

Variação anual do sistema reprodutor de fêmeas de *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae)

Thélia R. F. Janeiro-Cinquini

Laboratório de Herpetologia, Instituto Butantan, Av. Vital Brasil, 1500, 05503-900, São Paulo, Brasil. (cinquini@butantan.gov.br)

ABSTRACT. Annual variation of the reproductive system in females of *Bothrops jararaca* (Serpentes, Viperidae). The morphological changes of the ovary and oviduct of 238 tropical snakes *Bothrops jararaca* (Wied, 1824) were determined. The ovarian mass presented a remarkable decrease in October, after ovulation, staying in low levels from November to March, during the gestational period. From April to September, it increased because of the ovarian follicles maturation. A gradual increase in oviduct weight was observed from October to March due to stages of embryonic development. A significant difference was observed between right and left ovary weight, and oviduct length, independently of the months considered.

KEYWORDS. *Bothrops jararaca*, reproduction, ovary weight, oviduct length.

INTRODUÇÃO

Trabalhos sobre biologia reprodutiva dos Crotalinae neotropicais do gênero *Bothrops* (Wagler, 1824) são escassos e a maioria deles está baseada em informações de espécies de cativeiro (MARCH, 1928; LELOUP, 1975; MELGAREJO, 1977; MURPHY & MITCHELL, 1984). Estudos mais recentes têm sido realizados com animais da natureza, visando complementar a biologia reprodutiva deste gênero (SAZIMA, 1992; JANEIRO-CINQUINI *et al.*, 1993). Diversos autores (LELOUP, 1973; HOGE & FERDERSONI JR., 1976/77; LEITÃO-DE-ARAÚJO & PERAZZOLO, 1974; ALVES *et al.*, 1988, 2000) têm estudado aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops*. FRAENKEL & MARTINS (1940) observaram a morfologia ovariana de serpentes tropicais *Xenodon merremii* (Wagler, 1824), *Crotalus durissus* (Linnaeus, 1758), *B. jararaca* (Wied, 1824) e *B. alternatus* (D. B. & D., 1854). JANEIRO-CINQUINI *et al.* (1993) publicaram as variações dos folículos ovarianos em *B. jararaca* durante o ano.

O ciclo reprodutivo em répteis envolve mudanças regulares e integradas em sua anatomia e fisiologia que são controladas por fatores intrínsecos (ritmo interno) ou extrínsecos (temperatura, umidade, alimento) (MOLL, 1979; FITCH, 1982). Modificações coordenadas da morfologia, fisiologia e conduta das espécies são observadas durante o ciclo reprodutivo (FITCH, 1982). Nas fêmeas, as principais mudanças morfológicas ocorrem nos ovários e ovidutos. Os ovários de répteis exibem mudanças sazonais típicas, atingindo maior tamanho na estação de reprodução, quando os folículos estão aumentados preparando-se para a ocorrência da ovulação, tornando-se menores após esta fase (MULAIK, 1946; VARMA, 1970; PRESST, 1971; GOLDBERG, 1975).

A morfologia dos ovidutos de poucos Squamata da região tropical tem sido estudada em detalhe (URIBE *et al.*, 1988). Os ovidutos das serpentes apresentam múltiplas funções na fertilização, como estoque de esperma, transporte de ovos, deposição da casca, manutenção do embrião e expulsão do ovo ou feto

(BLACKBURN, 1998). Durante a estação reprodutiva os ovidutos também apresentam variações morfológicas, sendo maiores no período de estro (fase de vitelogênese secundária) (DESSAUER & FOX, 1959) e menores após esta fase (FOX, 1956; CALLARD & LEATHEM, 1970; HOFFMAN, 1970). Segundo BLACKBURN (1998), informações confiáveis sobre a morfologia do trato reprodutivo de fêmeas de Squamata são esparsas e incompletas e podem ser reconstruídas de observações fragmentadas em espécies distantemente relacionadas.

