente imposible. Por este motivo, para determinar los picos de actividad reproductiva utilizamos esquemas similares a los utilizados para el recuento de nidos durante el día para contar el número de machos cantando durante cada prospección nocturna. Esta práctica era repetida cada 20 minutos. De esta forma, cada macho era ubicado en el esquema de acuerdo a su posición real en el cuerpo de agua, y si bien los individuos no fueron marcados, esta metodología nos permitió observar el número de machos cantando a lo largo de cada hora minimizando las probabilidades de recontar un mismo individuo. En total se efectuaron 107 prospecciones nocturnas, entre 7 y 10 por cada mes, exceptuando los meses de junio, julio y agosto. Durante estos tres meses se realizó una prospección nocturna por semana debido a la ausencia total de actividad reproductiva de la especie, corroborada mediante las observaciones diarias durante la mañana en las que no se registraron nidos de espuma.

La descripción del comportamiento de ambos sexos durante el amplexo y la construcción del nido de espuma fue realizada sobre tres parejas de *P. albonotatus* halladas en amplexo el día 21 de febrero de 2001. Las observaciones se llevaron a cabo en forma directa, en el sitio de reproducción. Dichas observaciones fueron realizadas desde el momento en que las parejas ingresaron al cuerpo de agua, hasta la finalización de la construcción del nido y alejamiento de los dos miembros de la pareja. La profundidad máxima del cuerpo de agua durante esas observaciones fue de 0.31 m.

Los registros de lluvias, temperatura (mínimas y máximas medias mensuales), la humedad relativa ambiente (media mensual) y la presión atmosférica (media mensual) fueron aportados por el Centro de Información Meteorológica del Servicio

Meteorológico Nacional, Comando de Regiones Aéreas de la Fuerza Aérea Argentina.

Análisis estadístico

Se realizaron test de normalidad (Shapiro-Wilk "W") de los valores de las variables consideradas. Todas las variables estudiadas presentaron una distribución normal, exceptuando el número de nidos, cuyos valores fueron transformados a su logaritmo decimal a partir de la siguiente fórmula $\log_{10}(x + 1)$ a los efectos de suprimir los ceros correspondientes a los meses sin nidos en la charca. Una vez transformados, los valores de la variable número de nidos presentaron una distribución normal.

Con la finalidad de estudiar las posibles relaciones entre la actividad reproductiva (número de nidos construidos) de *Physalaemus albonotatus* y las variables ambientales consideradas, se utilizó el modelo de regresión lineal. El número de machos cantando en los intervalos horarios analizados fue comparado con una distribución de Poisson con el objetivo de probar si este era un proceso que se producía de manera azarosa con relación al tiempo o no. El ajuste de los datos a la distribución de Poisson fue comprobado mediante la prueba de χ^2 . Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software XIStat 7.5 (ADDINSOFT, 2004).

RESULTADOS

Patrones temporales de reproducción

La actividad reproductiva (cantos de machos y construcción de nidos) de *P. albonotatus* se inició con las primeras lluvias de septiembre y finalizó durante la primer semana de abril. Durante los meses restantes no se registraron cantos ni fueron observados nidos de esta especie (Fig. 1).

Analizando la actividad reproductiva de esta población medida como número total de nidos construidos mensualmente, se pudo apreciar que si bien la misma abarcó un periodo prolongado, no ocurrió de manera continua, ya que fluctuó en una serie de picos o "pulsos" a lo largo del período de estudio (Fig. 1).

Construcción de nidos y su relación con variables ambientales

Los nidos fueron construidos en las orillas de la laguna, casi siempre ocultos entre la vegetación, siendo muy escasos los nidos situados a más de 50 cm del borde o flotando libremente. En general estos fueron construidos alrededor de o entre matas de pasto. Cada vez que se produjeron construcciones masivas, las mismas estuvieron ubicadas en los mismos sitios del cuerpo de agua, pudiéndose encontrar entre 15 a 20 nidos pegados unos a otros.

Se observó una relación negativa y significativa entre la presión atmosférica y el número total de nidos construidos por mes ($n = 14$; $r = 0.79$; $F_{1,12} = 20.07$; $p = 0.0008$) (Fig. 2A). La relación entre el número total de nidos construidos por mes y las temperaturas mínimas medias mensuales ($n = 14$; $r = 0.65$; $F_{1,12} = 8.54$; $p = 0.013$) (Fig. 2B) y máximas medias mensuales ($n = 14$; $r = 0.64$; $F_{1,12} = 8.47$; $p = 0.013$) (Fig. 2C) fue positiva y significativa. No se observó una relación significativa entre el número total de nidos construidos mensualmente y las precipitaciones acumuladas por mes ($n = 14$; $r = 0.42$; $F_{1,12} = 2.57$; $p = 0.14$) o la humedad ($n = 14$; $r = 0.38$; $F_{1,12} = 2.05$; $p = 0.18$).

