

Datos sobre la temperatura corporal de algunos ofidios en el Sureste Ibérico

Emma Quirosa
Investigadora independiente

Correspondencia

E. Quirosa

Dpto. de Zoología, Facultad de Ciencias,
Campus Universitario de Fuente Nueva,
Universidad de Granada, 18071 Granada.
E-mail: equirosa2@gmail.com

Recibido: 31 agosto 2020

Aceptado: 14 mayo 2021

Publicado on-line: 16 noviembre 2021

Resumen

La biología térmica es uno de los aspectos más necesarios para entender la distribución y los patrones de actividad de las especies, sobretodo de los organismos ectotermos. El presente estudio aporta información sobre temperatura corporal de seis ofidios ibéricos y temperatura ambiental para el lugar donde habitan. Para tres de las especies, *Coronella girondica* (Daudin 1803), *Macroprotodon brevis* (Günter 1862) y *Hemorrhois hippocrepsis* (Linnaeus 1758), estos son los primeros datos publicados en España. En el caso de *Natrix maura* (Linnaeus 1758) los datos de este estudio incluyen temperatura tanto en medio acuático como en medio terrestre. En total se han obtenido 31 registros de temperatura corporal y 30 registros de temperatura ambiente. También se aportan datos sobre temperatura corporal y ambiental de *Malpolon monspessulanus* (Hermann 1804) y *Zamenis scalaris* (Schinz 1822).

Palabras clave: Ofidios; Temperatura ambiental; Temperatura corporal.

Abstract

Data on the body temperature of some ophidians in the Southeast of the Iberian Peninsula

Thermal biology is one of the most necessary aspects in understanding the distribution and activity patterns of species, above all of ectothermal organisms. The present study provides data on body temperature of six Iberian ophidians and the environmental temperature of the place they inhabit. For three species, southern smooth snake *Coronella girondica* (Daudin 1803), western false smooth snake *Macroprotodon brevis* (Günter 1862), and horse-shoe snake *Hemorrhois hippocrepsis* (Linnaeus 1758), these are the first data published in Spain. In the case of *Natrix maura* (Linnaeus 1758), the present data include its temperature on land as well as in aquatic environments. In total, 31 body temperature records and 30 ambient temperature records were obtained. Additionally, data is given on body and environmental temperature for the ophidian species *Malpolon monspessulanus* (Hermann 1804) and *Zamenis scalaris* (Schinz 1822).

Key words: Body temperature; environmental temperature; Ophidians.



Introducción y metodología

El presente estudio versa sobre el registro de temperaturas corporales (TC) de algunas especies de colúbridos ya que la distribución global de los reptiles depende en buena medida de la temperatura como factor limitante. El objetivo de este estudio es el de contribuir con datos de TC y temperatura ambiental (TA) para un mejor conocimiento de los colúbridos ibéricos y saber cómo actuar con respecto a futuros cambios en su distribución en caso de tener que actuar con medidas de conservación.

En otros estudios la mayoría de las especies de ofidios en las que los datos son suficientes para definir su TC preferente, se encuentra en un rango de 28-34 °C, frecuentemente cercano a 30 °C. La uniformidad de la TC preferente es más consistente en ofidios que en, por ejemplo, lagartos (Brattstrom 1965). Tan solo especies heliotermas y diurnas de ofidios que habitan en lugares abiertos tienden a regular la TC a temperaturas superiores a 30 °C pero sin llegar a ser mayores de 35 °C (Lillywhite 1980).

Normalmente la digestión en ofidios se inhibe por completo a temperaturas inferiores a 10 °C y por encima esta, se acelera (Skoczylas 1970). La digestión altera la temperatura preferente y causa comportamientos de búsqueda de calor (Lysenko & Gillis 1980). La temperatura es el principal factor que induce los ciclos reproductivos, especialmente en climas templados; los ciclos reproductivos tienden a periodos reproductivos más cortos y sincronizados en zonas de climas extremos (Nilson 1980). Existen otros factores que hacen variar la temperatura preferente, como la condición reproductiva, la muda de la piel, edad y sexo (Lillywhite 1980).

