

## GEA, FLORA ET FAUNA

# Comportament termoregulador del gripau corredor (*Bufo calamita*) en una zona semiàrida

Neus Oromí\*, Sebastià Camarasa\*, Emile González\*, Joan Alàs\*\*, Miquel Pavillard\* & Delfi Sanuy\*

Rebut: 09.11.09

Acceptat: 25.02.11

## Resum

Les temperatures corporals de quinze gripaus corredors (*Bufo calamita*) adults foren mesurades en diferents anys (2006, 2007 i 2008) i èpoques de l'any (estiu, hivern) mitjançant la utilització de radioemissors implantats a la cavitat abdominal dels gripaus. La zona d'estudi estava en una zona semiàrida del sud de Lleida. La majoria dels gripaus estudiats afronten temperatures extremes presentant un comportament termoregulador. La majoria dels gripaus a l'hivern (6/8) presentaren una relació significativa entre la temperatura corporal i l'ambiental, mentre que a l'estiu tan sols un gripau la mostrava. Aquest resultat suggereix que els gripaus, a l'estiu, es refugien en llocs on la temperatura presenta poques variacions. Una possible explicació podria ser que els gripaus trien refugis amb humitat òptima i baixes temperatures. Es suggereix que les relacions entre la temperatura ambiental i la corporal reflecteixen l'intent de mantenir-se en un estat òptim d'hidratació que només s'aconsegueix a l'estiu en llocs relativament freds.

PARAULES CLAU: *Bufo calamita*, zones semiàrides, termoregulació, radiometria.

## Abstract

### Thermoregulator behaviour of natterjack toad (*Bufo calamita*) in a semiarid zone

Body temperatures of 15 adult toads (*Bufo calamita*) were measured in different years (2006, 2007 and 2008) and seasons (summer, winter) using implanted transmitters into the toad abdominal cavity. The study zone is situated in the south of the Terres de Lleida (Catalonia, Spain). The major part of the animals monitored (6/9) in winter showed a significant relationship between body and ambient temperature, but in summer, only one toad showed this significant relationship. The result suggests that toads, especially in summer, took refuge in places where the temperature remained in a small range of variation. Toads could choose shelters with humidity and cold temperature, in comparison to ambient temperature, suggesting that the relationship between environmental and body temperature observed in the natterjack toad reflect the attempt to maintain an optimal state of hydration.

KEYWORDS: *Bufo calamita*, semiarid zones, thermoregulation, radiotracking.

\* Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària. Departament de Producció Animal (Fauna Silvestre).

## Resumen

### Comportamiento termoregulador del sapo corredor (*Bufo calamita*) en una zona semiárida

Las temperaturas corporales de 15 sapos corredores (*Bufo calamita*) adultos fueron estudiadas en diferentes años (2006, 2007 y 2008) y épocas del año (verano, invierno) mediante la utilización de radioemisores implantados en la cavidad abdominal. La zona de estudio se hallaba en una zona semiárida del sur de Lleida. La mayoría de los sapos estudiados afrontan temperaturas extremas presentando un comportamiento termoregulador. La mayoría los sapos en invierno (6/9) presentaron una relación significativa entre temperatura corporal y ambiental, mientras que en verano tan sólo un sapo la mostraba significativa. Este resultado sugiere que los sapos, especialmente en verano, se refugian en lugares donde la temperatura presenta pocas variaciones. Una posible explicación sería que los sapos eligen refugios con humedad óptima y bajas temperaturas. Se sugiere, que las relaciones entre la temperatura ambiental y la corporal reflejan un estado óptimo de hidratación que sólo puede conseguirse en verano en lugares relativamente fríos.

**PALABRAS CLAVES:** *Bufo calamita*, zonas semiáridas, termoregulación, radiometría.

## Introducció

Els animals ectoterms com els amfibis depenen de l'ambient per a la regulació de la temperatura corporal i humitat i probablement seleccionen els seus hàbitats en funció d'aquestes variables ja que no tenen mecanismes fisiològics efectius per a la regulació tèrmica i/o hídrica. L'estudi de la variació en la temperatura corporal dels animals ectoterms és crucial per entendre la seva ecologia ja que té un efecte important en el seu desenvolupament, fisiologia i comportament (Huey, 1982; Smits, 1984). La importància dels hàbitats terrestres dels amfibis per a la seva dispersió i hibernació ha estat constatada recentment per diversos autors (per

ex., Bartelt, 2000; Muths, 2003; Pilliod *et al.*, 2002; Semlitsch, 1998). Fins i tot s'han dissenyat alguns models que simulen les propietats tèrmiques i de regulació hídrica d'alguns amfibis (Bartelt & Peterson, 2005) que permeten entendre com seleccionen els seus hàbitats. Tot i aquests estudis, el comportament i en general l'ecologia tèrmica de la majoria d'espècies d'amfibis és poc coneguda i presenta especial interès llur estudi en zones on existeixen limitacions ambientals com són la falta d'humitat i l'existència de temperatures extremes. El gripau corredor (*Bufo calamita*) és una anur abundant en les zones semiàrides de la vall de l'Ebre i presenta algunes diferències biològiques en comparació amb altres poblacions de la mateixa espècie de la resta d'Europa que no es troben en aquests hàbitats (vegeu Miaud *et al.*, 2000; Leskovar *et al.*, 2006; Sinsch *et al.*, 2007). Aquestes diferències apareixen a causa d'adaptacions a la manca d'humitat i a elevades temperatures de les zones semiàrides. El treball pretén caracteritzar el nínxol i l'ecologia tèrmica de *B. calamita* en una zona semiàrida de la vall de l'Ebre mitjançant l'estudi de l'ocupació de l'espai i la caracterització dels refugis emprats per l'espècie, i l'anàlisi de les estratègies comportamentals utilitzades en funció de la variació de la temperatura ambiental de la zona.