Actividad reproductiva a lo largo del día

Los picos de actividad estimados en base a la cantidad de machos cantando ocurrieron entre las 20:00 y las 22:00 h, declinando pasadas las 24:00 h (Fig. 3). La frecuencia de

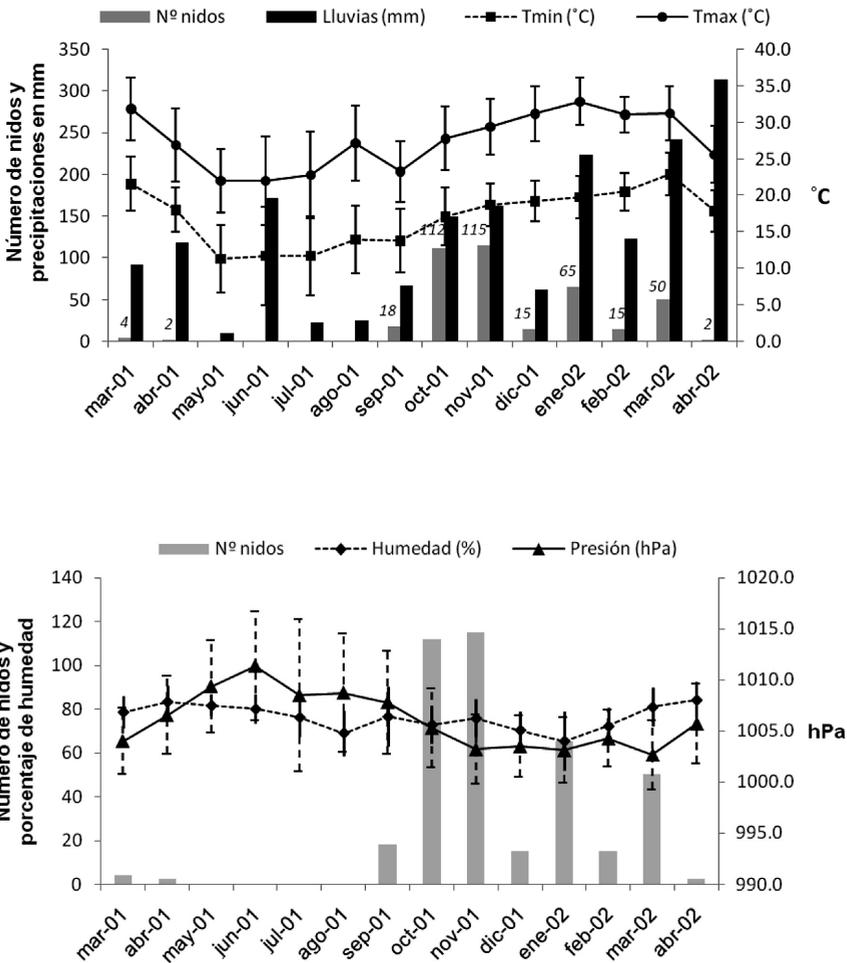


FIGURA 1. (A) Registros mensuales de número de nidos de espuma, cantidad de lluvia caída y promedio (± 1 SD) de temperaturas mínimas y máximas desde marzo de 2001 hasta abril de 2002 en una población de *Physalaemus albonotatus* de Corrientes, Argentina. (B) Registros mensuales de número de nidos de espuma, presión atmosférica media (± 1 SD) en hectopascales (hPa) y promedio del porcentaje de humedad relativa ambiente desde marzo de 2001 hasta abril de 2002 en una población de *P. albonotatus* de Corrientes, Argentina.

FIGURE 1. (A) Monthly records of number of foam nests, rainfall, minimum and maximum temperature (mean ± 1 SD) from March 2001 to April 2002 in a population of *Physalaemus albonotatus* from Corrientes, Argentina. (B) Monthly records of number of foam nests (grey bars), mean (± 1 SD) atmospheric pressure in hectopascals (hPa) and mean (± 1 SD) relative humidity percentage from March 2001 to April 2002 in a population of *P. albonotatus* from Corrientes, Argentina.

machos cantando en cada intervalo horario no se ajustó al modelo de Poisson ($\chi^2 = 145.79$; $gl = 4$; $p < 0.05$), observándose un número de individuos mayor al esperado de acuerdo a dicho modelo entre las 21:00 y las 22:00 h.

