

## ALIMENTACIÓN Y FECUNDIDAD DE *BUFO VARIEGATUS* (ANURA: BUFONIDAE) EN SANTA CRUZ, ARGENTINA

GUILLERMINA E. RAPPÍ<sup>1</sup>, SANDRA R. FERNÁNDEZ<sup>1</sup> & NÉSTOR G. BASSO<sup>1,2</sup>

1. Sección Herpetología, Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA), Casilla de Correo 712, (1900) La Plata, Argentina.

2. Departamento Zoología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Argentina.

E-mail: nbasso@museo.fcnym.unlp.edu.ar

**RESUMEN.** Se describe la alimentación de una población de *Bufo variegatus* procedente de la región de Lago del Desierto, provincia de Santa Cruz, Argentina. De los 11 ítems presa identificados, los más consumidos por los adultos (tanto machos como hembras) fueron los coleópteros. En los machos la segunda categoría presa más importante en la contribución a la dieta fueron los ácaros, mientras que en las hembras las hormigas y las larvas de insectos siguieron en importancia al consumo de coleópteros. En los especímenes juveniles, los ácaros fueron las presas más consumidas, quedando los coleópteros en segundo lugar en importancia relativa. Se demuestra la existencia de una correlación positiva significativa entre el volumen de las presas y el tamaño del depredador. Se aportan datos referentes a la fecundidad de *B. variegatus* y se comprueba la ausencia de correlación entre el tamaño de las hembras grávidas y el número de óvulos maduros.

Palabras clave: *Bufo variegatus*; alimentación, fecundidad, Santa Cruz, Patagonia.

**ABSTRACT.** The diet of a population of *Bufo variegatus* from the region of Lago del Desierto, Santa Cruz province, Argentina, is described. Of the 11 prey items identified, Coleoptera was the most consumed prey both for males and females. In males, the second most important prey was Acarii, while in females they were the ants and insect larvae. Acarii was the most consumed prey for juveniles, followed by Coleoptera. A significant positive correlation was found between prey volume and predator body size. Fecundity information for *B. variegatus* is given, and a lack of correlation between snout-vent length of mature females and ovarian egg complement is demonstrated.

Keywords: *Bufo variegatus*; diet, fecundity, Santa Cruz, Patagonia.

### INTRODUCCIÓN

*Bufo variegatus* es el bufónido de distribución más austral conocida, alcanzando el estrecho de Magallanes en Chile (52°S) y los 49° 05'S en Argentina, en el área del Lago del Desierto y del Río de Las Vueltas, provincia de Santa Cruz (Basso y Williams, 1997). Su área de distribución comprende los bosques húmedos de hayas australes del género *Nothofagus* o bosques andinopatagónicos, en relación con ambientes de alta humedad. Hacia el norte su distribución se extiende hasta Malleco (ca. 39°S) en Chile, mientras que en Argentina su límite norte se encuentra en el Parque Nacional Lanín, en la provincia del Neuquén, a 39°13'S (Ceí, 1962; 1980; Úbeda, 1999).

Es ampliamente conocido que la dimensión trófica es considerada, junto con las dimensiones espacial y temporal, como una de las variables más importantes en la descripción del nicho ecológico de cualquier especie animal (Pianka, 1973; 1982). El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de la alimentación de especímenes de *Bufo variegatus* procedentes de la población más meridional conocida para la Argentina y aportar información referente a la fecundidad de la especie.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron 130 especímenes de *Bufo variegatus* provenientes de la provincia de Santa

Cruz, en los alrededores del Lago del Desierto (49°05'S, 72°54'W, 420 msnm). Las capturas se realizaron en forma manual durante el atardecer y primeras horas de la noche, entre los días 10 y 12 de diciembre de 1996. Las coordenadas geográficas fueron tomadas con un posicionador satelital (GPS) Garmin 45.

Los ejemplares fueron sacrificados y fijados en una solución de formol al 10% inmediatamente después de su captura, con el fin de detener los procesos digestivos. Cada ejemplar se midió en su longitud hocico-cloaca (LHC) y ancho máximo de la boca (AB) con un calibre de escala Vernier con precisión de 0,02 mm. El sexo se determinó a través de la presencia de caracteres sexuales secundarios y por observación directa de las gónadas. Se analizaron 65 machos, 37 hembras y 28 juveniles, los cuales se encuentran depositados en la colección herpetológica del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (ILPLA) de la ciudad de La Plata, Argentina.