## Material i mètodes

### Zona d'estudi

La població de gripau corredor (*Bufo calamita*) estudiada es localitza a la vall o depressió del riu Ebre a la Plana de Lleida, concretament en l'espai natural de Mas de Melons. El clima és mediterrani i moderadament continental amb temperatures mitjanes a l'estiu de 24,7 °C (juliol) i de 5,3 °C a l'hivern (gener) (estació meteorològica: Lleida-Observatori 2, 192 m a.

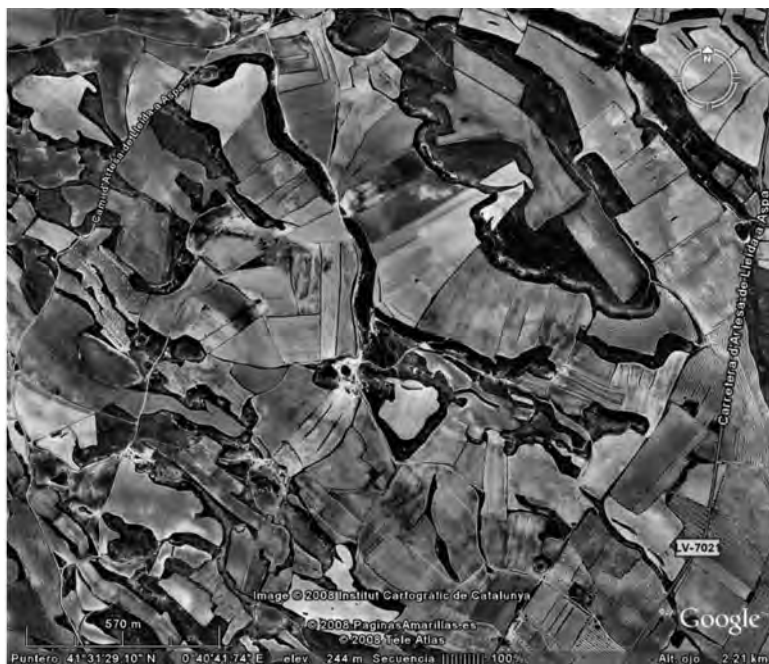


FIGURA 1. Mapa de localització del lloc de reproducció on van ser capturats vint-i-un exemplars de gripau corredor (*Bufo calamita*).

s. l., període 1971-2000; Instituto Nacional de Meteorología). El nombre mitjà de dies a l'any amb temperatures sota 0 °C és de 37 i la precipitació anual mitjana és de 369 mm. La zona és considerada com a semiàrida (Bolòs & Vigo, 1984; Conesa *et al.*, 1994). L'àrea d'estudi a Mas de Melons (41° 30' 50" N, 0° 43' 30" E, 240 a. s. l.) pertany a la província de Lleida, es troba a 15 km al sud-est de la ciutat de Lleida i inclou zones per al pasturatge de bestiar (ovelles) i zones amb agricultura tradicional de secà, majoritàriament de cereals d'hivern. Els gripaus es reproduïxen en punts d'aigua permanents, sovint eutrofitzats, i en punts d'aigua temporals al voltant dels camps de conreu. Altres aspectes de la biologia del gripau corredor en zones semiàrides han estat descrits prèviament per diversos autors (Miaud *et al.*, 2000; Miaud & Sanuy, 2005; Leskovar *et al.* 2006; Sinsch *et al.*, 2007; Sanuy *et al.* 2008).

## Seguiment

Es van capturar quinze exemplars de gripau corredor a les proximitats d'un lloc de reproducció en la zona d'estudi (Fig. 1) durant diferents èpoques i anys per al seu seguiment mitjançant radiotelemetria. A la taula 1 s'observa el sexe, el pes i la longitud així com els dies de seguiment al llarg dels diferents períodes. Per al tractament de les dades es va considerar la separació entre dos períodes estacionals, estiu i hivern, independents de l'any de seguiment.

Després de la seva captura, els gripaus van ser traslladats al laboratori i anestesiats mitjançant una immersió en 1 L d'aigua que contenia 270 mg d'etil-m-aminobenzoat (MS-222; Sigma Chemical Company). Se'ls va implantar radioemissors SOPT-2070 (Wildlife Materials, Inc Pes: 2,78 + / - 0,07 (SD) g), embolicats en una capa de parafina, mitjançant una incisió

TAULA 1. Exemplars de gripau corredor (*Bufo calamita*) seguits mitjançant radiotelemetria. ID: individus. Període seguiment: dies de durada del seguiment. Seguiment: dies compresos entre la primera localització del gripau i l'última