Comportamiento de construcción del nido de espuma

En la Tabla 1 se detalla el tiempo que necesitó cada una de las parejas desde su ingreso al cuerpo de agua hasta la cons-

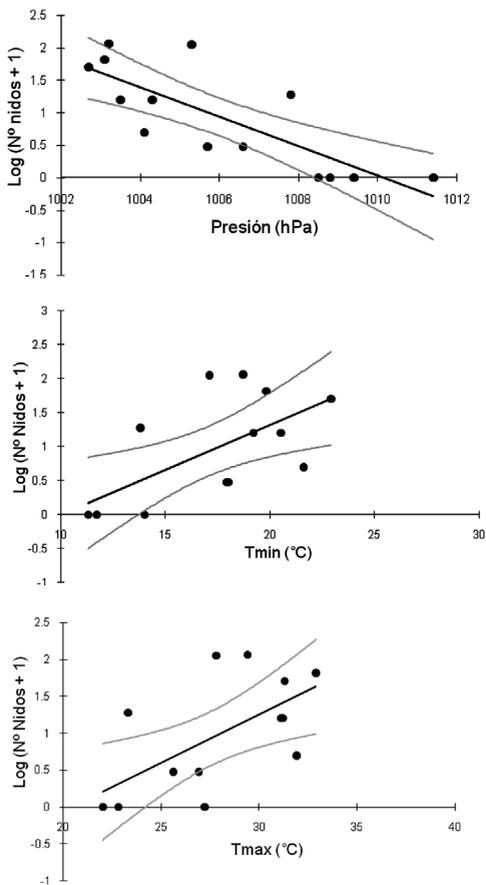


FIGURA 2. Regresión lineal entre el número de nidos de *Physalaemus albonotatus* construidos por mes y las variables ambientales: (A) presión atmosférica media mensual (hPa), (B) temperatura mínima media mensual (Tmin) y (C) temperatura máxima media mensual (Tmax).
FIGURE 2. Linear regression of the number of foam nest *Physalaemus albonotatus* constructed monthly on the environmental variables (monthly records): (A) mean atmospheric pressure (hPa), (B) mean minimum temperature (Tmin), and (C) mean maximum temperature (Tmax).

trucción del nido. La participación del macho durante la formación del nido fue mucho más activa que la de la hembra, ya que esta última permaneció inmóvil en todo momento, aunque durante el período de tiempo que medió entre el inicio del amplexo y la

elección del sitio para construir el nido la situación fue inversa, debido a que fue la hembra la encargada tanto de trasladar al macho así como de optar por un lugar para el desove. Una vez iniciada la construcción de la masa de espuma, el macho repitió una secuencia compuesta por una posición de reposo y tres movimientos (Fig. 4).

Posición 1: el macho mantiene las patas traseras encogidas. Inicia la construcción del nido en esta posición y la repite cada vez que finaliza el último movimiento.

Movimiento 1: En el primer movimiento de la secuencia el macho arquea su cuerpo hacia abajo, de manera que su cloaca queda unos pocos milímetros por detrás y debajo de la de la hembra. Las patas del macho se mantienen muy próximas entre sí y extendidas, por debajo del cuerpo de la hembra. Durante este movimiento, el macho recoge los huevos sobre sus tarsos y los coloca en el nido de espuma. Durante los primeros dos o tres minutos aproximadamente el macho no carga ningún huevo con este movimiento, observándose los primeros huevos cargados a partir de la formación de una pequeña masa de burbujas bien consolidada.

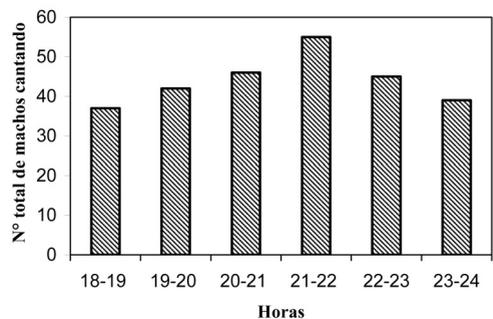


FIGURA 3. Número total de machos cantando, entre las 18:00 y las 24:00 h, durante los días 26/02; 19/03; 21/03; 23/03; 21/09; 27/09, y 28/09 del año 2001, en una población de *Physalaemus albonotatus* de Corrientes, Argentina.
FIGURE 3. Total number of calling males from 18:00 to 24:00 h, during the following days of 2001: 02/26; 03/19; 03/21; 03/23; 09/21; 09/27 and 09/28, in a population of *Physalaemus albonotatus* from Corrientes, Argentina.

Amplexo	Hora de entrada en la laguna	Intervalo de construcción del nido (inicio-fin)	Tiempo (min) de construcción del nido
1	18:20	21:21 - 21:50	29
2	19:30	22:57 - 23:32	35
3	19:00	22:25 - 22:55	30

TABLE 1. Hora de entrada en la laguna y tiempo utilizado por cada una de las tres parejas de *Physalaemus albonotatus* para la construcción del nido de espuma en una población de Corrientes, Argentina.

TABLE 1. Time of entry into the pond and time spent in foam nest construction by three pairs of *Physalaemus albonotatus* in a population from Corrientes, Argentina.