En el análisis de la dieta se utilizó el contenido gástrico de un total de 124 individuos (65 machos, 31 hembras y 28 juveniles), observándose 6 estómagos vacíos que no fueron tenidos en cuenta en la compilación de datos. El estudio de los contenidos estomacales se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico Wild M5. Los ítems presa se clasificaron según las siguientes categorías: Acarii, Araneae, Coleoptera, Collembola, Diptera, Formicidae, Gasteropoda, Hemiptera, Hymenoptera (no Formicidae), Larvas, Lepidoptera, Miriapoda y Thysanoptera. A cada presa se le calculó su volumen por medio del método de desplazamiento de agua, con una precisión de 0,01 ml. En el caso de presas muy pequeñas se calculó el volumen medio de presas de la misma categoría.

El número mínimo de estómagos o muestra mínima se obtuvo calculando la diversidad trófica acumulada (H), y graficando ésta versus el número de estómagos (k), según el método usado por Hurtubia (1973) para cada clase de edad y sexo.

En la determinación de la contribución de cada categoría de alimento a la dieta de la especie, se usaron tres medidas de abundancia:

número, volumen y frecuencia de ocurrencia para cada ítem presa. Estas tres medidas fueron combinadas utilizando el Índice de Importancia Relativa propuesto por Pinkas *et al.* (1971) que responde a la fórmula:  $IRI = \%FO (\%V + \%N)$ , en donde %N expresa la importancia numérica; %V la importancia volumétrica, que da una idea del valor nutricional de cada ítem presa; y %FO expresa la proporción de estómagos conteniendo un ítem presa específico.

Para calcular la jerarquización de la dieta se aplicó al valor del IRI el índice de jerarquización (DJ), que toma el valor más alto del IRI y porcentúa todos los demás valores a partir de él. Si el porcentaje del ítem presa se encuentra incluido entre 100% y 75% se lo considera fundamental; si se ubica entre 75% y 50% es secundario, si se ubica entre 50% y 25% es accesorio, y si está por debajo de 25% se lo considera accidental (Montori, 1991; Aun y Martori, 1998).

En los machos se midió el largo testicular con calibre de escala Vernier. Los cálculos de la fecundidad se basaron en el análisis del complemento ovárico (número de óvulos maduros en el ovario) sobre un total de 29 hembras grávidas. El volumen del complemento ovárico se calculó utilizando el método de desplazamiento de columna de agua con precisión de 0,01 ml. El diámetro de los óvulos se obtuvo con un microscopio estereoscópico Richter con escala Vernier de precisión de 0,1 mm. A partir de estos datos se calculó el Factor Tamaño Ovárico (Duellman y Crump, 1974; Basso 1990), que es un índice que relaciona la fecundidad y el tamaño de los óvulos con respecto al tamaño del cuerpo, el cual responde a la fórmula:  $FTO = CO \times DO / LHC$ , donde CO= media del complemento ovárico (número de óvulos maduros); DO= diámetro de los óvulos, LHC= longitud hocico-cloaca de la hembra grávida.

En los machos se correlacionó el tamaño de los testículos con la longitud hocico-cloaca, y en las hembras el número de óvulos y el volumen del complemento ovárico con la longitud hocico-cloaca. En el momento de la colecta de los especímenes se observaron larvas formando agregaciones de numerosos indivi-

duos. No se encontraron parejas en amplexo o puestas de huevos que evidenciaran una actividad reproductiva reciente.

## RESULTADOS

La talla adulta de los machos varió entre 27,4 mm y 44,82 mm ( $\bar{x}$  = 36,26; SD = 1,16; n = 65). La talla de las hembras varió entre 30,28 mm y 50,49 mm ( $\bar{x}$  = 41,98; SD = 2,11; n = 37) (Fig. 1). El tamaño de la muestra mínima obtenida sobre la base de la diversidad acumulada de presas fue de 20 especímenes para los machos, 19 para las hembras y 16 para los ejemplares juveniles.

Se determinaron 1476 presas (504 en individuos juveniles, 283 en hembras y 689 en machos). La casi totalidad de las presas encontradas fueron artrópodos, observándose gasterópodos en sólo 6 estómagos. Se hallaron 0,3 ml de restos vegetales repartidos en 13 estómagos y 1,86 ml de restos no identificados en 41 estómagos.