ID	Sexe	Pes (g)	Longitud (mm)	Període seguiment		Seguiment dies	Períodes estacionals
				Inici	Final		
5	M	76,0	52,1	29/03	30/06/2006	65	estiu
6	M	72,4	42,1	29/03	30/06/2006	65	estiu
10	M	82,9	62,4	29/03	30/06/2006	65	estiu
11	M	77,8	49,0	29/03	30/06/2006	80	estiu
12	M	75,6	52,2	29/03	30/06/2006	80	estiu
15	M	70,0	30,8	12/04	12/05/2007	24	estiu
14	M	74,0	38,0	30/01	21/03/2007	67	hivern
13	F	80,0	56,5	30/01	21/03/2007	76	hivern
1	M	70,0	31,8	09/01	30/03/2008	50	hivern
2	F	66,0	30,4	09/01	30/03/2008	87	hivern
3	M	68,0	25,8	09/01	30/03/2008	73	hivern
4	M	60,0	21,8	09/01	30/03/2008	58	hivern
7	F	71,0	41,7	09/01	30/03/2008	30	hivern
8	M	75,0	44,9	09/01	30/03/2008	83	hivern
9	F	74,0	54,7	09/01	30/03/2008	19	hivern

(1 cm aprox.) a la cavitat abdominal (Fig 2). Després de suturar la incisió, els gripaus es van mantenir en aigua fins que van despertar.

Durant alguns dies (5 + / - 4 (SD) dies), els gripaus es van mantenir en observació en terraris de 30 × 60 cm de base i 45 cm d'alçada, i alimentats *ad libitum*, fins a la seva recuperació, que va ser considerada quan els gripaus exhibiren un nivell d'activitat normal en comportament i alimentació. Després es varen alliberar en el mateix lloc on van ser capturats.

Les característiques tècniques dels emissors van permetre la localització dels gripaus així com la mesura de la seva temperatura corporal. Cada un dels emissors presentava un rang de freqüència diferent que va permetre la localització individual dels exemplars. Per tant, a cada individu li corresponia una freqüència que permetia la seva localització. Per a la mesura de la temperatura corporal, cada emissor portava incorporat un termistor intern que modulava l'interval entre els senyals transmesos, depenent de la temperatura a què es trobava. Abans de la implantació dels emissors, van ser calibrats en aigua (rang 0,1-37 °C) per tal



FIGURA 2. Implantació d'un emissor en la cavitat abdominal d'un exemplar de gripau corredor (*Bufo calamita*).

d'obtenir la relació entre l'interval de la senyal emesa i la temperatura.

Els gripaus van ser localitzats mitjançant un receptor de ràdio Albrecht AE65H equipat amb una antena model F151-BFB que va permetre la seva localització a una distància aproximada de 50 m. Un cop localitzat l'emissor, la temperatura corporal del gripau va ser registrada mitjançant la incorporació d'un receptor dissenyat pel taller d'electrònica de la Universitat de Koblenz que registrava les diferents freqüències emeses pel receptor.

El seguiment en el camp va ser diari tot efectuant cercles concèntrics, que distaven entre ells 5 m, des del lloc d'alliberament o últim lloc conegut on estava l'animal, fins que es localitzava de nou.

La temperatura corporal i ambiental es va mesurar dues vegades al dia en diferents hores. La temperatura ambiental mitjana es va mesurar immediatament després de la temperatura del gripau, amb una sonda HD9214 (error:  $\pm 0,2$ ). Al llarg de l'hivern de 2008 es van obtenir dades de temperatura del sòl o del refugi mitjançant un datalogger (registre de temperatures cada mitja hora, error:  $\pm 0,3$ ) instal·lat a 7 cm del terra i cobert de pedres, simulant un possible refugi, ja que el 2006 i el 2007 s'havien localitzat tots els individus en zones amb munts de pedres.

## Resultats

A l'hivern, alguns animals (ID [individu] = 1, 2, 3, 4, 8, 13 i 14) van presentar oscil·lacions en la seva temperatura corporal fins un moment en què aquesta va tendir a estabilitzar-se. Aquest és el cas del gripau 3, el seguiment del qual es va realitzar durant el 2008 (Fig. 3.A). Entre el 9 de gener i el 5 de febrer la temperatura corporal d'aquest animal es va trobar entre els 0,46 i els 27,15 °C, mentre que durant els dies següents fins a la finalització del seguiment la temperatura corporal va oscil·lar en un rang molt menor, entre 10,15 i 17,26 °C. Altres gripaus estudiats (ID = 7 i 11) van presentar un rang de variació de temperatures relativament petit en comparació amb el grup de gripaus anterior, amb temperatures més estables (Fig. 3.B). El rang de variació de la temperatura corporal per al gripau 7 (2008) va ser entre els 7,83 i els 14,46 °C.