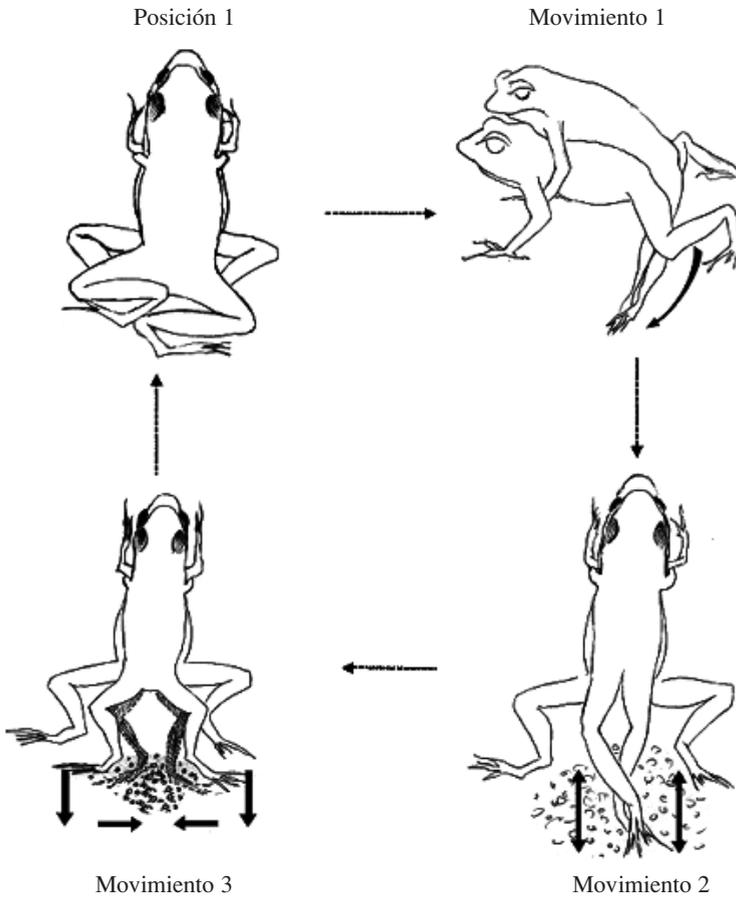


FIGURA 4. Esquema que representa a una pareja en amplexo durante la construcción del nido de espuma.

FIGURE 4. Diagram represents an amplexant pair during foam nest construction.

Movimiento 2: Al final del movimiento anterior, el macho eleva sus patas, las extiende y dispone horizontalmente una sobre la otra, moviéndolas muy rápido hacia atrás y hacia adelante. Con este movimiento, el macho produce la espuma que conformará el nido y coloca los huevos que levantó mediante el movimiento anterior entre las burbujas.

Movimiento 3: En el último movimiento de la secuencia el macho separa las patas traseras y flexionándolas levemente, las mueve de adelante hacia atrás y de afuera hacia adentro, impidiendo la dispersión de las burbujas. Inmediatamente después, el macho encoge de nuevo las patas y retorna a la posición 1, hasta el inicio de una nueva secuencia de movimientos.

En total, los movimientos 1, 2 y 3 duran sólo 4 s. La posición 1 que podríamos denominar también posición de reposo (por la falta total de movimientos tanto del macho como de la hembra) es la que el macho adopta durante la mayor parte de la construcción del nido, pudiendo durar de 10 a 55 s. Durante los primeros 15 min el macho repite la secuencia entera aproximadamente tres veces por minuto. Posteriormente, la frecuencia de repeticiones disminuye a dos secuencias por minuto, hasta que durante los 5 min finales, el macho efectúa solo una secuencia de movimientos cada 50 s. Las primeras burbujas del nido aparecen transcurrido el primer minuto desde el inicio de la construcción y son totalmente transparentes. Luego de aproximadamente 5 min, el nido adquiere color blanco y alcanza 1 cm de altura y 2.5 cm de diámetro. Los nidos son generalmente cónicos, y pueden medir de 40.6 a 55.6 mm de diámetro ($n = 8$; $\bar{x} = 46.7$; $SD = 5.6$) por 23.9 a 39.1 mm de altura ($n = 8$; $\bar{x} = 28.5$; $SD = 4.9$). Con respecto al número de huevos por nido, éste oscila entre 242 y 850 huevos de color blanco ($n = 6$; $\bar{x} = 414.2$; $SD = 202.3$).

Cuando el macho termina de construir la masa de espuma, luego de la secuencia final, no vuelve a adoptar la posición 1, sino que mantiene sus patas traseras separadas. Instantes después se separa de la hembra mediante un salto. No se observaron cantos de los machos en amplexo o durante la construcción de los nidos. En los tres casos observados, la hembra permaneció bajo el nido recién construido durante un tiempo variable, que en el caso de la hembra del "Amplexo 2" fue de 30 min. Finalmente, tanto la hembra como el macho abandonan definitivamente el nido. No se registraron casos de cuidado parental en *P. albonotatus*.