Los ofidios dependen de la TA para regular su propia TC dentro de rangos de temperatura preferencial normalmente cercanos a 30 °C; empleando su comportamiento, los ofidios son capaces de regular su temperatura muy precisamente cuando las fuentes de calor están disponibles (Lillywhite 1980).

Los ofidios de la zona comprendidos en este estudio, en el Sureste Ibérico, son todos mediterráneos de hábitos terrestres excepto *Natrix maura* (Linnaeus 1758). Tienen tamaños corporales que no exceden los dos metros de longitud y son especies ovíparas. Las especies para las que se aporta información sobre su TC son las siguientes:

Culebra lisa meridional, *Coronella girondica* (Daudin 1803), culebra de herradura, *Hemorrhois hippocrepis* (Linnaeus 1758), culebra de cogulla occidental, *Macroprotodon brevis* (Günter 1862), culebra bastarda, *Malpolon monspessulanus* (Hermann 1804), culebra viperina, *N. maura* y culebra de escalera, *Zamenis scalaris* (Schinz 1822).

Es muy poco lo que se sabe de la biología térmica de los ofidios ibéricos. Excepto una especie acuática, la culebra viperina, *N. maura*, y dos especies terrestres abundantes en ambientes mediterráneos; la culebra de escalera, *Z. scalaris* y la culebra bastarda, *M. monspessulanus*, apenas se tienen datos sobre la ecología térmica de estos reptiles (Salvador 2014). Este estudio pretende añadir datos para estas tres especies y ofrecer por primera vez datos sobre TC para otras tres especies de ofidios presentes en el sur de la Península Ibérica: la culebra lisa meridional, *C. girondica*, la culebra de herradura, *H. hippocrepis* y la culebra de cogulla occidental, *M. brevis*.

El lugar del estudio es el sureste de la Península Ibérica, y la mayoría de registros de TC y ambiental se han obtenido dentro de los pisos bioclimáticos termo y mesomediterráneo, con una superficie aproximada de 87 268 Km² entre las latitudes 30N/40N y la longitud 0W/10W. Los datos de TC se han tomado en encuentros ocasionales de individuos de ofidios en campo por los miembros del equipo del grupo de investigación RNM-254 de la Universidad de Granada.

La TC se obtenía mediante la introducción de un termopar de 2 mm de diámetro conectado a un termómetro digital (Hibok 14), unos 15 mm en la cloaca del ofidio, en un plazo de unos segundos desde su captura. Simultáneamente, se registraba la TA, a un metro del suelo y en la sombra, con el mismo termómetro. La temperatura del agua se registró con el mismo termómetro a una profundidad de 2 cm desde el nivel del agua.

Además, se registraban los datos de fecha, hora, localidad (con precisión GPS, coordenadas UTM 1x1 m; altitud±1 m), especie, tamaño corporal (longitud hocico-cloaca, LHC ± 1 mm), sexo y hábitat.

Resultados y discusión

Temperatura corporal

Se han obtenido datos sobre la TC de seis especies de serpientes mencionadas del SE de la Península

		TC (°C)	TA (°C)
<i>Coronella girondica</i>	N	3	3
	Media ± SD	21,4 ± 4,2	19,3 ± 4,7
	Mín.	15,3	13,6
	Máx.	29,5	28,8
<i>Hemorrohois hippocrepsis</i>	N	3	3
	Media ± SD	26,1 ± 1,8	21,0 ± 3,3
	Mín.	23,6	15,9
	Máx.	29,7	27,3
<i>Macroprotodon brevis</i>	N	1	0
	(dato único)	20	---
<i>Malpolon monspessulanus</i>	N	3	3
	Media ± SD	27,2 ± 5,2	23,6 ± 4,5
	Mín.	17,1	14,7
	Máx.	34,9	29,8
<i>Natrix Maura</i> (medio acuático)	N	10	10
	Media ± SD	19,3±0,7	22,4±0,9
	Mín.	16	17,1
	Máx.	22	27
<i>Natrix Maura</i> (medio terrestre)	N	6	6
	Media ± SD	27,3±1,2	23,9±1,3
	Mín.	22,7	20,2
	Máx.	30,8	30
<i>Zamenis scalaris</i>	N	5	5
	Media ± SD	24,6± 1,7	20,9 ± 1,5
	Mín.	18,6	18,7
	Máx.	30,1	21,7

Tabla 1. Temperatura ambiente y corporal de los colúbridos en el SE de la Península Ibérica. TC: temperatura corporal; TA: temperatura ambiental.