A l'estiu, un exemplar, ID = 15, presentà grans variacions en la seva temperatura corporal durant el període de seguiment mentre que

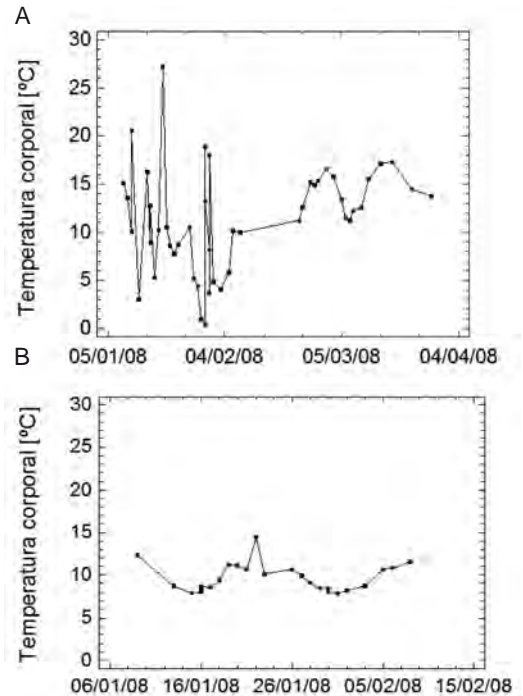


FIGURA 3. Temperatures corporals dels exemplars 3 (3.A) i 7 (3.B) de gripau corredor (*Bufo calamita*) registrades durant el seguiment d'hivern del 2008.

els altres gripaus (ID = 5, 6, 10, 11 i 12) van presentar rangs de variació de temperatura inferiors. A la figura 4.A s'observa l'alt rang de variació de la temperatura del gripau 15, entre 14,21 i 32,1 °C, mentre que a la figura 4.B s'observa com el gripau 11 va presentar una variació menor a la seva temperatura corporal compresa entre els 17,88 i els 24,48 °C.

La figura 5 mostra exemples corresponents als períodes d'estiu i d'hivern respecte a la relació de la temperatura corporal amb l'ambiental. Per a tots dos períodes, les figures mostren l'existència de gripaus que van variar la temperatura corporal en funció de l'ambiental (fig. 5.A hivern gripau 1, fig. 5.B estiu gripau 15) mentre que altres la van mantenir dins d'un petit rang de variació (fig. 5.A: hivern gripau 4, fig. 5.B estiu gripau 11).

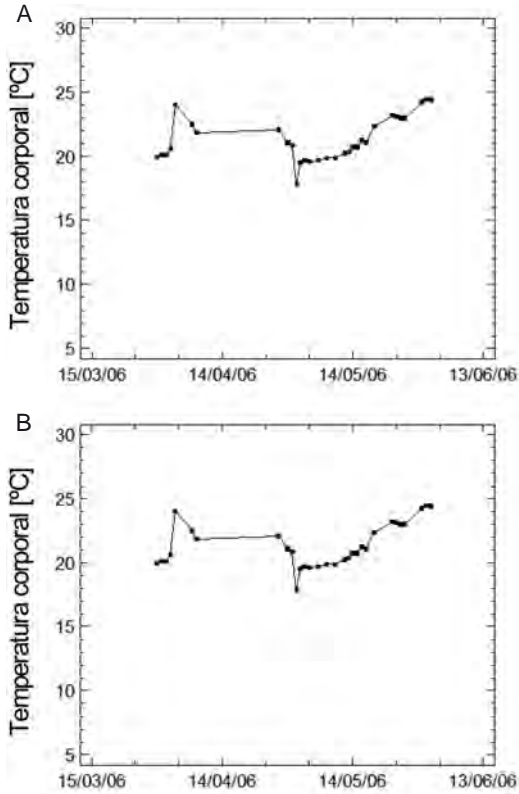


FIGURA 4. Temperatures corporals dels exemplars 15 (4.A) i 11 (4.B) de gripau corredor (*Bufo calamita*) registrades durant el seguiment d'estiu del 2007 i del 2006 respectivament.

La figura 6 mostra la relació entre la temperatura corporal i l'ambiental de la totalitat dels quinze gripaus seguits durant els diferents períodes i anys. La regressió simple entre les dues temperatures mostra una relació significativa entre la temperatura corporal i l'ambiental per al total de dades recollides (figura 6; temperatura corporal =  $5,22 + 0,62 * \text{temperatura ambiental}$ ). La temperatura ambiental explica el 54,13 % de la variabilitat de la temperatura corporal ( $p < 0,0001$ ). El rang de temperatura corporal va variar entre 0,27 a 32,24 °C, mentre que la temperatura ambiental es va trobar entre -1,9 a 36 °C.

Els resultats trobats per a l'hivern del 2008 pel que fa a la relació entre la temperatura

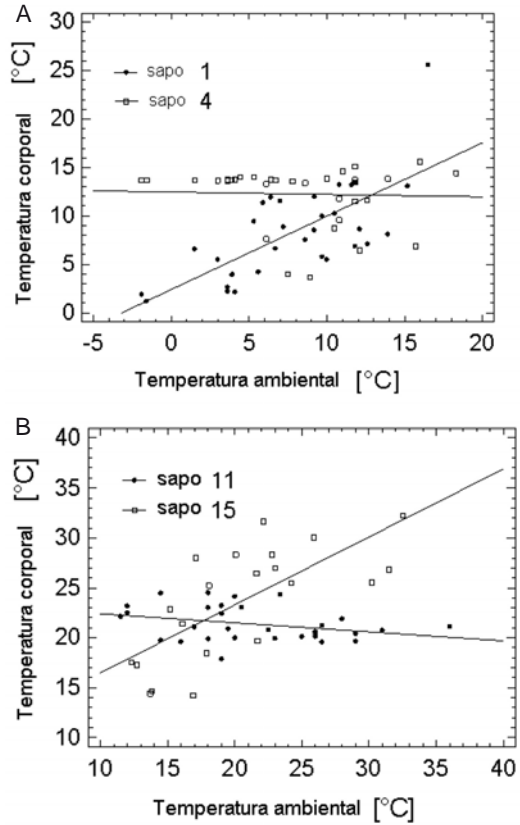


FIGURA 5. Temperatures corporals en funció de la temperatura ambiental de gripau corredor (*Bufo calamita*) registrades durant el seguiment d'hivern (5.A: gripau 1 i 4) i el d'estiu (5.B: gripau 11 i 15).