DISCUSIÓN

La reproducción en esta especie corresponde al modo 8-a propuesto por LAVILLA & ROUGÉS (1992) debido a la ausencia de cuidado parental. Por su parte, DUELLMAN & TRUEB (1994) incluyen a este modo reproductivo dentro del modo 8. Considerando la clasificación de modos de oviposición y/o estructura de la puesta propuesta más recientemente por ALTIG & MCDIARMID (2007), *Physalaemus albonotatus* deposita sus huevos en lo que estos autores denominan "froth nests" en alusión a una mezcla de secreciones del oviducto y aire.

El patrón de actividad reproductiva de *P. albonotatus* puede asociarse a lo que WELLS (1977) denomina "reproductores prolongados". Según este autor, son reproductores prolongados aquellos que se reproducen durante al menos tres meses de manera consecutiva, presentan llegada asincrónica de las hembras al sitio de reproducción y los machos defienden el territorio. La actividad reproductiva de *P. albonotatus* en el área de estudio duró aproximadamente ocho meses (septiembre de 2001/abril de 2002) (Fig. 1A, B), dejando de lado los pocos nidos

construidos en marzo y abril de 2001 correspondientes al final del período reproductivo 2000/2001. DURÉ *et al.* (2003) describen el canto de encuentro emitido por los machos *P. albonotatus* asociado a contactos agresivos directos (combates) entre los mismos. Este comportamiento estaría relacionado con la defensa territorial característica de los reproductores prolongados. Finalmente, en el sitio de estudio, no siempre que cantaban los machos se registraban nidos de espuma en los días sucesivos, lo que indicaría una llegada asincrónica de hembras y machos al sitio de reproducción.

MARSH (2000) observó que la respuesta de *P. pustulosus* a las precipitaciones es muy flexible. Esta especie puede reproducirse de manera fuertemente ligada a las lluvias en algunos años, pero de manera relativamente independiente de las mismas en otros. Las precipitaciones jugarían un papel secundario sobre la actividad reproductiva de los anuros en ambientes con un adecuado equilibrio hídrico a lo largo del año (JØRGENSEN, 1992; MANEYRO *et al.*, 2008). Los resultados del presente estudio confirman que la actividad reproductiva entendida como el número total de nidos de espuma construidos por mes no está relacionada de manera significativa con las precipitaciones ni con el porcentaje de humedad ambiental. Tampoco se detectaron relaciones significativas entre las precipitaciones y la actividad reproductiva de *P. cuvieri* en el sur de Brasil (BOTH *et al.*, 2008) o de *P. gracilis* en Uruguay (CAMARGO *et al.*, 2005). No obstante, la actividad reproductiva de *P. albonotatus* se relacionó significativamente con la temperatura, tanto mínima como máxima media mensual y con la presión atmosférica (Fig. 2). En el caso de la temperatura, la relación fue positiva, en tanto que con la presión atmosférica encontramos una relación negativa. Los resultados

obtenidos (Fig. 1) apuntan a la existencia de cuatro “picos” o “pulsos” de mayor actividad reproductiva (construcción de nidos de espuma) dentro del período septiembre de 2001 / abril de 2002. Durante estos picos de mayor actividad las parejas en amplexo construyeron aproximadamente entre 35 y 100 nidos más que en el resto de los ocho meses que ocupa el período reproductivo. Los meses en cuestión fueron octubre y noviembre de 2001, y enero y marzo de 2002, meses en los que se registraron los descensos más marcados de presión atmosférica y los mayores incrementos de temperaturas mínimas y máximas. Estos resultados sugieren que si bien las precipitaciones son una variable muy importante para la reproducción de *P. albonotatus*, no determinan el inicio, ni el final, ni los incrementos o descensos de su actividad reproductiva. Dicha actividad estaría regulada por el efecto sinérgico de un conjunto de variables ambientales, de las cuales la presión atmosférica y la temperatura serían las más importantes. Esto puede observarse en el mes de abril de 2002, el más lluvioso de todo el estudio, con 300 mm caídos, pero con un ascenso marcado de la presión atmosférica, un descenso pronunciado de la temperatura (mínima y máxima) y solo dos nidos construidos.

Nuestro estudio nos permitió corroborar que el amplexo de *P. albonotatus* se inicia en el agua, siendo la hembra la que se acerca al macho. Después de iniciado el amplexo las parejas salen del agua y las puestas se realizan transcurrido un tiempo, en general varias horas después. Las parejas en amplexo nunca fueron observadas en el agua por la mañana, solamente al atardecer y a la noche. Un comportamiento similar fue descrito para *P. centralis* (BRASILEIRO & MARTINS, 2006), *P. cuvieri* (BOKERMANN, 1962), *P. ephippifer* (HÖDL, 1990) y *P. pustulosus* (HEYER & RAND, 1977; RYAN, 1985).

