

VARIACIÓN ALTITUDINAL Y DIMORFISMO SEXUAL EN LA
COLORACIÓN Y BIOMETRÍA DEL TRITÓN PIRENAICO
(*EUPROCTUS ASPER*, *AMPHIBIA-SALAMANDRIDAE*)

Joaquín GUERRERO-CAMPO¹

RESUMEN.—En este estudio se analizan las relaciones entre la altitud, longitud y coloración del tritón pirenaico, *Euproctus asper* (Dugès, 1852), en diversas localidades del Pirineo de Huesca. También se analizan las diferencias entre machos, hembras y jóvenes. En nuestra área de estudio, las hembras y sobre todo los jóvenes presentan colores más vivos que los machos y son menos rugosos. Las hembras tienen menor longitud del cuerpo y mayor longitud de la cola; muestran —únicamente ellas— una relación inversa entre colorido y longitud, es decir, pierden colorido con la edad. Conforme aumenta la altitud, los dos sexos son más oscuros y muestran una mayor longitud de cuerpo y de cola.

ABSTRACT.—*Altitude variation and sexual dimorphism on the colour and biometry of Euproctus asper (Amphibia-Salamandridae).* In this study the relationships between the altitude, length and colour variation in *Euproctus asper* (Dugès, 1852) were analyzed in Pyrenees of Huesca. Differences between males, females and youngs were also studied. Females and mainly youngs have brighter colours than males and are less wrinkled. Females showed shorter bodies and longer tails than males. In

¹ AÍNSA (Huesca).

females, we observed an inverse relationship between size and coloration (loose colour with their age). Both sexes showed darker coloration, larger bodies and longer tails in populations from high altitudes.

KEY WORDS.—Altitude, biometry, coloration, sexual dimorphism, *Euproctus asper*.

INTRODUCCIÓN

Euproctus asper (Dugès, 1852), al igual que otros urodelos y anuros, presenta grandes variaciones de coloración que por su plasticidad fenotípica son difíciles de interpretar. Cabe señalar que las variaciones de coloración e influencias de la longitud en relación con la altitud no han sido tratadas en este animal. Se ha señalado de modo intuitivo alguna observación: más oscuros los animales que viven a más altitud, menos tonos naranjas en los individuos grandes (DESPAX, 1923); pero, aparte de esto, no se ha trabajado más sobre este tema.

Por otro lado, sí que conocemos algunas relaciones biométricas (MARTÍNEZ-RICA, 1980). Sin embargo, otros autores (CLERGUE-GAZEAU y BONNET, 1979) no obtienen relaciones significativas entre la longitud y la altitud.

Los objetivos de este estudio son: 1) Relacionar la coloración y la biometría de este animal con la altitud, así como la relación coloración-biometría. 2) Averiguar las diferencias que presentan machos, hembras y jóvenes en los diferentes parámetros estudiados. Los resultados se intentarán interpretar, bien como adaptaciones a condiciones ambientales cambiantes a lo largo del gradiente altitudinal, bien como resultado de la dinámica del crecimiento y sus influencias.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los individuos sobre los que se ha hecho el estudio proceden de trece localidades diferentes, todas ellas (excepto una muy cercana) situadas dentro de la comarca pirenaica de Sobrarbe (provincia de Huesca, España) (Fig. 1). El área de estudio es relativamente pequeña (con aproxi-