Objetiva-se analisar as alterações do estágio de desenvolvimento da massa e do comprimento dos ovários e ovidutos em *B. jararaca* durante o ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema reprodutivo de 238 fêmeas de *B. jararaca* provenientes das regiões sul e sudeste do Brasil foi examinado no Laboratório de Herpetologia do Instituto Butantan, de janeiro a dezembro de 1982.

Comprimento total, em cm, comprimento rostro-cloacal (CRC), em cm e massa, em g, dos espécimes foram anotados individualmente para determinar a maior e a menor fêmea com folículos vitelogênicos e ovos. O tamanho das fêmeas em relação ao tamanho dos folículos ovarianos foi observado.

Os animais sofreram eutanásia por dióxido de carbono (CO₂) e o comprimento dos ovários e ovidutos foi medido *in situ* por meio de laparotomia; após, os órgãos foram removidos e pesados, observando-se a presença de folículos não-vitelogênicos da classe I (menores que 0,5 cm de diâmetro) e II (0,6 a 1,0 cm) e os vitelogênicos da classe III (1,1 a 2,0 cm) e IV (2,1 a 3,0 cm) (JANEIRO-CINQUINI *et al.*, 1993). A presença de ovos nos ovidutos, atrésicos ou em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário, também foi verificada. Os ovários e ovidutos direito e esquerdo apresentaram variações similares durante o ano. Por esta razão, somente o ovário e oviduto direito foram utilizados na análise de massa e comprimento. Um índice foi necessário para a

observação da variação da massa e comprimento do ovário e oviduto em relação à massa do corpo das fêmeas durante o ano: massa do ovário/massa da serpente e massa do oviduto/massa da serpente.

A análise estatística constituiu-se do teste t de Student com nível de significância 5%.

RESULTADOS

As menores fêmeas de *B. jararaca* examinadas mediram 62 cm e as maiores 115,5 cm de comprimento rostro-cloacal. As fêmeas em vitelogênese (folículos classe III e IV) e com ovos, apresentaram uma variação de comprimento rostro-cloacal de 67,5 a 133 cm e 76,5 a 115,5 cm respectivamente.

As alterações morfológicas nos ovários e ovidutos de *B. jararaca* foram bem definidas durante o ano, devido à presença de folículos vitelogênicos e ovos. A massa do ovário apresentou uma queda de outubro a março

(fig. 1). De abril a junho, houve um aumento da massa do ovário, atingindo níveis mais altos em julho, agosto e setembro, antes da ovulação, quando grandes quantidades de vitelo são acumuladas gradualmente nos folículos devido ao processo de vitelogênese. Neste período, os ovários apresentaram folículos da classe III e IV.

Foi observada variação do tamanho dos folículos ovarianos durante o ano. Folículos da classe I e II foram encontrados em todos os meses, enquanto os da classe III e IV, somente de abril a setembro (fig. 3).

Em relação ao oviduto, de abril a setembro foram encontradas somente fêmeas sem ovos (fig. 2). Em outubro, houve aumento na média da massa, permanecendo até março, período este em que foram encontradas fêmeas prenhes. De abril a setembro, ocorreu uma relação inversa da variação da massa do ovário em relação à do oviduto; foi máxima no primeiro e mínima no último (figs. 1, 2).

Uma diferença significativa entre os comprimentos

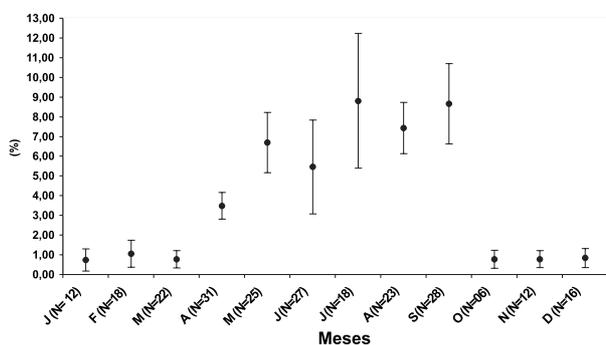


Fig. 1. Variação da média mensal da porcentagem da massa do ovário/massa do corpo em *Bothrops jararaca*.