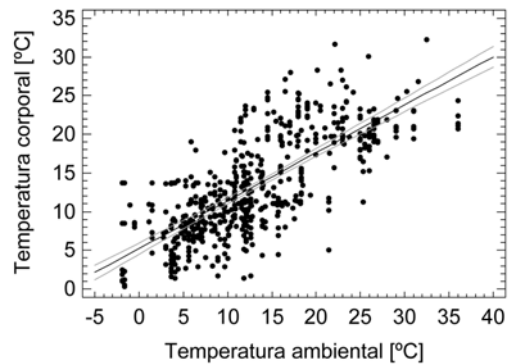


FIGURA 6. Regressió simple entre la temperatura corporal de quinze exemplars de gripau corredor (*Bufo calamita*) i la temperatura ambiental. Es mostra la línia de termoconformitat.

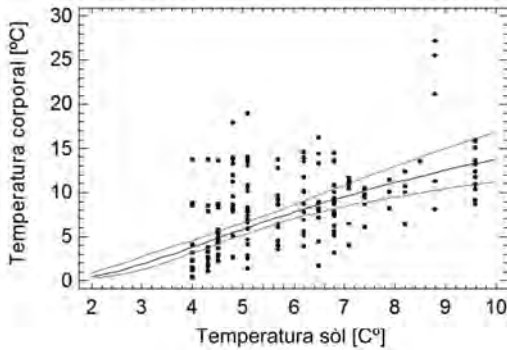


FIGURA 7. Regressió simple entre la temperatura corporal de quinze exemplars de gripau corredor (*Bufo calamita*) i la temperatura del sol. Es mostra la línia de termoconformitat.

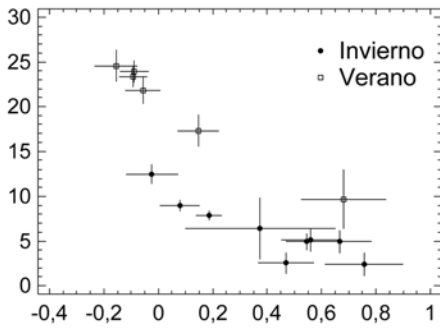


FIGURA 8. Relació entre el pendent  $a$  i el paràmetre  $b$  trobats en les regressions simples establertes entre la temperatura corporal de quinze gripaus (*Bufo calamita*) i l'ambiental. Temperatura corporal (ID) =  $b + a \cdot$  temperatura ambiental (ID = individu).

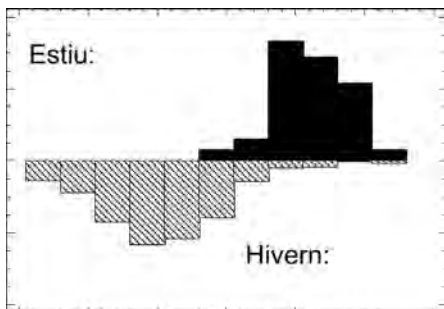


FIGURA 9. Distribució de les temperatures corporals de quinze gripaus corredors (*Bufo calamita*)

corporal i la temperatura del refugi o temperatura del sol (figura 7; temperatura corporal =  $\exp [3,47354 - 8,53405 / \text{temperatura terra}]$ ,

mostren com el rang de variació per a les dues temperatures és inferior (rang temperatura sols = 4 i 9/6 °C; rang temperatura corporal = 4 i 27,15 °C) al trobat entre la temperatura corporal i ambiental en el total de dades obtingudes en diferents períodes i anys. El model per a la relació entre la temperatura del sol explica en menor proporció la variació de la temperatura corporal ( $R^2 = 25,14$ ,  $p < 0,0001$ ) que el que es va obtenir per a la temperatura ambiental ( $R^2 = 54,13$ ). Per ambdues figures, fig. 6 i 7, es mostra la línia de termoconformitat mitjançant la qual es pot observar que els individus mantenen en general una temperatura superior a l'ambiental quan les temperatures són baixes i inferior quan aquestes són altes.

En la taula 2 s'observen els resultats per a la regressió simple realitzada per a la temperatura ambiental i corporal de cada un dels individus seguits. Va existir variació entre la significació i explicació del model depenent del gripau. S'observa com més de la meitat dels gripaus a l'hivern presentaven una relació significativa entre la seva temperatura corporal i ambiental (6/9) mentre que tan sols un gripau a l'estiu presentava significativa aquesta relació.

La figura 8 mostra la relació entre el pendent  $a$  i el paràmetre  $b$  de les regressions trobades per a cada gripau. S'observen situacions en què alguns gripaus presenten pendents més acusats (majoria de gripaus a l'hivern) i altres amb pendents menors (majoria de gripaus a l'estiu).