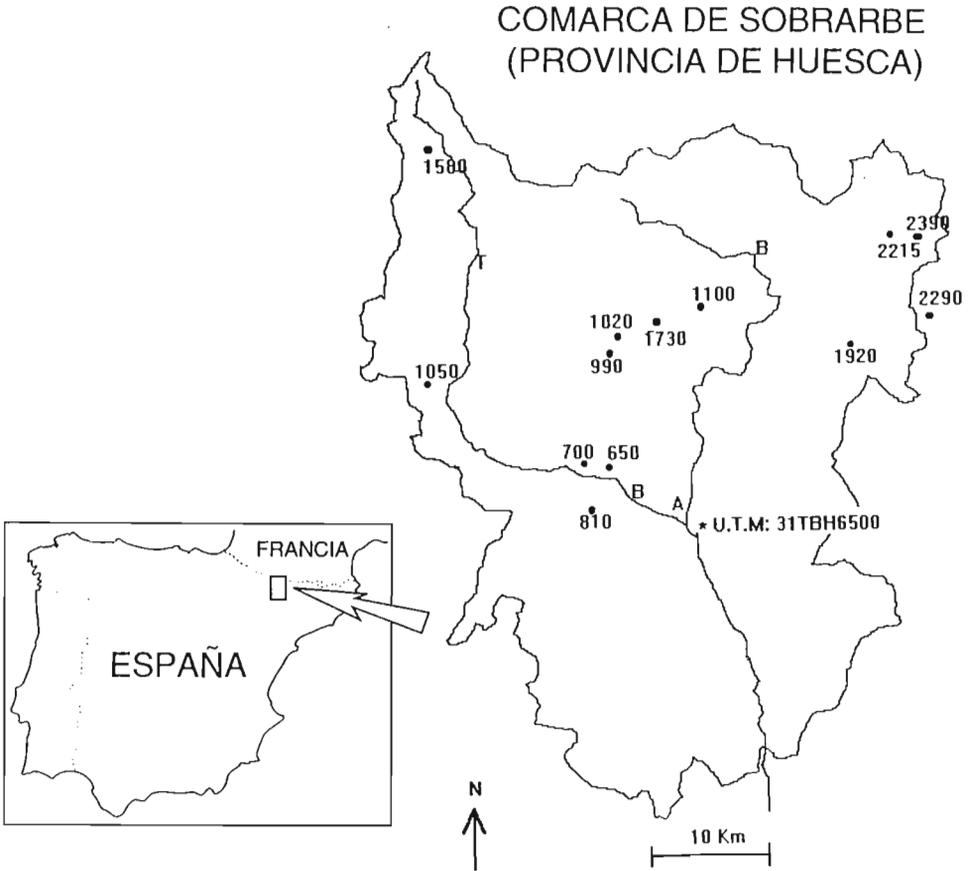


Fig. 1. Localización sobre un mapa de Sobrarbe (Pirineo de Huesca, España) de las estaciones en las que se han tomado muestras para el estudio. Se indica la altitud de cada una de ellas. Se señalan los ríos Ara y Cinca, así como la inicial de los pueblos principales (Aínsa, Boltaña, Bielsa y Torla).

madamente 40 km de distancia máxima entre localidades), pero en ella la altitud varía ampliamente (de 700 a 2.400 m aproximadamente). Por ello, se ha considerado que a la hora de explicar las diferencias morfológicas los demás factores geográficos deben de tener una menor variación y posiblemente una menor influencia que la altitud. Las poblaciones muestreadas son torrentícolas en su mayoría, si bien algunas son lacustres.

Para el análisis de los datos biométricos se consideraron únicamente las siguientes variables: altitud, longitud del cuerpo y longitud de la cola. Para el análisis de coloración se consideraron: oscuridad (tono del lomo más o menos oscuro, que varía de marrón claro a negro intenso), amarillo del lomo, naranja del vientre y amarillo del vientre. Los grados de coloración se asignaron en una escala de 0 a 10 gracias a la comparación de dibujos con diferentes escalas de color. La justificación de tal metodología es la gran dificultad en la medición de la vivacidad del color, al margen de costosos espectrofotómetros que no obstante no poseen la gama de percepción del ojo humano (CIRER y MARTÍNEZ-RICA, 1986). Se asignó por último una escala de rugosidad general del animal que dividía a los animales en lisos, rugosos e intermedios. Todos los datos fueron tomados en el campo.

Para los análisis de caracteres biométricos se contó con los datos de 39 machos y 53 hembras. Para los de coloración, únicamente con los 31 machos y 39 hembras que tenían todos los datos completos.