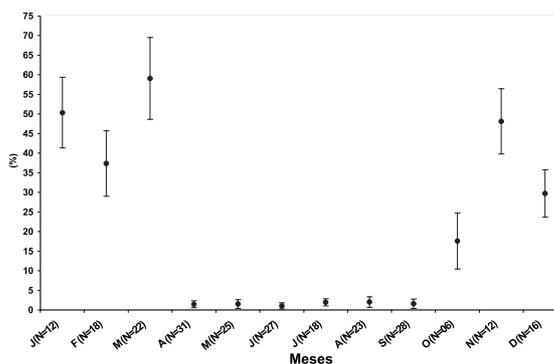


Fig. 2. Variação da média mensal da massa do oviduto/massa do corpo em *Bothrops jararaca*.

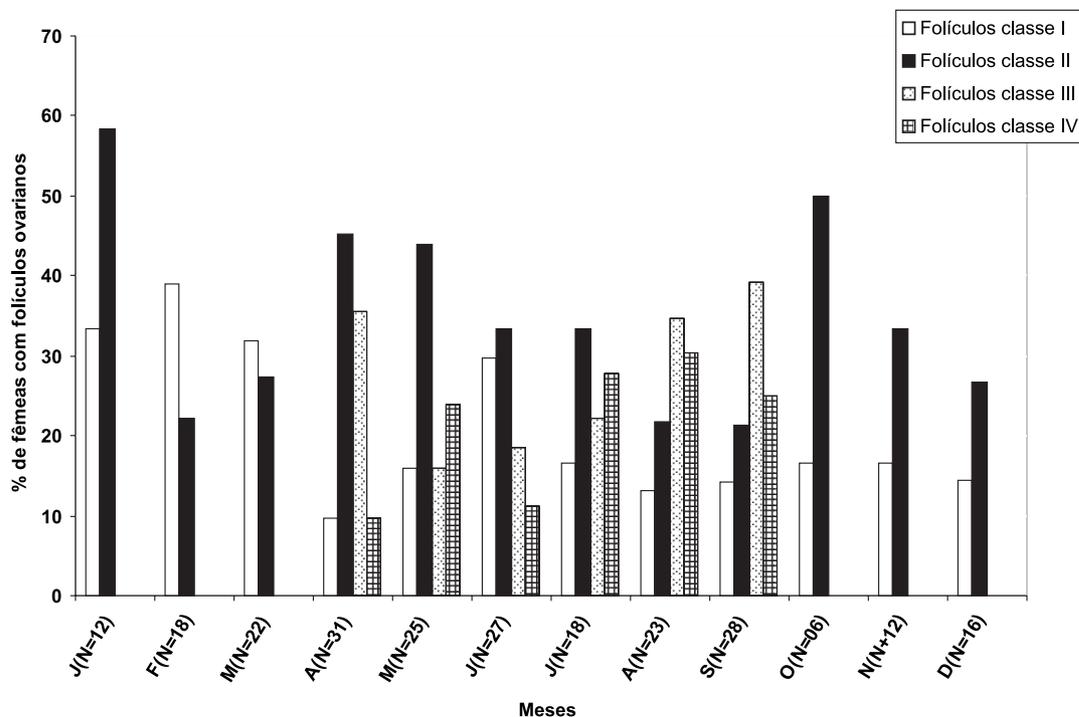


Fig. 3. Distribuição mensal da frequência (%) de diferentes estágios dos folículos ovarianos em fêmeas de *Bothrops jararaca*.

dos ovários direito e esquerdo foi notada, sendo o direito maior que o esquerdo ($t=5,8$; $gl=236$; $P<0,001$); o mesmo ocorreu com o comprimento do oviduto ($t=17,13$; $gl=236$; $P<0,001$).