La figura 9 mostra la distribució de temperatures corporals per a tots els animals estudiats. Gran part dels gripaus a l'estiu es van trobar a 21,2 °C mentre que a l'hivern la majoria es va trobar a temperatures d'11,1 °C de mitjana. Les distribucions entre estiu i hivern van ser diferents (test «t» comparació de mitjanes:  $p < 0,0001$ ), però també ho van ser les desviacions (test «t» comparació desviacions estàndard:  $p < 0,0001$ ). Aquest fet mostra com a l'hivern hi va haver un rang de variació de temperatures més gran que a l'estiu.

TAULA 2. Regressió simple entre la temperatura corporal de quinze exemplars de gripau corredor (*Bufo calamita*) i la temperatura ambiental. Temperatura corporal (ID) =  $a + b * \text{temperatura ambiental}$ . (ID = individu. Període = període estacional.)

ID	a	b	p	R <sup>2</sup>	Període	Any
5	23,91	-0,09	0,100	10,04	estiu	2006
6	24,57	-0,16	0,054	13,07	estiu	2006
10	17,27	0,15	0,062	17,12	estiu	2006
11	23,33	-0,09	0,079	10,28	estiu	2006
12	21,82	-0,06	0,386	3,14	estiu	2006
15	9,67	0,68	0,000	50,57	estiu	2007
13	7,87	0,19	0,000	18,69	hivern	2007
14	4,93	0,55	0,000	48,30	hivern	2007
1	2,40	0,76	0,001	49,38	hivern	2008
2	5,15	0,56	0,000	36,13	hivern	2008
3	4,95	0,67	0,000	42,45	hivern	2008
8	2,53	0,47	0,000	31,84	hivern	2008
4	12,46	-0,02	0,804	0,19	hivern	2008
7	8,97	0,08	0,279	4,68	hivern	2008
9	6,43	0,37	0,201	14,39	hivern	2008

## Discussió

Els resultats obtinguts sobre la variació de la temperatura corporal del gripau corredor (*Bufo calamita*) mostren un patró de comportament termoregulator que depèn del període en què l'exemplar va ser seguit i del mateix animal. Hi ha alguns treballs que han contribuït en important mesura a l'ecologia tèrmica en amfibis (per ex., Carey, 1978; Lillywhite, 1970; Moore & Moore, 1980; O'Connor & Tracy, 1992; Seebacher & Alford, 2002; Seymour, 1972; Sinsch, 1989; Smits, 1984; Vangelder *et al.*, 1986).

Tanmateix, la major part d'aquests treballs s'han limitat a experiments en curts períodes de seguiment o en ambients artificials. L'estudi realitzat per Raush *et al.* (2008), que mostra les mesures durant períodes llargs de la temperatura corporal de *Bufo punctatus* en una zona desèrtica, revela també grans variacions en la temperatura corporal d'aquest gripau.

Les oscil·lacions en la temperatura corporal observades en alguns gripaus a l'hivern durant el període de seguiment (ex. figura 3.A) sembla que responen a la relació entre la temperatura corporal del gripau i l'ambiental. Si

s'observa la significació de les regressions per a cada animal, es constata que la majoria dels exemplars que van presentar oscil·lacions en la seva temperatura corporal van mostrar una correlació positiva i significativa amb l'ambiental (taula 2, gripaus: 1, 2, 3, 8, 13 i 14). De manera similar el gripau 15 a l'estiu va presentar una relació significativa entre les dues temperatures (taula 2, figura 4.A). En el cas del grup de gripaus que a l'hivern i a l'estiu van presentar un rang petit de variació en la seva temperatura corporal (ex. figura 3.B i figura 4.B), no van mostrar significació en la relació entre la temperatura corporal i l'ambiental (taula 2, gripaus 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 i 12).

La regressió simple representada a la figura 6 mostra com el 54,13 % ( $p < 0,0001$ ) de la variabilitat en la temperatura corporal de tots els animals es explicada per la temperatura ambiental, fet que evidencia una clara relació entre les dues temperatures. L'existència d'una relació més gran entre la temperatura corporal dels gripaus i l'ambiental (regulació heliotèrmica) que entre la temperatura corporal i la del sòl (regulació tigmotèrmica; fig. 7,  $R^2 = 24,14$ ) suggereix que els gripaus no es van enterrar, sinó que es van refugiar entre les cavitats en munts de pedres on podien desplaçar-se. En aquestes cavitats pot circular aire i són refugi de moltes espècies d'insectes. Tots els gripaus, tant a l'estiu com a l'hivern, van ser localitzats entre pedres. A la figura 8 es mostra la relació entre el pendent  $b$  i el paràmetre  $a$  de cadascuna de les regressions per a cada exemplar estudiat. L'evolució de la temperatura corporal de cada individu permet descriure diferents situacions de comportament en funció de la temperatura basades en la «conformitat (*Temperatura conformity*)» o la «regulació (*Thermoregulation or temperatura regulation*)». S'entén el concepte de comportament regulador o termoregulator com la tendència a moure's (dins del refugi o cap a altres) per buscar temperatures més confortables. Aquests exemplars són els que pre-



senten menors pendents en la regressió (vegeu la taula 3), a causa probablement d'haver trobat un refugi amb poca variació de temperatura. La situació o comportament de conformitat refereix al fet que alguns gripaus modificaren la seva temperatura corporal en funció de l'ambiental i presentaren pendents més elevats.