Las pruebas estadísticas empleadas fueron —en el caso de los datos biométricos— el test paramétrico de la t-Student y la correlación de Pearson (SOKAL y ROHLF, 1969). En el caso de los datos que hacen referencia a la coloración y la altitud, las pruebas fueron el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney y la correlación por rangos de Spearman (SIEGEL, 1975). Para comparar las pendientes de las rectas de regresión entre la longitud del cuerpo y de la cola en machos y hembras, se empleó la tabla de significación de la t, siguiendo las fórmulas e indicaciones que aparecen en ZAR (1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1. *Biometría. Dimorfismo sexual*

Las medias en la longitud del cuerpo (distancia del morro al nacimiento de la pata posterior) fueron de 5.94 cm para los machos y 5.47 cm para las hembras (Tabla I); las diferencias fueron significativas ($p = 9.83 \text{ E-}5$). La longitud de la cola, al contrario de lo que ocurrió con la longitud del

	Machos		Hembras		Probabilidad de la diferencia
	Media \pm error estándar	% CV	Media \pm error estándar	% CV	
Longitud del cuerpo	5.943 \pm 0.563	9.4	5.469 \pm 0.653	11.9	0.000
Longitud de la cola	5.242 \pm 0.469	9.0	5.494 \pm 0.812	14.8	0.030

Tabla I. Test de medias (test de la t-Student) entre machos y hembras para los datos biométricos tratados. Aparece la media, el % del coeficiente de variación (% CV) y el error estándar, además de la probabilidad de que cada una de las variables sea independiente del sexo.

resto del cuerpo, es mayor en las hembras (5.49 cm frente a 5.24 cm de media) y también significativa ($p = 0.03$).

Estos resultados no son acordes con los obtenidos en la bibliografía: MONTORI (1988) encuentra una mayor longitud en las hembras, tanto del cuerpo como de la cola; CLERGUE-GAZEAU y BONNET (1979) obtienen resultados similares en tres de las cinco estaciones de muestreo, no así en las otras dos; sin embargo, CLERGUE-GAZEAU y MARTÍNEZ-RICA (1978) observan, al igual que en este trabajo, una mayor longitud total de los machos. Estos resultados nos hacen pensar en unas diferencias notables dependiendo de la localidad de obtención de las muestras.

Analizando la relación entre la longitud del cuerpo y de la cola mediante regresión (Fig. 2) observamos una mayor pendiente en la recta de regresión de las hembras (1.01 frente a 0.41 en los machos). Realizando un test para comparar las dos pendientes (véase ZAR, 1984), observamos que ambas son significativamente diferentes. Estos datos nos indican que el crecimiento de la cola de las hembras se realiza siempre de manera proporcional a la longitud del cuerpo, mientras que los machos presentan un crecimiento alométrico negativo de la cola respecto a la longitud total, especialmente a partir de la madurez, algo ya señalado anteriormente (CLERGUE-GAZEAU, 1971). CLERGUE-GAZEAU (1972) ya indicó que las hembras tienen una mayor longitud de la cola respecto al cuerpo, mientras que WOLTERSTORFF (1900) señaló la menor proporción de la cola en los machos viejos. Este crecimiento alométrico de la cola respecto del