El espectro trófico de los machos estuvo integrado por 11 ítems presa, siendo los más importantes en la contribución a la dieta según el Índice de Importancia Relativa (IRI) los siguientes: Coleoptera (5478,66); Acarii (1848,29); Araneae (842,13); Hemiptera (683,23). Los Diptera, Formicidae, Larvas e Hymenoptera (no Formicidae), presentaron índices que variaron entre 321,28 y 205,3. Los Collembola, Gasteropoda y Thysanoptera estuvieron pobremente representados (Fig. 2, Tabla 1).

Las hembras también presentaron un espectro trófico de 11 ítems presa, en donde la mayor contribución fue igualmente dada por los Coleoptera (IRI = 4854,3), siguiendo en importancia Formicidae (1399,91); Larvas (1274,88); Hemiptera (1038,79) y Acarii (705,34). Araneae, Diptera e Hymenoptera (no Formicidae) presentaron un IRI que varió entre 193,24 y 73,16. Los Gasteropoda, Lepidoptera y Miriapoda presentaron valores mucho menores (Fig. 3, Tabla 2).

De los 10 ítems presa observados en la dieta de los ejemplares juveniles, el más importante fue el de los Acarii (IRI = 7251,37), seguido por los Coleoptera (2623,72). Los

Diptera, Araneae, Hymenoptera (no Formicidae) y Collembola mostraron valores de IRI en un rango de 491,82 a 356,92. Las larvas, Thysanoptera, Formicidae y Gasteropoda resultaron con índices menores de 35,99 (Fig. 4, Tabla 3).

Del análisis de la jerarquización de la dieta en base al IRI se obtiene que el ítem presa fundamental en machos y hembras es el de los coleópteros. En los machos los ácaros son considerados accesorios (33,74%) y los restantes ítems accidentales. En las hembras tanto los formícidos (28,84%) como las larvas (26,26%) son consideradas las presas accesorias a la dieta básica de coleópteros. En los ejemplares juveniles el ítem fundamental está dado por los ácaros, siendo en éste caso los coleópteros las presas consideradas accesorias (36,18%) y las restantes accidentales (Tablas 1, 2 y 3).

Se observó correlación altamente significativa entre el volumen de las presas y la longitud hocico-cloaca de los sapos ( $r = 0,60$ ;  $n = 115$ ,  $p < 0,01$ ) (Fig. 5), así como también entre el volumen de las presas y el ancho máximo de la boca ( $r = 0,60$ ;  $n = 115$ ,  $p < 0,01$ ) (Fig. 6).

Se observó una correlación positiva altamente significativa ( $r = 0,70$ ;  $n = 65$ ,  $p < 0,01$ ) entre el tamaño de los testículos y la longitud hocico-cloaca (Fig. 7). Sin embargo, no se observó correlación significativa entre el número de óvulos maduros y el tamaño de las hembras ( $r = 0,16$ ;  $n = 29$ ,  $p > 0,05$ ) (Fig. 8). El número de óvulos maduros hallados varió entre 132 y 490 ( $\bar{x}$  = 295,24) y el diámetro máximo de los óvulos fue de 2,06 mm. El factor tamaño ovárico obtenido fue de 14,07.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El ítem presa más consumido por los adultos de *Bufo variegatus* en la zona estudiada fue el de los Coleoptera, tanto para los machos como para las hembras. El elevado Índice de Importancia Relativa observado en coleópteros está dado por su mayor tamaño (volumen), más que por su representación numérica. En la dieta de los machos, los ácaros tuvieron la más

alta representatividad numérica, lo cual denota un gran esfuerzo empleado en la captura de numerosas presas muy pequeñas. Es importante destacar que los ácaros encontrados representan especies de vida libre, y por lo tanto no fueron consumidos accidentalmente como parásitos de presas mayores. En las hembras se observó que las presas más consumidas, luego de los coleópteros, fueron las hormigas y las larvas de insectos.

En los juveniles el alto Índice de Importancia Relativa que presentan los ácaros indica una ingesta preferencial de éstos sobre los demás ítems presa. Los coleópteros conformaron aquí la categoría de presa accesoria en la jerarquización de la dieta. Estas observaciones marcan una diferencia importante entre la alimentación de individuos juveniles y adultos de la muestra estudiada. Se demuestra que los sapos de mayor tamaño consumen presas mayores, y que el tamaño de las presas está directamente relacionado con el tamaño de la boca del depredador.