Les diferents situacions de conformitat o regulació en temperatura s'observen a la figura 5.A i 5.B, que correspon a gripaus seguits en els diferents períodes d'estiu i d'hivern respectivament. El gripau 4 (fig. 5.A) i el gripau 11 (fig. 5.B) van experimentar situacions de conformitat mentre que els exemplars 1 (fig. 5.A) i 15 (fig. 5.B) no van variar la seva temperatura corporal en funció de l'ambiental i van presentar una situació de regulació tèrmica. A l'estiu i a l'hivern hi ha temperatures que podrien ser considerades com a òptimes (figura 9). La majoria dels gripaus a l'hivern van trobar una temperatura mitjana confortable a 11,1 °C, mentre que a l'estiu va ser de 21,2 °C. Al voltant d'aquestes temperatures es presenten situacions de conformitat tendents a la situació de regulació com més allunyades es trobaven d'aquests valors. El fet que es trobi un rang major de temperatures corporals de gripaus a l'hivern que a l'estiu (test «t» comparació desviacions estàndard:  $p < 0,0001$ ) suggereix que els gripaus suporten millor les temperatures baixes que les altes.

La majoria dels gripaus estudiats a l'hivern (6/9) van presentar una relació significativa entre la temperatura corporal i l'ambiental, mentre que a l'estiu tan sols un (1/6) va mostrar significativa aquesta relació (taula 2). Aquest fet suggereix que els gripaus, especialment a l'estiu, es van refugiar en llocs on la temperatura va romandre amb un rang petit de variació i van presentar situacions de regulació en el seu comportament. Les característiques dels refugis són essencials per a la supervivència dels gripaus terrestres, especialment en zones amb baixa humitat. Seebacher & Alford (2002) van evidenciar la importància en la selecció de mi-

crohàbitats (refugis) amb *Bufo marinus*, conduents a reduir les conseqüències fisiològiques de l'estrès en temperatura i humitat. En zones semiàrides com la zona d'estudi, les temperatures elevades a l'estiu coincideixen amb períodes de sequera i un increment en temperatura sovint es tradueix en una disminució en humitat. La via més efectiva en anurs terrestres per minimitzar l'evaporació i evitar la deshidratació és mitjançant la selecció de microhàbitats (Schwarzkopf & Alford, 1996). Una possible explicació al manteniment de la temperatura en rangs petits de variació trobada a la zona d'estudi podria ser que els gripaus busquen refugis humits per evitar la dessecació, i van tendir a amagar-se en refugis amb humitat òptima amb relatives baixes temperatures. Alguns autors han descrit que alguns amfibis seleccionen microhàbitats freds en ambients secs (Malvin & Wood, 1991). En aquest sentit, el factor principal per a la regulació de la temperatura del gripau corredor a la zona d'estudi no és aquesta per si mateixa sinó la manca d'humitat. Per als amfibis, la hidrorregulació pot arribar a ser clau per a la termoregulació (Tracy *et al.*, 1993) especialment en hàbitats més àrids.

Els valors mínims i màxims del rang de temperatura corporal mínim i màxim trobat va ser de 0,28 i 32,24 °C respectivament. Aquests valors difereixen dels trobats en poblacions alemanyes en ambients més freds (Sinsch, 1990), on la temperatura mínima va ser de 4 °C i la màxima de 38 °C. A causa dels llargs períodes de temperatures baixes a Alemanya, els gripaus podrien enterrar fins a arribar als valors descrits per Sinsch (1990). A la vall de l'Ebre, en canvi, les temperatures baixes es limiten a uns dies i, fins i tot, tan sols a algunes hores del dia. Aquest fet podria explicar el comportament dels gripaus i els refugis que ocupen en les poblacions de la vall de l'Ebre, on els gripaus no necessitarien aixoplugar-se en llocs amb temperatures més altes. Mathias (1971) defineix el màxim crític en 41 °C, en què hi comença

a haver problemes per efecte de patògens. En cap cas els gripaus arribarien el màxim crític en temperatura en la zona estudiada.

Es pot concloure que els gripaus estudiats, van tendir a evitar les temperatures extremes en els diferents períodes de l'any tot emprant un comportament termoregulator. Els gripaus varen mantenir la temperatura constant gràcies a les característiques dels refugis ocupats. Es suggereix que les relacions entre la temperatura ambiental i la corporal observades en el gripau corredor reflecteixen primàriament l'intent de mantenir-se en un estat de confort (hidratació) que només pot aconseguir a l'estiu en llocs relativament freds.