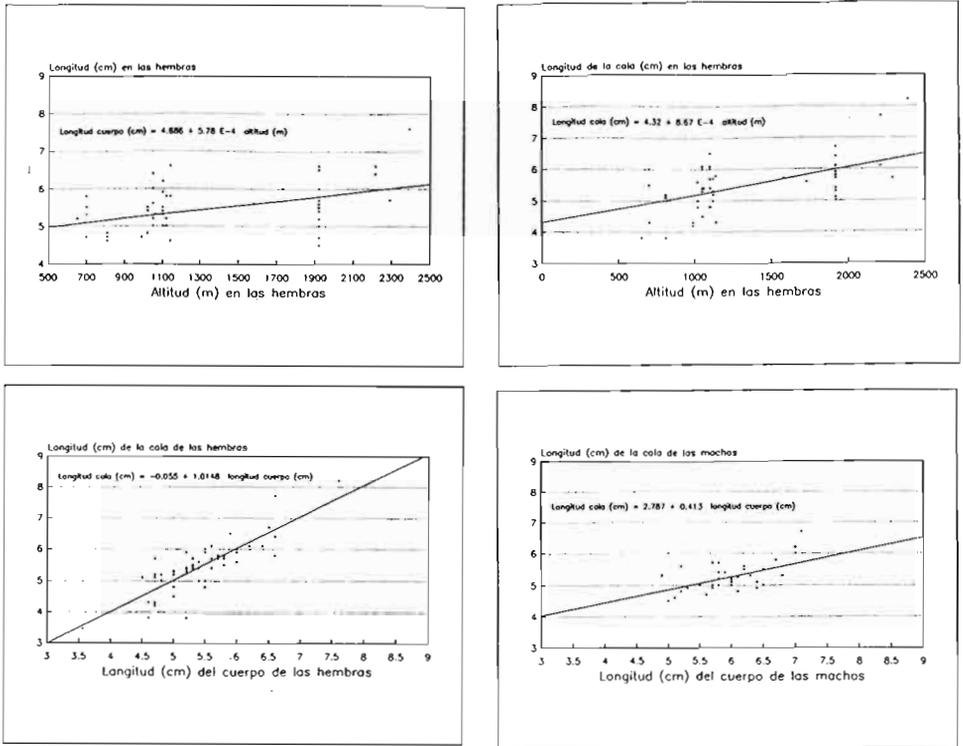


Fig. 2. Correlaciones biométricas. Se incluyen las nubes de puntos y la recta para varias de las regresiones obtenidas. Indicamos los parámetros de la recta.

cuerpo se corrobora, sin ninguna controversia aparente, en este estudio (véanse Fig. 2 y Tabla II).

1.2. *Biometría. Variación altitudinal*

Para las relaciones entre longitud corporal y altitud en los individuos adultos, se observa una correlación positiva entre la longitud del cuerpo (excluyendo la cola) y la altitud. Las relaciones son significativas, aunque los r^2 son mayores en las hembras (Tabla II). La pendiente de la recta de regresión también es mayor en el caso de las hembras, por lo que se ven más afectadas por la altitud. En otros estudios (CLERGUE-GAZEAU y

Machos	Altitud		Longitud del cuerpo	
Longitud del cuerpo	$r = 0.357$ $p = 0.028$	$(r^2 = 0.127)$	–	
Longitud de la cola	$r = 0.324$ $p = 0.046$	$(r^2 = 0.105)$	$r = 0.496$ $p = 0.001$	$(r^2 = 0.246)$
Hembras	Altitud		Longitud del cuerpo	
Longitud del cuerpo	$r = 0.434$ $p = 0.000$	$(r^2 = 0.188)$	–	
Longitud de la cola	$r = 0.499$ $p = 0.000$	$(r^2 = 0.248)$	$r = 0.817$ $p = 0.000$	$(r^2 = 0.666)$

Tabla II. Correlaciones entre datos biométricos. Aparecen los coeficientes de correlación (r) de Spearman y la probabilidad de independencia de las dos variables (p). En el caso de longitud del cuerpo vs longitud de la cola, la prueba ha sido la de Pearson.

BONNET, 1979), sin embargo, no se encontraron diferencias biométricas con la altitud.

La relación entre la longitud de la cola y la altitud es positiva y muy marcada en el caso de las hembras ($p = 0.0003$) y menos en los machos ($p = 0.045$); las primeras presentan una mayor pendiente en la recta de regresión.

2.1. Coloración. Dimorfismo sexual

En primer lugar estudiamos las diferencias según el sexo para cada una de las variables, las cuales aparecen en la tabla III. Para el grado de oscuridad del lomo, los resultados no son significativos (suponemos que no hay en este caso diferencias dependientes del sexo). Algo similar ocurre con los colores amarillo del lomo y amarillo del vientre. Para la variable naranja del vientre, las hembras son claramente más naranjas, con una probabilidad de error casi nula ($p = 5.7 \text{ E-}5$). En cuanto a la rugosidad, los machos son bastante más rugosos que las hembras.

Variable	Hembras vs machos		Jóvenes vs adultos	
	Diferencia	P	Diferencia	P
Oscuridad	+	0.960	+	0.330
Amarillo del lomo	+	0.320	+	0.002
Naranja del vientre	+	0.000	+	0.001
Amarillo del vientre	+	0.519	+	0.059
Rugosidad	-	0.004	-	0.003

Tabla III. Test de medias entre machos, hembras y jóvenes sobre variables de coloración. Se ha realizado el test no paramétrico de la U de Mann-Whitney. El signo + o - indica si el valor medio del primer grupo (por ejemplo, hembras) es mayor o menor al que posee el segundo (machos). Se indica la probabilidad (p) de que la variable no presente diferencias entre los dos grupos.