DISCUSSÃO

Segundo SAZIMA (1992), o tamanho para maturidade em *B. jararaca* não é conhecido, mas foram registradas por ele fêmeas maduras com 75 cm e fêmeas menores prenhes com 82 cm de comprimento rostro-cloacal. Os dados ora analisados mostram que as fêmeas menores com folículos da classe IV apresentam comprimento rostro-cloacal de 67,5 cm e as prenhes 76,5 cm, apresentando valores inferiores aos encontrados por SAZIMA (1992).

As mudanças no peso do ovário também indicaram uma relação com o crescimento folicular em *Micrurus fulvius tenere* (Linnaeus, 1758) (QUINN, 1979). Na serpente *Naja naja* (Linnaeus, 1766), foi registrado um aumento de peso dos ovários em 10 a 20 vezes no período de vitelogênese (LANCE & LOFTS, 1968; BONA-GALLO *et al.*, 1980). Em *B. jararaca*, o aumento na massa do ovário foi de 12 vezes, quando comparada à média da massa de janeiro em relação a julho, indicando também uma relação direta do aumento da massa do ovário com o aumento do tamanho dos folículos ovarianos durante o processo de vitelogênese.

SAZIMA (1992), estudando uma população de *B. jararaca* na natureza, e ALVES *et al.* (1998), com *B. neuwiedi* (Wagler, 1824) em cativeiro, observaram o comportamento de cópula nos meses de abril a junho e entre abril e julho, respectivamente. Os dados apresentados mostraram claramente o período de incidência de folículos da classe III e IV entre abril e setembro. Provavelmente neste período ocorra cópula em *B. jararaca*. Estes dados são coerentes com os dos autores acima citados, todavia, divergem em relação aos estudos de LELOUP (1973), PEZZANO (1986) e ALVES *et al.* (2000), onde os períodos de cópula correspondentes são de setembro a fevereiro para *B. moojeni* (Hoge, 1966), fevereiro para *B. alternatus* e em fevereiro, maio, junho, agosto, outubro, novembro e dezembro, sendo mais frequentes em outubro para *B. jararaca*.

BONA-GALLO & LICHT (1983) e LICHT (1984) citaram a necessidade do acasalamento em *Thamnophis sirtalis parietalis* (Linnaeus, 1758) como estímulo para a vitelogênese e a ovulação. Segundo DESSAUER (1974), o processo de vitelogênese requer considerável quantidade de energia, utilizando progressivamente a gordura do corpo da fêmea. Sugere-se neste trabalho, cópula de abril a setembro para *B. jararaca*, pois neste período os animais se encontram em vitelogênese. A favor desta conclusão, há dois argumentos: o de economia de energia gasta no processo, pois a vitelogênese ocorreria após a fecundação e o fato de termos encontrado espermatozoides em todos os ovidutos dos animais com folículos vitelogênicos (JANEIRO-CINQUINI *et al.*, 1993). Não seria lógico se o contrário ocorresse, pois as fêmeas teriam que procurar os machos na natureza; caso não os encontrassem, todo processo de vitelogênese e gasto de energia teriam sido inúteis.

A diminuição da massa do ovário de *B. jararaca* de outubro a março foi provavelmente devida à ovulação, pois a partir desta não foram encontrados folículos vitelogênicos IV. Estes dados assemelham-se aos apresentados por JANEIRO-CINQUINI *et al.* (1993), que mostraram a variação do tamanho dos folículos ovarianos da espécie neste mesmo período.

Os ovidutos também apresentaram variações durante a estação reprodutiva. Segundo alguns autores (EVANS & CLAPP, 1940; RAHN, 1942; CHRISTIANSEN, 1973; KING, 1977; FRANZ & GICCA, 1982; SHANTHAKUMARI *et al.*, 1992), estas variações ocorreram no comprimento ou no peso do oviduto durante a vitelogênese ou durante o período gestacional nas suas três regiões: infundíbulo, útero e vagina (GIACOMINI, 1891; FOX, 1956; HOFFMAN, 1970), sendo mais proeminente na região do útero (BLACKBURN, 1998).