## Bibliografia

- BARTELT, P. E. 2000. *A biophysical analysis of habitat selection in Western toads (Bufo boreas) in southeastern Idaho*. Ph. D. Dissertation. Idaho State University. Pocatello, Idaho.
- BARTELT, P. E. & PETERSON, C. R. 2005. Physically modeling operative temperatures and evaporation rates in amphibians. *Journal of Thermal Biology*, 30(2): 93-102.
- BOLOS, O. & VIGO, J. 1984. *Flora dels Països Catalans*. Vol. 1-3). Barcino ed. Barcelona.
- CAREY, C. 1978. Factors Affecting Body Temperatures of Toads. *Oecologia*, 35(2): 197-219.
- CONESA, J. A.; MAYORAL, A.; PEDRO, J. & RECASENS, J. 1994. *El paisatge vegetal dels espais d'interès naturals de Lleida: àrea meridional*. Diputació de Lleida. IEL.
- HUEY, R. B. 1982. Temperature, physiology, and the ecology of reptiles. In: *Biology of the Reptilia*. Vol. 12: *Physiology C* (C. Gans & F. H. Pough. Ed.). Academic Press. Londres.
- LESKOVAR, C.; OROMÍ, N.; SANUY, D. & SINSCH, U. 2006. Demographic life history traits of reproductive natterjack toads (*Bufo calamita*) vary between northern and southern latitudes. *Amphibia-Reptilia*, 27(3): 365-375.
- LILLYWHITE, H. B. 1970. Behavioral Temperature Regulation in Bullfrog, *Rana catesbeiana*. *Copeia*, 1: 158-168.
- MALVIN, G. M. & WOOD, S. C. 1991. Behavioral Thermoregulation of the Toad, *Bufo marinus* - Effects of Air Humidity. *Journal of Experimental Zoology*, 258(3): 322-326.
- MATHIAS, J. H. 1971. *The comparative ecologies of two species of amphibia (Bufo bufo and Bufo calamita) on the Ainsdale sand dunes national nature reserve*. Unveröff. Dissertation, University of Manchester.
- MIAUD, C. & SANUY, D. 2005. Terrestrial habitat preferences of the natterjack toad during and after the breeding season in a landscape of intensive agricultural activity. *Amphibia-Reptilia*, 26(3): 359-366.
- MIAUD, C.; SANUY, D. & AVRILLIER, J. N. 2000. Terrestrial movements of the natterjack toad *Bufo calamita* (Amphibia, Anura) in a semi-arid, agricultural landscape. *Amphibia-Reptilia*, 21(3): 357-369.
- MOORE, R. G. & MOORE, B. A. 1980. Observations on the Body-Temperature and Activity in the Red Spotted Toad, *Bufo punctatus*. *Copeia*, 2: 362-363.
- MUTHS, E. 2003. Home range and movements of boreal toads in undisturbed habitat. *Copeia*, (1): 161-165.
- O'CONNOR, M. P. & TRACY, C. R. 1992. Thermoregulation by Juvenile Toads of *Bufo woodhousei* in the Field and in the Laboratory. *Copeia*, 3: 865-876.
- PILLIOD, D. S.; PETERSON, C. R. & RITSON, P. I. 2002. Seasonal migration of Columbia spotted frogs (*Rana luteiventris*) among complementary resources in a highmountain basin. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 1849-1862.
- RAUSCH, C. M.; STARKWEATHER, P. L. & VAN BREUKELEN, F. 2008. One year in the life of *Bufo punctatus*: annual patterns of body temperature in a free-ranging desert anuran. *Naturwissenschaften*, 95(6): 531-535.
- SANUY, D.; OROMÍ, N. & GALOFRÉ, A. 2008. Effects of temperature on embryonic and larval development and growth in the Natterjack toad (*Bufo calamita*) in a semi-arid zone. *Animal Biodiversity & Conservation*, 31(1): 39-44.
- SCHWARZKOPF, L. & ALFORD, R. A. 1996. Desiccation and shelter-site use in a tropical amphibian: Comparing toads with physical models. *Functional Ecology*, 10(2): 193-200.
- SEEBACHER, F. & ALFORD, R. A. 2002. Shelter microhabitats determine body temperature and dehydration rates of a terrestrial amphibian (*Bufo marinus*). *Journal of Herpetology*, 36(1): 69-75.
- SEMLITSCH, R. D. 1998. Biological delineation of terrestrial buffer zones for pond-breeding salamanders. *Conservation Biology*, 12: 1113-1119.
- SEYMOUR, R. S. 1972. Behavioral Thermoregulation by Juvenile Green Toads, *Bufo debilis*. *Copeia*, (3): 572-575.
- SINSCH, U. 1989. Behavioral Thermoregulation of the Andean Toad (*Bufo spinulosus*) at High-Altitudes. *Oecologia*, 80(1): 32-38.
- SINSCH, U. 1990. *Verhalten- und ökophysiologische Untersuchungen an einer Kreuzkrote-Population: Wanderungen, Orientierung, Reproduktion, Dynamik, Thermoregulation und Wasserhaushalt*. Unveröff. Universität Bonn. Habilitationsschrift, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät. 153 p.
- SINSCH, U.; OROMÍ, N. & SANUY, D. 2007. Growth marks in natterjack toad (*Bufo calamita*) bones: histological correlates of hibernation and aestivation periods. *Herpetological Journal*, 17(2): 129-137.
- SMITS, A. W. 1984. Activity patterns and thermal biology of the toad *Bufo boreas halophilus*. *Copeia*, (3): 689-696.
- TRACY, C. R.; CHRISTIAN, K. A. & O'CONNOR, M. P. 1993. Behavioral Thermoregulation by *Bufo americanus* - the Importance of the Hydric Environment. *Herpetologica*, 49(3): 375-382.
- VANGELDER, J. J.; OLDERS, J. H. J.; BOSCH, J. W. G. & STARMANS, P. W. 1986. Behavior and Body Temperature of Hibernating Common Toads *Bufo bufo*. *Holarctic Ecology*, 9(3): 225-228.