*Bufo variegatus* posee un modo reproductivo de tipo 1, según la clasificación dada por Duellman y Trueb (1986), en donde los huevos son puestos en el agua y las larvas se alimentan y desarrollan en un medio acuático léntico. En numerosas especies de anuros se ha demostrado que al aumentar el tamaño de las hembras de una determinada especie aumenta también la fecundidad, esto es, aumenta el número de óvulos producidos (Kuramoto, 1978). Sin embargo en *B. variegatus* no pudo observarse este fenómeno, al igual que lo encontrado para la mayoría de las especies de anuros estudiadas por Crump (1974) y Basso (1990). El factor tamaño ovárico calculado para *B. variegatus* es bajo si lo comparamos con otras especies del género estudiadas (162,49 para *B. fernandezae*, Basso, 1990; 97,26 para *B. marinus* y 41,67 para *B. typhonius*, Crump, 1974). De estas especies, *B. variegatus* es la de menor tamaño y se ha demostrado que, dentro de un mismo modo reproductivo, a mayor tamaño de las hembras mayor es su masa de huevos (Salthe y Duellman, 1973). *B. variegatus* posee un complemento ovárico muy bajo comparado con otras especies de sapos, pero el diámetro

de sus óvulos es grande, lo cual presumiblemente indicaría que la selección natural estaría favoreciendo un mayor tamaño de las larvas al momento de la eclosión.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el PIP 0788 del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina dirigido por Gustavo R. Spinelli y Néstor G. Basso y por el PICT 01-03698 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Agradecemos a Natalia von Ellenrieder y Pablo Perez Goodwyn, del Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" y a Ana Salazar Martínez, del Departamento de Entomología del Museo de La Plata, por la valiosa colaboración en la determinación de los artrópodos. Carlos Galliani, Gustavo R. Spinelli y Jorge D. Williams desatendieron momentáneamente sus tareas específicas de investigación para colaborar con NGB en la colecta de los especímenes. El manuscrito fue mejorado gracias a la lectura crítica de Martha L. Crump y de Arturo I. Kehr.

## LITERATURA CITADA

- AUN, L. & R. MARTORI. 1998. Reproducción y dieta de *Liolaemus koslowskyi* Etheridge, 1993. *Cuad. Herp.*, 12 (1): 1-9.
- BASSO, N. G. 1990. Estrategias adaptativas en una comunidad subtropical de anuros. *Cuad. Herp. Serie monogr.* 1, 70pp.
- BASSO, N. G. & J. D. WILLIAMS, 1997. Geographic Distribution record. *Bufo variegatus*. *Herpetological Review*. 28 (2): 92.
- CEI, J. M. 1962. Batracios de Chile. Univ. Chile, Santiago, cviii + 128 pp.
- CEI, J. M. 1980. Amphibians of Argentina. *Monitore Zool. Ital.* (n.s.) Monogr. 2, 609 pp.
- CRUMP, M. L. 1974. Reproductive strategies in a tropical anuran community. *Misc. Publ. No. 61*, Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. 68 pp.

- DUELLMAN, W. E. & M. L. CRUMP, 1974. Speciation in frogs of the *Hyla parviceps* group in the upper Amazon Basin. *Occ. Pap. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas*, 23: 1-40.
- HURTUBIA, J. 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. *Ecology*, 54 (4): 885-890.
- KURAMOTO, M. 1978. Correlations of quantitative parameters of fecundity in amphibians. *Evolution*, 32: 287-296.
- MONTORI, A. 1991. Alimentación de los adultos de *Euproctus asper* (Dugés 1852) en la montaña media del Pirineo catalán. (España) *Rev. Esp. Herp.* 5:23-36.
- PIANKA, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 4:53-74.
- PIANKA, E. R. 1982. *Ecología evolutiva*. Ed. Omega, Barcelona, 365 pp.
- PINKAS, L.; M. S. OLIPHANT & Z. L. IVERSON, 1971. Food habits of albacore bluefin, tuna and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game, Fish Bull.*, 152: 1-350.
- SALTHER, S. N & W. E. DUELLMAN. 1973. Quantitative constraints associated with reproductive mode in anurans. En: *Evolutionary biology of the Anurans*. J. L. Vial (ed.). Univ. Miss. Press, pp 229-249.
- ÚBEDA, C. A. 1999. Batracofauna de los bosques templados patagónicos: un enfoque ecobiogeográfico. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. 354 pp.