Table 1. Ambient and body temperature of colubrids in the SE of the Iberian Peninsula. TC: body temperature; TA: ambient temperature.

Ibérica, con un total de 31 registros de TC y 30 registros de TA.

Coronella girondica

La mayoría de las observaciones han sido por la tarde, y en el crepúsculo (Tabla 1).

Jaén: municipio El Cambil, en galería de río, 790 msnm, 3-IV-2003. Individuo con TC 29,5 °C y TA 28,8 °C, a las 19:00h.

Granada: Albuñuelas, Tajo el Toro, pinar, 920 msnm, 26-IV-2006. Hembra con TC 15,3 °C y TA 13,6 °C, 370 mm LHC.

Granada: Alpujarra de la Sierra, Mecina Bombarón, tomillar, 1.420 msnm, 23-IV-2010. Hembra con TC 19,5 °C y TA 15,7 °C, 458 mm LHC, a las 17:12h.

Apenas hay información sobre la ecología térmica de esta especie en su área de distribución. En Italia, se observa activa cuando la TA sobrepasa los 15 °C (Agrimi y Luiselli 1994). En la Península Ibérica, Santos y Pleguezuelos (2015) comentan que, por sus hábitos crepusculares y nocturnos, debe ser tigmoterma. Pasa mucho

tiempo entre piedras planas, y suele mostrarse activa solo de noche (Agrimi & Luiselli 1994, Capula *et al.* 1995). Los tres ejemplares en los que hemos podido medir la TC fueron en actividad crepuscular a TA relativamente baja. Interpretamos que también por sus hábitos crepusculares y nocturnos, la especie muestra actividad con TC baja (21,4 °C), y junto con *M. brevis*, la más baja entre los ofidios del SE ibérico para los que hemos medido este parámetro.

Hemorrohois hippocrepsis

Málaga: Churriana, cultivos de caña de azúcar, 18 msnm, 28-II-2004. Macho con TC 23,6 °C y TA 15,9 °C, 1.080 mm LHC.

Córdoba: El Guijo, Cañada Oriental Soriana, 560 msnm, 6-VI-2006. Individuo con TC 29,7 °C y TA 27,3 °C, 655 mm LHC, a las 21:30h.

Granada: Loja, Barranco Zumbeón, retamar, 820 msnm, 4-III-2008. Macho con TC 25 °C y TA 20 °C, 357 mm LHC, a las 16:00h.

La TC ha sido mayor a la del ambiente en los datos registrados, lo que puede sugerir una buena capacidad de termorregulación, probablemente heliotérmica, y favorecida por el patrón dorsal oscuro, si bien no se podría saber de manera significativa por el número pequeño de especies aquí. Está considerado el ofidio más termófilo en la Península Ibérica, y es el que menos penetra hacia el norte (Pleguezuelos 2014). Su distribución altitudinal también es un indicativo de su termofilia, pues ocupa preferentemente el piso bioclimático termomediterráneo y asciende poco en montaña (Pleguezuelos & Villafranca 1997). Es de origen biogeográfico norteafricano (Carranza *et al.* 2006) y los machos muestran un ciclo espermatogénico primaveral, muy poco frecuente al norte del Mediterráneo, por lo que la especie solo puede distribuirse por regiones con primaveras largas y cálidas (Pleguezuelos & Feriche 1999). La espermatogénesis y el apareamiento se llevan a cabo en la primavera, a diferencia de las especies de ciclo estival, común en reptiles de zonas más frías que llevan a cabo la espermatogénesis en el verano y guardan los espermatozoides hasta aparearse en la primavera siguiente (Saint-Girons 1982). Esto retrasa el periodo de apareamiento uno o dos meses más que en ciclos estivales. En este sentido, las especies de espermatogénesis primaveral podrían verse favorecidas por el calentamiento climático, ya que, si la TA aumenta, la distribución de las especies hacia el norte se

puede dar, así como un ascenso en altitud.