En general, nuestras observaciones referentes al comportamiento del macho y la hembra durante el proceso de construcción del nido de espuma coinciden con las descripciones de HEYER & RAND (1977) y RYAN (1985) para *P. pustulosus* y con las efectuadas por HÖDL (1990) para *P. ephippifer*. Sin embargo, no pudimos comprobar, en *P. albonotatus*, la existencia de algunos detalles especificados por HÖDL (1990), como la posición de señal que adopta la hembra de *P. ephippifer*, debido a que nos basamos en observaciones de campo y no en filmaciones.

RYAN (1985) afirma que los cantos de los machos de *P. pustulosus* declinan pasadas las 24:00 h, momento que según este autor coincide con el reingreso de la mayoría de las parejas en amplexo al cuerpo de agua. Esta afirmación es coincidente con la tendencia observada en el presente estudio respecto del horario de disminución de los cantos, aunque en nuestro caso la mayoría de las parejas en amplexo observadas ingresaron a la charca al atardecer. No obstante, es una observación no concluyente que deberá ser confirmada en futuros estudios. Según nuestras observaciones, una vez terminada la construcción del nido, el macho es el primero en abandonar el sitio de la puesta, aspecto que concuerda con lo propuesto por HÖDL (1990) para *P. ephippifer*. En contraposición, RYAN (1985) observó que en *P. pustulosus* es la hembra la que se separa primero.

ZARACHO *et al.* (2005) presentan una breve descripción de las características del nido de espuma de *Physalaemus albonotatus* y comentarios sobre determinados aspectos reproductivos. Las descripciones de estos autores en general coinciden en cuanto a forma del nido de espuma, coloración de los huevos (blancos) y época de actividad reproductiva observados durante el presente estudio. Estos autores detectaron agrega-

ciones de 2 a 4 nidos de espuma, sin embargo, las agregaciones que detectamos en el presente estudio fueron mucho mayores (15 a 20 nidos). Por su parte, RODRIGUES *et al.* (2004) afirman no haber detectado agrupaciones de nidos (nidos comunales) en una población de *P. albonotatus* del sudoeste de Brasil, afirmando que este comportamiento si fue observado en una población de *P. nattereri* de la misma zona. RYAN (1985) observó puestas comunales en *P. pustulosus*, sugiriendo que los nidos de espuma comunales causarían una reducción del área superficial de la postura en relación con el volumen de la masa de huevos, reduciendo de esta manera la exposición de los huevos al aire, lo que por consiguiente, disminuiría los riesgos de desecación y predación.

HÖDL (1990) y GIARETTA & MENIN (2004) observaron que la nidificación comunal en *P. cf. fuscomaculatus* y *P. ephippifer* es facultativa, lo cual sería una posible explicación a que algunas poblaciones de *P. albonotatus* construyan nidos comunales y otras no lo hagan.

Finalmente, consideramos que sería muy interesante la realización de futuros estudios en los que se analice el efecto de otras variables ambientales sobre la actividad reproductiva de *P. albonotatus*, como el fotoperíodo, cuyo efecto se relacionó significativamente con la actividad reproductiva de un ensamble de anuros neotropicales (BOTH *et al.*, 2008).

Agradecimientos

Al Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por financiar la realización del estudio mediante una beca doctoral y al Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET), lugar en el que se llevó a cabo el estudio. En este trabajo se han seguido todas las

regulaciones y consideraciones éticas y legales para la captura y utilización de animales establecidas por el Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL-CONICET).