ITEM PRESA	%N	%V	%FO	IRI	DJ	CATEGORIA
Acarii	67,86	16,74	85,71	7251,37	100	fundamental
Coleoptera	11,71	34,21	57,14	2623,72	36,18	acesoria
Diptera	6,55	8,75	32,14	491,82	6,78	accidental
Araneae	2,38	13,08	28,57	441,73	6,09	accidental
Hymenoptera (no Formicidae)	2,38	14,60	25,00	424,25	5,85	accidental
Collembola	5,95	6,54	28,57	356,92	4,92	accidental
Larvas	0,79	2,57	10,71	35,99	0,50	accidental
Thysanoptera	1,59	1,01	10,71	27,79	0,38	accidental
Formicidae	0,59	1,51	10,71	22,55	0,31	accidental
Gasteropoda	0,20	1,01	3,57	4,30	0,06	accidental

**Tabla 1.** Valores porcentuales de numerosidad, volumen, frecuencia de ocurrencia, índice de importancia relativa (IRI), índice de jerarquización de la dieta (DJ) y categorización de las presas consumidas por los machos de *Bufo variegatus*.

ITEM PRESA	%N	%V	%FO	IRI	DJ	CATEGORIA
Coleoptera	25,09	40,34	74,19	4854,30	100	fundamental
Formicidae	25,44	7,94	41,94	1399,91	28,84	acesoria
Larvas	5,30	27,63	38,71	1274,88	26,26	acesoria
Hemiptera	10,95	13,82	41,93	1038,79	21,40	accidental
Acarii	16,61	1,61	38,71	705,34	14,53	accidental
Araneae	4,95	2,54	25,81	193,24	3,98	accidental
Diptera	5,30	1,19	22,58	146,58	3,02	accidental
Hymenoptera (no Formicidae)	4,24	1,43	12,90	73,16	1,51	accidental
Gasteropoda	1,06	3,18	9,68	41,00	0,84	accidental
Lepidoptera	0,71	0,16	6,45	5,58	0,11	accidental
Miriapoda	0,35	0,16	3,23	1,65	0,03	accidental

**Tabla 2.** Valores porcentuales de numerosidad, volumen, frecuencia de ocurrencia, índice de importancia relativa (IRI), índice de jerarquización de la dieta (DJ) y categorización de las presas consumidas por las hembras de *Bufo variegatus*.

ITEM PRESA	%N	%V	%FO	IRI	DJ	CATEGORIA
Acarii	67,86	16,74	85,71	7251,37	100	fundamental
Coleoptera	11,71	34,21	57,14	2623,72	36,18	acesoria
Diptera	6,55	8,75	32,14	491,82	6,78	accidental
Araneae	2,38	13,08	28,57	441,73	6,09	accidental
Hymenoptera (no Formicidae)	2,38	14,60	25,00	424,25	5,85	accidental
Collembola	5,95	6,54	28,57	356,92	4,92	accidental
Larvas	0,79	2,57	10,71	35,99	0,50	accidental
Thysanoptera	1,59	1,01	10,71	27,79	0,38	accidental
Formicidae	0,59	1,51	10,71	22,55	0,31	accidental
Gasteropoda	0,20	1,01	3,57	4,30	0,06	accidental

**Tabla 3.** Valores porcentuales de numerosidad, volumen, frecuencia de ocurrencia, índice de importancia relativa (IRI), índice de jerarquización de la dieta (DJ) y categorización de las presas consumidas por los juveniles de *Bufo variegatus*.

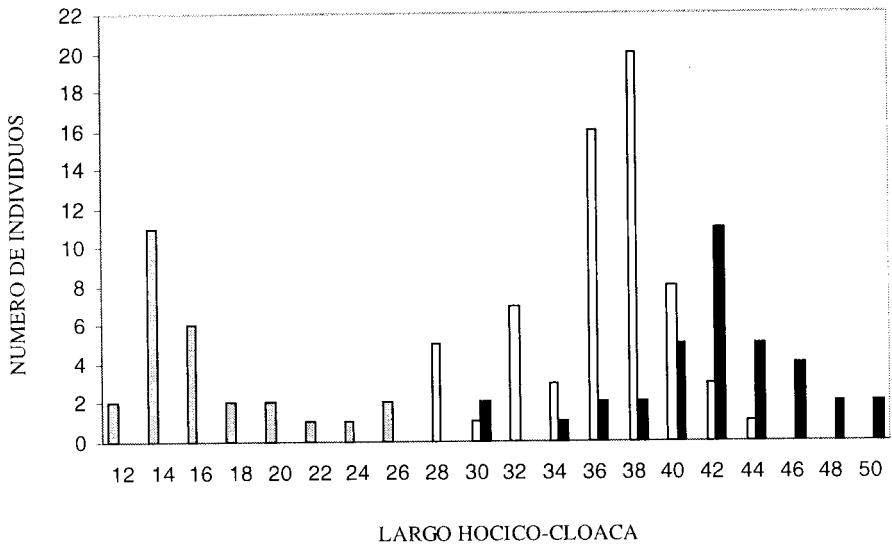


Figura 1. Distribución del tamaño de *Bufo variegatus*. Machos: barras blancas; hembras: barras negras; juveniles: barras grises.