No hemos encontrado ejemplares activos con TA inferior a 15 °C y TC inferior a 16 °C, temperaturas mínimas elevadas y similares a las encontradas para la única otra especie que tiene espermatogénesis primaveral, *M. monspessulanus* (*vide infra*).

Macroprotodon brevis

Granada: Montefrío, Cortijo los Gitanos, encinar, 1.030 msnm, 19-VIII-2008. Macho con TC 20 °C, de 335 mm LHC.

La única TC que hemos podido registrar (20 °C) es relativamente baja, y encaja con los hábitos minadores de la especie, aunque es necesario aumentar el número de registros para respaldar este comentario. En Portugal, Malkmus (2004) la encuentra preferentemente en zonas de esquistos y sugiere que este sustrato aporta a la especie piedras de diferente grosor adecuadas para la termorregulación. Por sus hábitos minadores, puede ser una especie tigmoterma. En un terrario al aire libre, se muestra activa cuando la temperatura del sustrato oscila entre los 15-20 °C, a partir de los 24 °C en días de lluvia, y en animales en libertad se ha registrado cópula a 20 °C de temperatura del sustrato (Malkmus 1997).

Malpolon monspessulanus

Tenemos datos de temperatura de tres individuos (Tabla 1).

Córdoba: El Guijo, Cañada Real Soriana, dehesa, 6-VI-2006, 600 msnm. Macho con TC 34,9 °C y TA 29,8 °C, 1.255 mm LHC, a las 21:00h.

Almería: Fiñana, Embalse del Castañar, 1.115 msnm, 6-V-2010. Individuo con TC 17,1 °C y TA 14,7 °C, 287 mm LHC, a las 9:40h.

Granada: Játar, Barranco del Infierno, 1.071 msnm, 9-VII-2017. Hembra con TC 29,6 °C y TA 26,5 °C, 554 mm LHC.

Los valores de TC para esta especie son más elevados, esto podría estar relacionado con su espermatogénesis primaveral, aspecto que ha sido comentado y discutido para *H. hippocrepis* (*vide supra*). En ejemplares activos, la TC media en hembras es de 29,1 °C, superior a la de los machos, de 27,3 °C, mostrando ellas, mayor capacidad termorreguladora (Blázquez 1993, 1995). Las temperaturas corporales extremas mínima y máxima en el suroeste ibérico en ambos

sexos fueron entre 17,1-34,9 °C. Las temperaturas que hemos obtenido en el sureste ibérico caen dentro de estos rangos.

El cambio climático está relacionado con el declive de muchas especies (Thomas *et al.* 2004). Sin embargo, para esta especie, el aumento de TA podría favorecer un aumento de su actividad estacional a nivel poblacional (Moreno-Rueda *et al.* 2009). En el sureste ibérico, se ha observado que, cuanto más elevada es la TA, más amplio es su periodo de actividad anual (las serpientes se activan antes en primavera y entran más tarde en letargo invernal en el otoño; Moreno-Rueda *et al.* 2009) y más individuos se detectaban activos en la naturaleza (Moreno-Rueda & Pleguezuelos 2007). Sin embargo, en las últimas décadas no se ha apreciado una expansión hacia el norte de su área de distribución (Moreno-Rueda *et al.* 2012), un cambio geográfico esperable para esta especie de espermatogénesis primaveral.

Natrix maura

Al ser acuática, se ha tomado la temperatura en los individuos encontrados tanto en tierra como en agua (Tabla 1).

Medio acuático

Se tomaron datos de TC y de temperatura del agua (TA_g).