Em fêmeas não-prenhes, o oviduto se encontrava pouco distendido e reto e sua massa foi mínima de abril a setembro. Nos animais com folículos vitelogênicos da classe III e IV, os ovidutos apresentavam-se convolutos e com câmaras de incubação para receber os folículos ovulados. Durante o período gestacional de outubro a março, houve aumento significativo da massa do oviduto devido à presença de ovos em diferentes estágios de desenvolvimento embrionário, tornando-o mais distendido e menos convoluto. Este aumento na massa do oviduto e a presença de fêmeas prenhes de outubro a março permitiram determinar o período gestacional de *B. jararaca* que é, provavelmente, em torno de 180 dias. LELOUP (1973), PEZZANO (1986), SOLÓRZANO & CERDAS (1989) e ALVES *et al.* (2000) relataram um período gestacional de 175 e 276 dias para *B. moojeni*, 173 dias para *B. alternatus*, 180 a 240 dias para *B. asper* (Garman, 1883) e 152 e 239 dias para *B. jararaca*. Esses dados diferem dos apresentados para *B. neuwiedi*, de 205 a 320 dias (ALVES *et al.*, 1998). SAZIMA (1992), estudando *B. jararaca* na região de Campinas, registrou as primeiras fêmeas visivelmente prenhes de outubro a novembro. Nascimentos durante a estação chuvosa foram observados por CUNHA & NASCIMENTO (1975) em *B. atrox* (Linnaeus, 1758) do norte do Brasil nos meses de fevereiro a março e por LELOUP (1975) com *B. moojeni* do Brasil central em novembro e dezembro. A ocorrência de fêmeas de *B. jararaca* em estado avançado de prenhez nos meses mais quentes e úmidos do ano (novembro-dezembro) vem complementar os dados apresentados pelos autores acima citados. Segundo SEIGEL & FORD (1987), a ocorrência de nascimentos durante a estação úmida pode ser uma tendência para a maioria das serpentes tropicais.

Em relação à variação interespecífica dos órgãos reprodutivos, BLACKBURN (1998) citou a variação no grau de assimetria dos ovários e ovidutos em lagartos e serpentes. Em serpentes ovíparas e vivíparas, esta assimetria é exagerada, estando o ovário direito e o útero mais anteriormente colocados do que o ovário esquerdo. Os resultados aqui obtidos com *B. jararaca* em relação ao comprimento do ovário e oviduto confirmam os observados por BLACKBURN (1998), onde o ovário direito é usualmente maior que o esquerdo. Assimetria similar também ocorreu nos ovidutos.