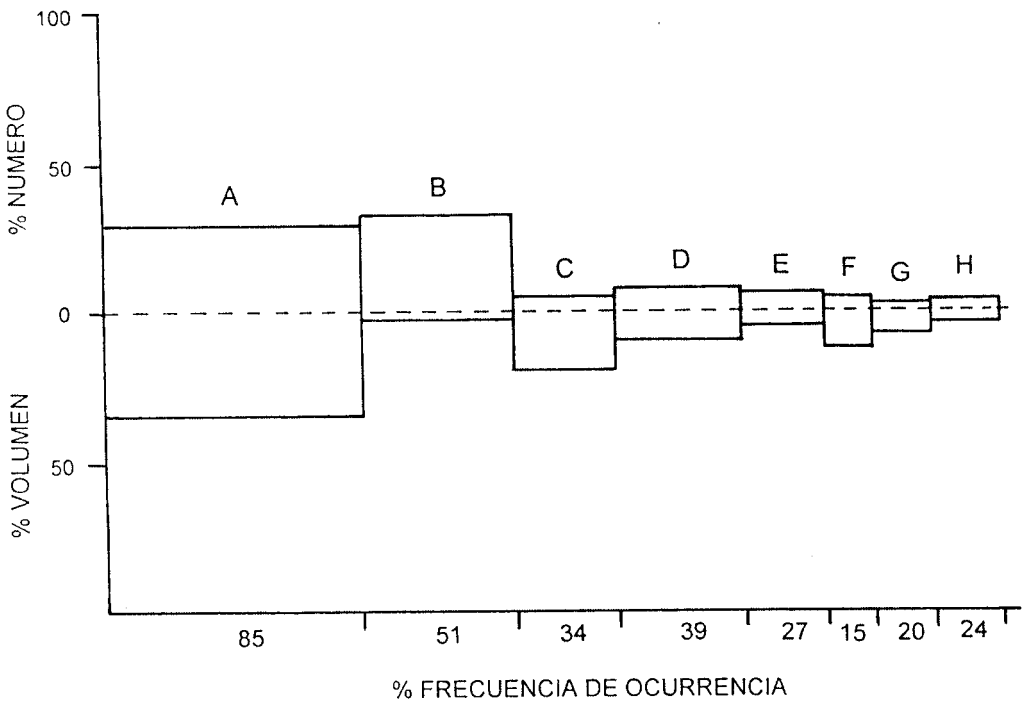
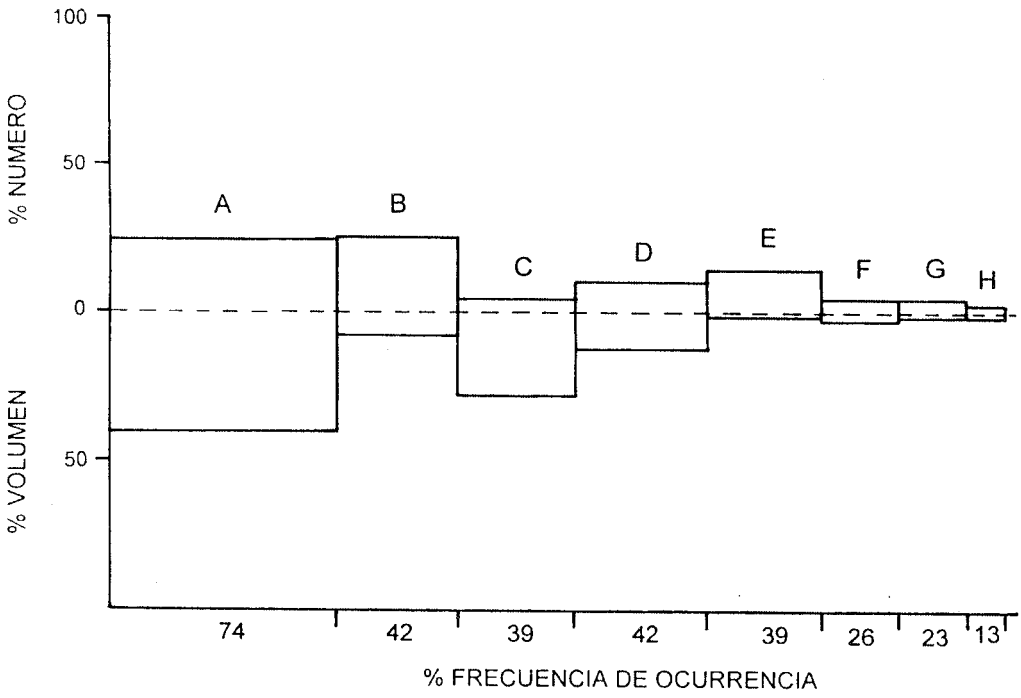
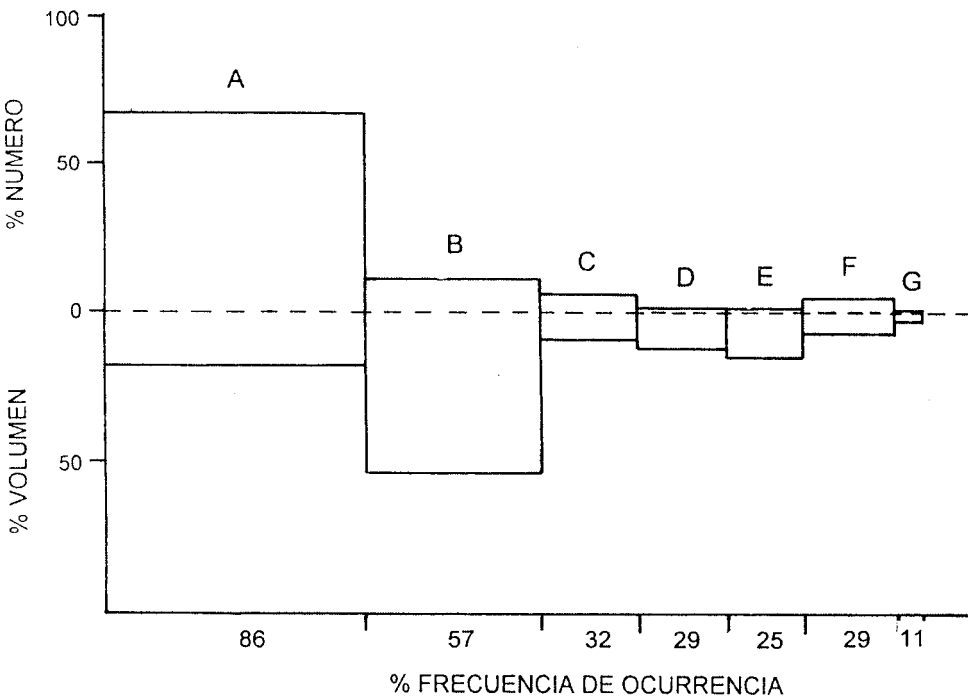