REFERENCIAS

- ADDINSOFT (2004): XLSTAT 7.5. *Data Analysis and Statistics with Microsoft Excel*. Paris, France.
- ALTIG, R. & MCDIARMID, R.W. (2007): Morphological diversity and evolution of egg and clutch structure in amphibians. *Herpetological Monographs*, 21: 1-32.
- BANKS, B. & BEEBEE, T.J.C. (1986): Climatic effects on calling and spawning of the natterjack toad *Bufo calamita*: discriminant analyses and applications for conservation monitoring. *Biological Conservation*, 36: 339-350.
- BARRETO, L. & ANDRADE, G.V. (1995): Aspects of the reproductive biology of *Physalaemus cuvieri* (Anura: Leptodactylidae) in northeastern Brazil. *Amphibia Reptilia*, 16: 67-76.
- BARRIO, A. (1965): El género *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) en la Argentina. *Physis*, 25: 421-448.
- BERNARDE, P.S. & MACHADO, R.A. (2001): Riqueza de espécies, ambientes de reprodução e temporada de vocalização da anurofauna em Três Barras do Paraná, Brasil (Amphibia: Anura). *Cuadernos de Herpetología*, 14: 93-104.
- BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M.T. (2002): Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 23: 161-167.
- BLANKENHORN, H.J. (1972). Meteorological variables affecting onset and duration of calling in *Hyla arborea* and *Bufo calamita calamita*. *Oecologia*, 9: 223-234.
- BOKERMANN, W.C.A. (1962): Observacoes biológicas sobre "*Physalaemus cuvieri*" Fitz., 1826 (Amphibia, Salientia). *Revista Brasileira Biologia*, 22: 391-399.
- BOTH, C., KAEFER, I.L., SANTOS, T.G. & CECHIN, S.T.Z. (2008): An austral anuran assemblage in the Neotropics: seasonal occurrence correlated with photoperiod. *Journal of Natural History*, 42: 205-222.
- BRASILEIRO, C. & MARTINS, M. (2006): Breeding biology of *Physalaemus centralis* Bokermann, 1962 (Anura, Leptodactylidae) in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 40: 1199-1209.
- BROOKE, P.N., ALFORD, R.A. & SCHWARZKOPF, L. (2000): Environmental and social factors influence chorusing behaviour in a tropical frog: examining various temporal and spatial scales. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 49: 79-87.
- CEI, J.M. (1980): Amphibians of Argentina. *Monitore Zoologico Italiano (Nuova Serie) Monographies*, 2: 1-609.
- CANELAS, M.A.S. & BERTOLUCI, J. (2007): Anurans of the Serra do Caraça, southeastern Brazil: species composition and phenological patterns of calling activity. *Iheringia Série Zoológica*, 97: 21-26.
- CAMARGO, A., NAYA, D.E., CANAVERO, A., DA ROSA, I. & MANEYRO, R. (2005): Seasonal activity and the body size fecundity relationship in a population of *Physalaemus gracilis* (Boulenger, 1883) (Anura, Leptodactylidae) from Uruguay. *Annales Zoologici Fennici*, 42: 513-521.
- DUELLMAN, W.E. & TRUEB, L. (1994): *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- DURÉ, M.I., SCHAEFER, E.F. & KEHR A.I. (2003): Descripción del canto de

- encuentro y comparación con el canto nupcial en *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leptodactylidae) de Corrientes, Argentina. *Cuadernos de Herpetología*, 17: 119-125.
- FROST, D. R. (2009): *Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.3*. American Museum of Natural History, New York, USA. <<http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>> [Consulta: febrero 2009].
- GIARETTA A. & MENIN, M. (2004): Reproduction phenology and mortality sources of a species of *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Natural History*, 38: 1711-1722.
- HATANO, F.H., ROCHA, C.F.D. & VAN SLUYS, M. (2002): Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, 36: 314-318.
- HENZI, S.P., DYSON, M.L., PIPER, S.E., PASSMORE, N.E. & BISHOP, P. (1995): Chorus attendance by male and female painted reed frogs (*Hyperolius marmoratus*): environmental factors and selection pressures. *Functional Ecology*, 9: 484-491.
- HERRERA, R. & VOGLINO, D. (2002): *Physalaemus albonotatus* Steindachner, 1864 (Anura: Leptodactylidae). Novedades Zoogeográficas. *Cuadernos de Herpetología*, 16: 91.
- HEYER, W.R. & RAND, A.S. (1977): Foam nest construction in the leptodactylid frogs *Leptodactylus pentadactylus* and *Physalaemus pustulosus* (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, 11: 225-228.
- HÖDL, W. (1990): An analysis of foam nest construction in the neotropical frog *Physalaemus ephippifer* (Leptodactylidae). *Copeia*, 1990: 547-554.
- JØRGENSEN, C.B. (1992): Growth and reproduction. Pp. 439-466, in: Feder, M.E. & Burgreen, W.W. (eds.), *Environmental Physiology of the Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.
- KEHR, A.I., SCHAEFER, E.F. & DURÉ, M.I. (2004): The tadpole of *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, 38: 145-148.
- LAVILLA, E.O. & ROUGÉS M. (1992): *Reproducción y Desarrollo de Anuros Argentinos*. Asociación Herpetológica Argentina, Tucumán, Argentina.
- LOBO, F. (1993): Descripción de una nueva especie del género *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) del noroeste argentino. *Revista Española de Herpetología*, 7: 13-20.
- MANEYRO, R., NÚÑEZ, D., BORTEIRO, C., TEDROS, M. & KOLENC, F. (2008): Advertisement call and female sexual cycle in Uruguayan populations of *Physalaemus henselii* (Anura, Leiuperidae). *Iheringia Série Zoologia*, 98: 210-214.
- MARSH, D.M. (2000): Variable responses to rainfall by breeding tungara frogs. *Copeia*, 2000: 1104-1108.
- NASCIMENTO, L.B., CARAMASCHI, U. & CRUZ, C.A.G. (2005): Taxonomic review of the species groups of the genus *Physalaemus* Fitzinger, 1826 with revalidation of the genera *Engystomops* Jiménez de la Espada, 1872 and *Eupemphix* Steindachner, 1863 (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 63: 297-320.
- OSEEN, K.L. & WASSERSUG, R.J. (2002): Environmental factors influencing calling in sympatric anurans. *Oecologia*, 133: 616-625.
- PRADO, C.P.A., UETANABARO, M. & HADDAD, C.F.B. (2005): Breeding activity patterns,