Agradecimentos. Aos pesquisadores de Herpetologia do Instituto Butantan, Eliana O. Serapicos, Hana Suzuki e Radenka F. Baticic, pela leitura crítica do manuscrito e ao Sávio S. Sant'Ana pelo auxílio nos dados estatísticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, M. L. M.; LEITÃO-DE-ARAUJO, M. & CABERLON, E. 1998. Atividade reprodutiva de *Bothrops neuwiedi* em cativeiro (Serpente, Viperidae). *Iheringia*, Sér. Zool., Porto Alegre, (84):185-191.
- ALVES, M. L. M.; LEITÃO-DE-ARAUJO, M. & WITT, A. A. 2000. Aspectos da biologia reprodutiva de *Bothrops jararaca* em cativeiro (Serpentes, Viperidae). *Iheringia*, Sér. Zool., Porto Alegre, (89):187-192.
- BLACKBURN, D. G. 1998. Structure, function and evolution of the oviducts of squamate reptiles, with special reference to viviparity and placentation. *Journal Experimental Zoology*, New York, (282):560-617.
- BONA-GALLO, A.; LICHT, P. *et al.* 1980. Annual cycles in levels of pituitary and plasma gonadotropin, gonadal steroids, and thyroid activity in the Chinese cobra (*Naja naja*). *General and Comparative Endocrinology*, Orlando (42):477-493.
- BONA-GALLO, A. & LICHT, P. 1983. Effects of temperature on sexual receptivity and ovarian recrudescence in the garter snake *Thamnophis sirtalis parietalis*. *Herpetologica*, Chicago, (39):173-182.
- CALLARD, I. P. & LEATHEM, J. H. 1970. Biochemical changes in the oviduct of the snake *Natrix sipedon pictiventris*. *Comparative Biochemistry Physiology*, London, (32):17-22.
- CHRISTIANSEN, J. L. 1973. Natural and artificially induced oviducal and ovarian growth in two species of *Cnemidophorus* (Sauria: Teiidae). *Herpetologica*, Chicago, (29):195-204.
- CUNHA, O. R. & NASCIMENTO, F. P. 1975. Ofídios da Amazônia VII. As serpentes peçonhentas do gênero *Bothrops* (jararacas) e *Lachesis* (surucucu) da região leste do Pará (Ophidia, Viperidae). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, Sér. Zool., Belém, (83):1-42.
- DESSAUER, H. C. 1974. Plasma proteins of Reptilia. In: FLORKIN, M. & SCHEER, B. T. eds. *Chemical Zoology*. New York, Academic. cap.8, p.187-216.
- DESSAUER, H. C. & FOX, W. 1959. Changes in ovarian follicle composition with plasma levels of snakes during estrus. *American Journal Physiology*, Baltimore, (197):360-366.
- EVANS, L. & CLAPP, M. L. 1940. The effects of ovarian hormones and seasons on *Anolis carolinensis*. II. The genital system. *Anatomical Record*, New York, (77):57-75.
- FITCH, H. S. 1982. Reproductive cycles in tropical reptiles. *Occasional Papers of the Museum of Natural History University of Kansas*, Lawrence, (96):1-53.
- FOX, W. 1956. Seminal receptacles of snakes. *Anatomical Record*, New York, (124):519-540.
- FRAENKEL, L. & MARTINS, T. 1940. Estudos sobre a fisiologia sexual das serpentes. *Memórias do Instituto Butantan*, São Paulo, (13):1-13.
- FRANZ, R. & GICCA, D. F. 1982. Observations on the Haitian snake *Antillophis parvifrons alleni*. *Journal of Herpetology*, Kansas, (16):419-421.
- GIACOMINI, E. 1891. Matériaux pour l'étude du développement du *Seps chalcides*. *Archives Italiennes de Biologie*, Pisa, (16):332-359.
- GOLDBERG, S. R. 1975. Reproduction in the sagebrush lizard, *Sceloporus graciosus*. *American Midland Naturalist*, Notre Dame, (93):177-187.
- HOFFMAN, L. H. 1970. Placentation in the garter snake, *Thamnophis sirtalis*. *Journal of Morphology*, New York, (131):57-88.
- HOGUE, A. R. & FEDERSONI, P. A., JR. 1976/1977. Observações sobre uma ninhada de *Bothrops atrox* (Linnaeus, 1758) [Serpentes: Viperidae: Crotalinae]. *Memórias do Instituto Butantan*, São Paulo, (40/41):19-36.