Figura 2. Representación gráfica del espectro trófico en machos de *Bufo variegatus*. A: Coleoptera; B: Acarii; C: Araneae; D: Hemiptera; E: Diptera; F: Formicidae; G: Larvas; H: Hymenoptera (no Formicidae).



**Figura 3.** Representación gráfica del espectro trófico en hembras de *Bufo variegatus*. A: Coleoptera; B: Formicidae; C: Larvas; D: Hemiptera; E: Acarii; F: Araneae; G: Diptera; H: Hymenoptera (no Formicidae).



**Figura 4.** Representación gráfica del espectro trófico en juveniles de *Bufo variegatus*. A: Acarii; B: Coleoptera; C: Diptera; D: Araneae; E: Hymenoptera (no Formicidae); F: Collembola; G: Larvas.



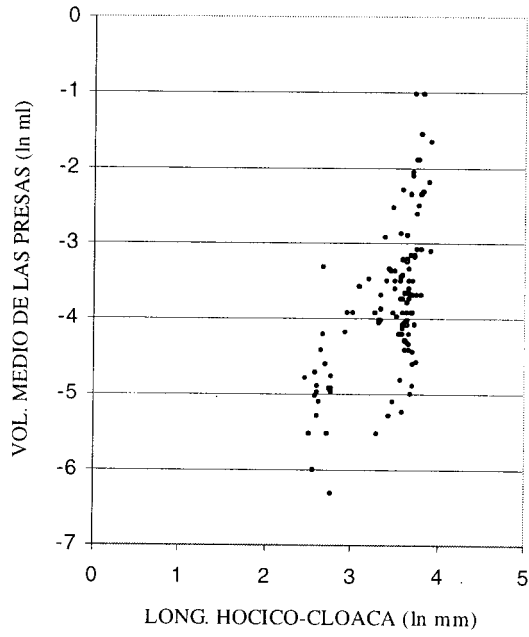


Figura 5. Relación entre la longitud hocico-cloaca de *Bufo variegatus* y el volumen medio de la presas.