Se han comparado las características de coloración de los jóvenes respecto a los adultos —tanto machos como hembras— (Tabla III). La oscuridad del lomo y el amarillo del vientre no son significativamente diferentes. Sin embargo, los jóvenes son claramente menos rugosos que los adultos y con más coloración. Así, presentan significativamente mayor amarillo en el lomo y naranja en el vientre. Vemos cómo las dos comparaciones (hembras vs machos y jóvenes vs adultos) dan resultados casi similares, haciendo excepción en la diferencia significativa en el amarillo del lomo entre jóvenes y adultos, que no aparece en el otro test. Ello parece indicarnos que las hembras comparten características de los jóvenes y que, teniendo en cuenta estos caracteres, las hembras parecen ser un intermedio entre los jóvenes y los machos.

2.2. Coloración. Variación altitudinal

Las matrices de correlación se exponen en las tablas IV y V. Observamos una correlación positiva entre oscuridad y altitud, más evidente en los machos ($r = 0.69$) que en las hembras ($r = 0.59$). Esta correlación evidencia un color más oscuro en los animales de altura, lo cual

	Altitud	Oscuridad	Amarillo del lomo	Naranja del vientre	Amarillo del vientre	Rugosidad
Oscuridad	$r = 0.69$ $p = 0.000$					
Amarillo del lomo	$r = -0.07$ $p = 0.680$	$r = -0.36$ $p = 0.050$				
Naranja del vientre	$r = -0.35$ $p = 0.056$	$r = -0.53$ $p = 0.003$	$r = 0.50$ $p = 0.007$			
Amarillo del vientre	$r = 0.15$ $p = 0.401$	$r = 0.22$ $p = 0.232$	$r = -0.21$ $p = 0.252$	$r = -0.40$ $p = 0.028$		
Rugosidad	$r = -0.77$ $p = 0.000$	$r = -0.75$ $p = 0.000$	$r = 0.31$ $p = 0.086$	$r = 0.38$ $p = 0.036$		
Longitud del cuerpo	$r = 0.32$ $p = 0.077$	$r = 0.18$ $p = 0.334$	$r = -0.14$ $p = 0.423$	$r = 0.06$ $p = 0.700$	$r = -0.18$ $p = 0.315$	$r = -0.13$ $p = 0.470$

Tabla IV. Matriz de correlaciones para la coloración de los machos. Se indica el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman (r) y la probabilidad de independencia (no correlación) de las dos variables (p).

	Altitud	Oscuridad	Amarillo del lomo	Naranja del vientre	Amarillo del vientre	Rugosidad
Oscuridad	$r = 0.59$ $p = 0.000$					
Amarillo del lomo	$r = -0.03$ $p = 0.820$	$r = -0.03$ $p = 0.820$				
Naranja del vientre	$r = -0.32$ $p = 0.045$	$r = -0.09$ $p = 0.558$	$r = 0.43$ $p = 0.007$			
Amarillo del vientre	$r = 0.39$ $p = 0.016$	$r = 0.21$ $p = 0.188$	$r = -0.37$ $p = 0.022$	$r = -0.61$ $p = 0.000$		
Rugosidad	$r = -0.25$ $p = 0.114$	$r = -0.47$ $p = 0.003$	$r = -0.14$ $p = 0.356$	$r = -0.01$ $p = 0.471$	$r = -0.140$ $p = 0.930$	
Longitud del cuerpo	$r = 0.55$ $p = 0.001$	$r = 0.17$ $p = 0.292$	$r = -0.48$ $p = 0.031$	$r = -0.57$ $p = 0.000$	$r = 0.43$ $p = 0.080$	$r = 0.16$ $p = 0.310$

Tabla V. Matriz de correlaciones para las hembras (véase la explicación en la tabla IV).

podría interpretarse como una adaptación para captar mayor radiación en los lugares más altos (luego también más fríos). Sus costumbres acuáticas, sin embargo, hacen prácticamente imposible un calentamiento diferencial debido a la gran conductividad del agua. No obstante, según la literatura existente, el melanismo de los animales de la alta montaña no suele explicarse como una adaptación hacia un mayor calentamiento sino hacia una mayor protección frente a los rayos ultravioletas, de mayor intensidad en la montaña. Sin embargo, sus costumbres nocturnas (DESPAX, 1923) parecen contradecir esta hipótesis, abriendo otra discusión en torno al carácter adaptativo del melanismo. Es posible pensar que la cripsis o mimetismo con el sustrato explique esta relación, ya que las diferencias entre litologías siguen unos patrones más o menos fijos en el Pirineo: la roca caliza (que suele formar lechos más claros que el granito y las rocas metamórficas) se sitúa —a grandes rasgos— a menor altitud que ellos.