- JANEIRO-CINQUINI, T. R. F.; LEINZ, F. F. *et al.* 1993. Ovarian cycle of the snake *Bothrops jararaca*. *Memórias do Instituto Butantan*, São Paulo, 55(1):33-36.
- KING, M. A. 1977. Reproduction in the Australian gekko *Phyllodactylus marmoratus* (Gray). *Herpetologica*, Chicago, (33):7-13.
- LANCE, V. & LOFTS, B. 1968. Studies on the annual reproductive cycle of the female cobra, *Naja naja*. *Journal of Morphology*, New York, (157):161-180.
- LEITÃO-DE-ARAUJO, M. & PERAZZOLO, M. 1974. Nota prévia sobre a biologia de tanatofídios em cativeiro (Ophidia, Elapidae e Viperidae). *Iheringia*, Sér. Zool., Porto Alegre, (45):55-66.
- LELOUP, P. 1973. Essais de rationalisation dans le maintien d'un serpentarium à but industriel. *Acta Tropica*, New Castle, 30(4):281-311.
- . 1975. Observations sur la reproduction de *Bothrops moojeni* (Hoge 1966) en captivité. *Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia*, Antwerpen, (78):177-198.
- LICHT, P. 1984. Reptiles. In: LAMMING, G. E. ed. *Marshall's physiology of reproduction*. Edinburgh, Churchill Livingstone, v.1, p.206-282.
- MARCH, D. D. H. 1928. Field notes on barba amarilla (*Bothrops atrox*). *Bulletin Antivenin Institute of America*, Philadelphia, (1):92-97.
- MELGAREJO, A. 1977. Observaciones sobre nacimiento en el laboratorio de *Bothrops neuwiedi pubescens* (Cope, 1870) (Ophidia, Crotalinae). *Revista de Biología del Uruguay*, Montevideo, (5):35-41.
- MOLL, E. O. 1979. Reproductive cycles and adaptations. In: HARLESS, M. & MORLOCK H. eds. *Turtles: Perspectives and Research*. New York, John Wiley & Sons. p. 305-331.
- MULAİK, D. 1946. A comparative study of the urogenital systems of an oviparous and two ovoviviparous species of the lizard genus *Sceloporus*. *Bulletin University Utah Biology Series*, Utah, (37):3-24.
- MURPHY, J. B. & MITCHELL, L. A. 1984. Miscellaneous notes on the reproductive biology of reptiles. 6. Thirteen varieties of the genus *Bothrops* (Serpentes, Crotalinae). *Acta Zoologica et Pathologica Antverpiensia*, Antwerpen, (78):199-214.
- PEZZANO, V. 1986. Reproduction of *Bothrops alternatus* (Duméril, Bibron & Dumeril, 1854) in captivity. *Litteratura Serpentium*, Asten, 6(1):13-18.
- PRESST, I. 1971. An ecological study of the viper *Vipera berus* in southern Britain. *Journal of Zoology*, London, (164):373-418.
- QUINN, H. R. 1979. Reproduction and growth of the Texas coral snake (*Micrurus fulvius tenere*). *Copeia*, Lawrence, 1979(3):453-463.
- RAHN, H. 1942. The reproductive cycle of the prairie rattler. *Copeia*, Lawrence, 1942:233-240.
- SAZIMA, I. 1992. Natural history of the jararaca pitviper, *Bothrops jararaca*, in southeastern Brazil. In: CAMPBELL, J. A. & BRODIE, E. D., JR. eds. *Biology of the Pitvipers*, Texas, Selva Tyler. p.199-216.
- SEIGEL, R. A. & FORD, N. B. 1987. Reproductive ecology. In: SEIGEL, R. A.; COLLINS, J. T. & NOVAK, S. S. eds. *Snakes: Ecology and Evolutionary Biology*. New York, MacMillan. p.210-252.
- SHANTHAKUMARI, T. R.; SARKAR, H. B. D. *et al.* 1992. Histological, histochemical, and biochemical changes in the annual oviduct cycle of the agamid, *Calotes versicolor*. *Journal of Morphology*, New York, (211):295-306.
- SOLÓRZANO, A. & CERDAS, L. 1989. Reproductive biology and distribution of the terciopelo, *Bothrops asper* Garman (Serpentes: Viperidae) in Costa Rica. *Herpetologica*, Chicago, 45(4):444-450.
- URIBE, M. C. A.; VELASCO, S. R. *et al.* 1988. Oviduct histology of the lizard, *Ctenosaura pectinata*. *Copeia*, Lawrence, 1988(4):1035-1042.
- VARMA, S. K. 1970. Morphology of ovarian changes in the garden lizard *Calotes versicolor*. *Journal of Morphology*, New York, (131):95-209.