- reproductive modes, and habitat use by anurans (Amphibia) in a seasonal environment in the Pantanal, Brazil. *Amphibia-Reptilia*, 26: 211-221.
- RODRIGUES, D. J., UETANABARO, M. & LOPES, F. S. (2004): Reproductive strategies of *Physalaemus nattereri* (Steindachner, 1863) and *P. albonotatus* (Steindachner, 1864) at Serra da Bodoquena, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Española de Herpetología*, 18: 63-73.
- RYAN, M.J. (1985): *The Túngara Frog. A Study in Sexual Selection and Communication*. University of Chicago Press, Chicago.
- SANTOS, T.G., ROSSA-FERES, D.C. & CASATTI, L. (2007): Diversidade e distribuição espaço-temporal de anuros em região com pronunciada estação seca no sudeste do Brasil. *Iheringia Série Zoologia*, 97: 37-49.
- SCHNEIDER, H. (1977): Acoustic behavior and physiology of vocalization in the european tree frog, *Hyla arborea*. Pp. 295-335, in: Taylor, D.H. & Guttman S.I. (eds.), *The Reproductive Biology of Amphibians*. Plenum Press, New York.
- VASCONCELOS, T.S. & ROSSA-FERES, D.C. (2005): Diversidade, distribuição espacial e temporal de anfíbios anuros (Amphibia, Anura) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropica*, 5: 1-14.
- WELLS, K.D. (1977): The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behavior*, 25: 666-693.
- WELLS, K.D. (2007): *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press.
- WOGEL, H., ABRUNHOSA, P.A. & POMBAL, J.P. (2002): Breeding activity of *Physalaemus signifer* (Anura: Leptodactylidae) in a temporary pond. *Iheringia Série Zoologia*, 92: 57-70.
- YANOSKY, A.A., MERCOLLI, C. & DIXON, J.R. (1997): Field ecology and population estimates of *Physalaemus albonotatus* (Anura: Leptodactylidae) in northeastern Argentina. *Bulletin of the Maryland Herpetological Society*, 33: 78-91.
- ZARACHO, V. H., CÉSPEDEZ, J. A. & ALVAREZ, B.B. (2005): Caracterización de las puestas de especies del género *Physalaemus* (Anura: Leptodactylidae) en Argentina. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 15: 100-104.

ms # 249

Recibido: 16/01/09

Aceptado: 25/05/10

RODRÍGUEZ DA SILVA, F. & DE CERQUEIRA ROSSA-FERES, D.: Diet of anurans captured in forest remnants in southeastern Brazil	5
TEIXEIRA, R.L. & FERREIRA, R.B.: Diet and fecundity of <i>Sphaenorhynchus planicola</i> (Anura, Hylidae) from a coastal lagoon in southeastern Brazil.....	19
SCHAEFER E.F. & KEHR, A.I.: Comportamiento reproductivo de <i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864) (Anura, Leiuperidae) en el nordeste argentino .	27
LADRÓN DE GUEVARA, M., LIZANA, M., ÁVILA, C. & BEA, A.: Análisis de los patrones de distribución de los anfibios en Álava y Condado de Treviño	41
ROCA, V. & GALDÓN, M.A.: Presencia de virus eritrocitarios de lagartos (LEV) en <i>Podarcis bocagei</i> y <i>P. carbonelli</i> (Lacertidae) del noroeste de Portugal.....	61
PÉREZ I DE LANUZA, G. & FONT, E.: Lizard blues: blue body colouration and ultraviolet polychromatism in lacertids	67
NAVARRO, P., ASIMAKOPOULOS, B., ESCRIBANO, V. & LLUCH, J.: Infracomunidades helmínticas de dos poblaciones de <i>Bombina variegata</i> (Linnaeus, 1758) en Grecia.....	85
ESCORIZA, D.: Ecological niche modeling of two Afrotropical snakes: is the Sahara desert a true barrier for these species?	93
Normas de publicación de la <i>Revista Española de Herpetología</i>	101
Instructions to authors for publication in the <i>Revista Española de Herpetología</i> .	105

The *Revista Española de Herpetología* is the peer-reviewed scientific journal of the **Asociación Herpetológica Española (AHE)**. It is indexed in/abstracted by the following services: BiologyBrowser, BIOSIS, CINDOC, Dialnet, Herpetological Contents, Revicien, and Zoological Record.