Granada: Diezma, finca La Ermita, Pantaneta, 1.220 msnm; 10-VI-1995, Macho con TC 17 °C y TA_g 22 °C, 425 mm LHC; hembra con TC 20 °C y TA_g 21 °C, 395 mm LHC; macho con TC 16 °C y TA_g 7,1 °C, 211 mm LHC; individuo con TC 17 °C y TA_g 20,9 °C; 13-VI-1995, macho con TC 22 °C y TA_g 22 °C; 1-IX-1995, individuo con TC 17 °C y TA_g 23,2 °C; 18-VI-1996, macho con TC 21,2 °C y TA_g 20 °C, 535 mm LHC, a las 21:50h; 14-VI-1997, macho con TC 20,7 °C y TA_g 27 °C, 321 mm LHC, a las 00:30h; 14-VI-1997, macho con TC 20,9 °C y TA_g 27 °C, 355 mm LHC, a las 01:00h; 14-VI-1998, macho con TC 21,7 °C y TA_g 23,8 °C, 400 mm LHC, a las 02:10h.

En todos los casos (n=10) en los que se ha registrado temperatura en el medio acuático como TC de la culebra en el agua, la temperatura del medio acuático ha sido mayor a la corporal, siendo su TC media de 19,3±0,7 °C y la temperatura media del agua de 22,4±0,9 °C (Tabla 1).

En el Delta del Ebro, se tomaron temperaturas corporales más elevadas en hembras, especialmente en el periodo reproductor, lo cual sugiere

alguna relación entre el desarrollo embrionario y la TC (Santos 2000). Por el contrario, los juveniles revelaron una mayor termoconformidad en el Delta del Ebro (Santos 2000).

Medio terrestre

Granada: Motril, Charca Suárez, vega. Individuo con TC 30 °C y TA 24 °C, 536 mm LHC; individuo con TC 30,8 °C y TA 24,4 °C, 308 mm LHC; individuo con TC 24,7 °C y TA 21,8 °C, 208 mm LHC; individuo con TC 26,7 °C y TA 23,5 °C, 318 mm LHC; individuo con TC 22,7 °C y TA 20,2 °C, 698 mm LHC; individuo con TC 28,5 °C y TA 30 °C, 368 mm LHC.

En los casos en los que se ha registrado tanto TA como TC, la TC ha sido mayor a la ambiente. La temperatura máxima corporal para esta especie, se ha alcanzado en tierra siendo la TC media de 27,3±1,2 °C y la TA media de 23,9±1,3 °C.

El rango de temperaturas corporales registrado para *N. maura* en animales activos en tierra son: 17,5-34,6 °C en el río Valvanera, provincia de Salamanca (Jaén, 1988), 13,7-32,8 °C en el Delta del Ebro (Santos 2000), y 14-35 °C en el río Jalón (Hailey *et al.* 1982, Hailey & Davies 1987). Estudios experimentales con la culebra viperina estimaron valores de temperatura preferida entre los 24,7 °C (Hailey & Davies 1986) y 29 °C (Spellerberg 1977) de TC en tierra. En el norte de Italia, se registraron una media de TC entre 22,88 ±5,05 °C y 24,85±3,53 °C. Los resultados de este estudio con la temperatura media corporal (27,3 °C) en medio terrestre y el rango de temperatura entre el que se encuentran los ejemplares del SE ibérico en tierra (22,7-30,8 °C), coinciden bastante con los datos anteriores.

Para el medio acuático la TC de los individuos muestreados siempre era menor que la del agua, lo cual puede sugerir que al entrar en el agua, las culebras rápidamente igualarían su TC con la del agua (Hailey *et al.* 1982, Santos 2000). La razón de que en algunos casos la TC en medio acuático sea menor a la del agua y no similar, puede deberse a que los datos fueron tomados de noche y normalmente de noche la TC de la serpiente suele ser inferior a la TAg y la TA en tierra puede ser inferior a la del agua, por lo que al entrar dentro del agua se pueden beneficiar térmicamente, aumentando su TC.

En las tres zonas donde se ha estudiado su ecología térmica en el agua (río Jalón, río Valvanera y Delta del Ebro), se observó un rango de

temperaturas corporales amplio hecho que sugiere una limitada capacidad termorreguladora en este medio. Cuando la TAg se halla dentro del rango de temperaturas corporales óptimas, las serpientes pueden permanecer en ella durante mucho tiempo, capturando presas (Santos 2015).