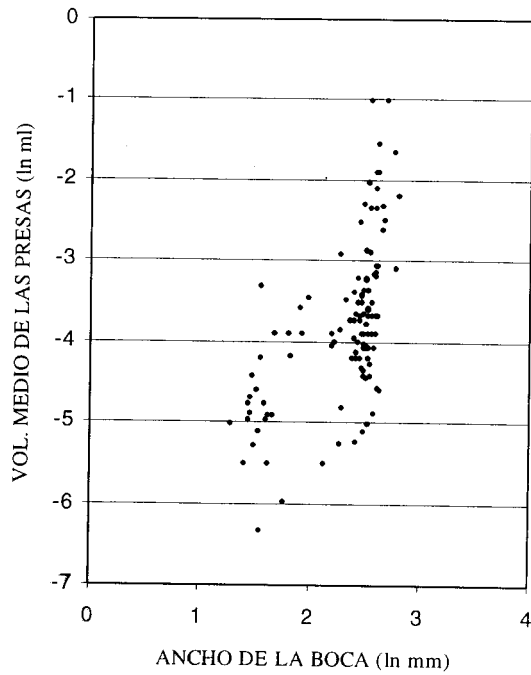


Figura 6. Relación entre el ancho máximo de la boca de *Bufo variegatus* y el volumen medio de la presas.

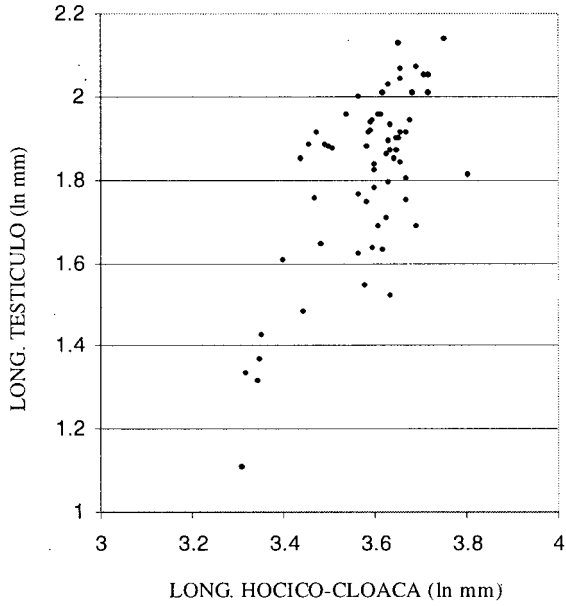


Figura 7. Relación entre la longitud hocico-cloaca en machos de *Bufo variegatus* y la longitud de los testículos.

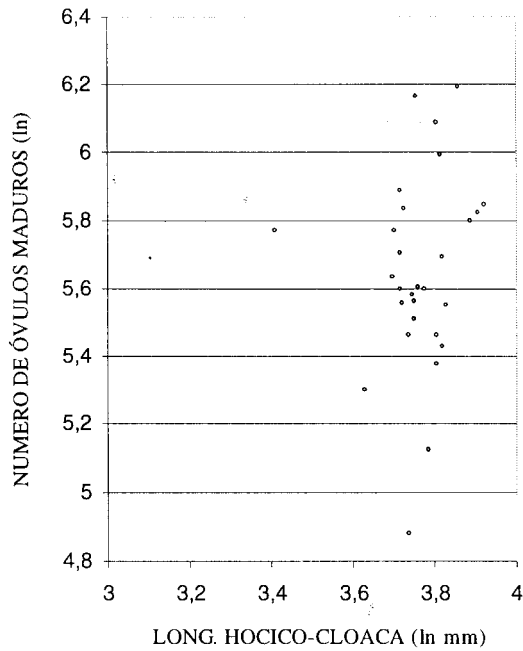


Figura 8. Relación entre la longitud hocico-cloaca en hembras grávidas de *Bufo variegatus* y el complemento ovárico.