Patterson y Davies (1982) sugirieron que *N. maura* toma el sol en la primavera durante el día, para aumentar su actividad a la hora de alimentarse. Las temperaturas del agua estaban por debajo de las corporales en serpientes que se alimentaban en verano. La TAg y el carácter termoconforme de *N. maura* en este medio, pueden influir en su comportamiento depredador. Cuando la TAg es inferior o superior al rango de temperaturas corporales óptimo, los animales solo pueden permanecer en el agua durante períodos de tiempo muy cortos (Patterson & Davies 1982, Santos 2000). En cambio, cuando se encuentran dentro del rango de temperaturas corporales óptimas, las serpientes pueden permanecer en el agua durante mucho tiempo (Hailey & Davies 1986, Santos obs. pers.).

Zamenis scalaris

En la mayoría de los casos en los que se ha registrado tanto la TA como la corporal, la TC ha sido igual o mayor a la ambiente (Tabla 1).

Granada: Guadahortuna, El Navazuelo, cultivos cerealistas, 1.020 msnm, 3-VIII-1997. Hembra con TC 21 °C y TA 27 °C, 696 mm LHC, a las 22:30h.

Jaén: Venta de los Santos, 770 msnm, 23-V-2004. Macho con TC 27,7 °C y TA 18 °C, 785 mm LHC.

Córdoba: La Cardenchoa, Sierra Morena, 590 msnm, 10-IV-2004. Hembra con TC 18,6 °C y TA 18,7 °C, 660 mm LHC, a las 20:00h.

Granada: Colomera, carril Tozar-Colomera, almendral, 1010 snms, 8-III-2010. Individuo con TC 30,1 °C y TA 21,7 °C, 605 mm LHC.

Granada: Arroyo del Beiro, galería de río, 640 msnm, 28-V-2010. Individuo con TC 25,5 °C y TA 19,1 °C, 760 mm LHC, a las 8:15h.

La TC media es de 24,7±1,7 °C y la TA media es de 21,9±1,5 °C. Los valores que obtenemos en esta especie para TC son más elevados que para TA. La TC durante el día tiende a ser mayor que la ambiente, sin embargo, por la noche es al contrario, la temperatura del ambiente es mayor a la corporal, por lo que esta especie tiene la capaci-

dad de estar activa durante la noche a temperatura inferior a la TA.

Su actividad diaria es crepuscular y nocturna en buena medida (Cheylan 1986). Los ejemplares de este estudio también se han detectado en el crepúsculo y la noche, y ello ha de influir en su ecología térmica. En las Marismas del Guadalquivir, Blázquez (1993) observa que la TC de ejemplares activos oscila entre 10,0-32,5° C, y la TC preferente para moverse se sitúa a partir de los 24° C; nuestros resultados coinciden con este margen (18,6-30,1 °C).

En las Marismas del Guadalquivir, Blázquez (1993) encuentra que en las mañanas de abundante rocío los ejemplares trepan a la vegetación para aislarse de la arena húmeda y fría durante el asoleamiento. Así, la especie mantiene mediante heliatermia una TC independiente de la temperatura del substrato y del aire. Aunque la mayoría de los reptiles nocturnos han desarrollado la capacidad de estar activos a TC relativamente baja (Autumn *et al.* 1997), para un ectotermo que vive en la región templada como la culebra de escalera, mantener actividad en el crepúsculo o en las primeras horas de la noche no ha de ser fácil, por la caída de TA que ocurre en esos momentos del ciclo diario. Esta especie adquiere durante el día una TC más elevada que la del ambiente, lo cual le permite una cierta actividad durante el crepúsculo y las primeras horas de la noche, hasta que la TA cae por debajo de su temperatura operativa. La forma de su cuerpo, relativamente gruesa en relación a su longitud (Pleguezuelos 2014), le favorece para la conservación de la TC durante más tiempo.

En conclusión, para la mayoría de las especies, la temperatura corporal ha sido superior a la temperatura ambiente, exceptuando *Natrix maura* en medio acuático. Este estudio se ha realizado con pequeños tamaños de muestra para la mayoría de nuestras especies. Aún así, aportamos los primeros datos para *Coronella gironnica*, *Macroprotodon brevis* y *Hemorrhois hippocrepis*.

Agradecimientos

Los datos proceden de registros ocasionales recogidos en el campo por el grupo de investigación RNM-254 de la Junta de Andalucía, con sede en el departamento de Zoología de la Universidad de Granada.

Referencias

- Agrimi U & Luiselli L. 1994. Ecology of the snake *Coronella gironnica* (Reptilia: Colubridae) in central Italy. *Vie Milieu* 4: 203-210.
- Autumn K, Farley CT, Emshwiller M & Full R J. 1997. Low cost of locomotion in the banded gecko: a test of the nocturnality hypothesis. *Physiological Zoology* 70(6): 660-669. <https://doi.org/10.1086%2Fphyszool.67.1.30163845>
- Blázquez MC. 1993. Ecología de dos especies de colúbridos *Malpolon monspessulanus* y *Elaphe scalaris* en Doñana (Huelva). Sevilla, España: Universidad de Sevilla. Tesis Doctoral.
- Blázquez MC. 1995. Body temperature, activity patterns and movements by gravid and non-gravid females of *Malpolon monspessulanus*. *Journal of Herpetology* 29 (2): 264-266. <https://doi.org/10.2307/1564564>
- Bradshaw W E & Holzapfel CM. 2006. Evolutionary response to rapid climate change. *Science* 312: 1477-1478. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1127000>
- Brattstrom BH. 1965. Body temperatures of reptiles. *American Midland Naturalist* 73: 376-422.
- Capula M, Luiselli L & Rugiero L. 1995. Ecological correlates of reproductive mode in reproductively bimodal snakes of the genus *Coronella*. *Vie Milieu* 45 (2):167-175.
- Carranza S, Arnold EN & Pleguezuelos JM. 2006. Phylogeny, biogeography and evolution of two Mediterranean snakes, *Malpolon monspessulanus* and *Hemorrhois hippocrepis* (Squamata, Colubridae), using mtDNA sequences. *Molecular phylogenetics and evolution* 40 (2): 532-546. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2006.03.028>
- Cheylan M. 1986. Mise en évidence d'une activité nocturne chez le serpent méditerranéen *Elaphe scalaris* (Ophidia, Colubridae). *Amphibia-Reptilia* 7 (2): 181-186. <https://doi.org/10.1163/156853886X00398>
- Hailey A & Davies PMC. 1987. Activity and thermoregulation of the snake *Natrix maura*. 1. r and K thermoregulation. *Journal of Zoology* 213: 71-80. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1987.tb03678.x>
- Hailey A & Davies PMC. 1986. Effects of size, sex, temperature and condition on activity metabolism and defence behaviour of the viperine snake, *Natrix maura*. *Journal of Zoology* 208 (4): 541-558. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1986.tb01522.x>
- Hailey A, Davies PMC & Pulford E. 1982. Lifestyle and thermal ecology of natricine snakes. *British Journal of Herpetology* 6: 261-268.
- Jaén MJ. 1988. Ecología de *Natrix maura* (Linnaeus, 1758) en el río Valvanera (Salamanca). Salamanca, España: Universidad de Salamanca. Tesis de Licenciatura.
- Lillywhite HB. 1980. Behavioural thermoregulation in Australian elapid snakes. *Copeia* 1980: 452-458. <https://doi.org/10.2307/1444521>
- Lysenko S & Gillis JE. 1980. The effect of ingestive status on thermoregulatory behavior of *Thamnophis sirtalis* and *Thamnophis sirtalis parietalis*. *Journal*

- of Herpetology 14: 155-159. <https://doi.org/10.2307/1563847>
- Malkmus R & Sauer H. 1997. Bemerkungen zur Verbreitung von *Macroprotodon cucullatus ibericus* Busack & McCoy, 1990 in Portugal nördlich des Rio Tejo (Squamata: Serpentes: Colubridae). *Herpetozoa* 10 (3-4): 157-161.
- Malkmus R. 1997. Partial albinism in the Mediterranean worm lizard, *Blanus cinereus* (Vandelli, 1797) in Portugal (Reptilia: Amphisbaenidae). *Sauria* 19: 31-34.
- Malkmus R. 2004. Amphibians and reptiles of Portugal, Madeira and the Azores-Archipelago: distribution and natural history notes. Königstein, Alemania: Koeltz Scientific Books. <https://doi.org/10.1002/mmnz.200690001>
- Moreno-Rueda G & Pleguezuelos JM. 2007. Long-term and short-term effects of temperature on snake detectability in the wild: a case study with *Malpolon monspessulanus*. *Herpetological Journal* 17: 204-207.
- Moreno-Rueda G, Pleguezuelos JM & Alaminos E. 2009. Climate warming and activity period extension in the Mediterranean snake *Malpolon monspessulanus*. *Climatic Change* 92: 235-242. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9469-y>
- Moreno-Rueda G, Pleguezuelos JM, Pizarro M & Montori A. 2012. Northward shifts of the distributions of Spanish reptiles in association with climate change. *Conservation Biology* 26(2): 278-283. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2011.01793.x>
- Nilson G. 1980. Male reproductive cycle of the European adder, *Vipera berus* and its relation to annual activity periods. *Copeia* 1980: 729-737. <https://doi.org/10.2307/1444451>
- Patterson JW & Davies PMC. 1982. Predatory behavior and temperature relations in the snake. *Copeia* 1982: 472-472. <https://doi.org/10.2307/1444636>
- Pleguezuelos JM & Feriche M. 1999. Reproductive ecology of the horseshoe whip snake, *Coluber hippocrepis*, in the Southeast of the Iberian Peninsula. *Journal of Herpetology* 33 (2): 202-207. <https://doi.org/10.2307/1565715>
- Pleguezuelos JM & Villafranca C. 1997. Distribución altitudinal de la herpetofauna ibérica. En: Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles de España y Portugal. Monografías de Herpetología 3. (Pleguezuelos JM ed.). Granada: Editorial Universidad de Granada y Asociación Herpetológica Española, pp. 321-341.
- Pleguezuelos JM & Santos X. 1997. *Vipera latastei*. En Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal. Monografías de Herpetología 3. (Pleguezuelos JM ed.). Granada: Editorial Universidad de Granada y Asociación Herpetológica Española, pp. 288-290.
- Pleguezuelos JM. 2014. *Rhinechis scalaris* (Schinz, 1822). En: Fauna Ibérica 10 (Salvador A coord.). Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, pp. 777-799.
- Saint-Girons H. 1982. Reproductive cycles of male snakes and their relationships with climate and female reproductive cycles. *Herpetologica* 3: 5-16.
- Santos X & Pleguezuelos JM. 2015. *Culebra lisa meridional-Coronella girondica* (Daudin, 1803). En: Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles (Salvador A & Marco A, eds.). Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Disponible en <http://www.vertebradosibericos.org> (accedido 14-IV-2019).
- Santos X. 2000. Ecología de la culebra viperina, *Natrix maura* (Linnaeus, 1758), en el Delta del Ebro. Barcelona, España: Universitat de Barcelona. Tesis Doctoral.
- Santos X. 2015. *Culebra viperina-Natrix maura* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles (Salvador A & Marco A, eds.). Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. Disponible en <http://www.vertebradosibericos.org> (accedido 14-IV-2019).
- Skoczylas R. 1970. Salivary and gastric juice secretion in the grass snake *Natrix natrix* L. *Comparative Biochemistry and Physiology* 35: 885-903. [https://doi.org/10.1016/0010-406X\(70\)90084-8](https://doi.org/10.1016/0010-406X(70)90084-8)
- Spellerberg IF. 1977. Reptile body temperatures. 2. Examples of reptile voluntary temperature levels. *The Herpetile* 2: 20-37.
- Thomas CD, Cameron A, Green RE, Bakkenes M, Beaumont LJ, Collingham YC . . . Williams SE. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148. <http://dx.doi.org/10.1038/nature02121>