DESPAX (1923) señaló intuitivamente que estos animales adquirirían colores más apagados con la edad. En nuestro estudio aparece una correlación negativa y significativa del amarillo del lomo y el naranja del vientre respecto de la longitud —variable que podemos asociar groseramente a la edad— (Tablas IV y V). No obstante, esta relación sólo aparece en las hembras, mientras que los machos no la presentan (Fig. 3). Estos resultados son acordes con los que ofrecían los jóvenes, ya que éstos tienen mayor coloración que los adultos, por lo que podemos hablar de una clara pérdida progresiva del colorido con la edad, al menos en el sexo femenino. Correlacionadas estas mismas variables con la altitud, obtenemos resultados difícilmente interpretables (Tablas IV y V): relación negativa entre naranja del vientre y altura, positiva entre amarillo del vientre y altitud (sólo en las hembras).

La rugosidad también está correlacionada con la altitud ($r = -0.77$) (Tabla IV) en el caso de los machos; son, por tanto, más rugosos a menor altitud. La fuerte relación positiva de la rugosidad con la oscuridad de la piel puede invalidar, no obstante, esta interpretación.

El amarillo del lomo y el naranja del vientre están correlacionados positivamente, por lo que parece que los individuos tienden a ser de colo-

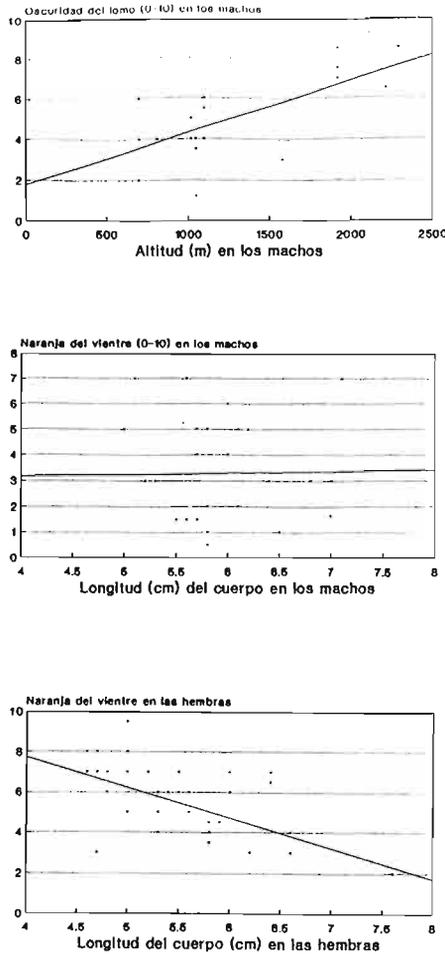


Fig. 3. Nubes de puntos y recta de las relaciones de coloración de mayor interés.

rido vivo o apagado, pero tanto en el lomo como en el vientre. Por contra, el color amarillo del vientre no sigue esta pauta, ya que no es sino una *versión* apagada del naranja.

Por último, cabría incidir sobre el diferente comportamiento frente a la altitud que presentan los dos sexos: por un lado, las hembras parecen estar más afectadas por la altitud (tienen una mayor pendiente en las rectas de regresión y un mayor coeficiente de correlación), sobre todo en los análi-

sis de aumento de longitud con la altura y de disminución de coloración con la edad. Los machos, por su parte, parecen estar más afectados en el caso de la oscuridad del lomo *versus* altitud.

CONCLUSIONES

—En nuestra área de estudio, las hembras de *Euproctus asper* presentan frente a los machos similar oscuridad del lomo y amarillo del vientre, pero son más naranjas en el vientre, con menor longitud del cuerpo (excluida la cola) y mayor longitud de cola.

—Las hembras parecen poseer características intermedias entre los machos y los jóvenes. Los últimos son los menos rugosos y con colores más vivos (más naranja en el vientre y amarillo en el lomo). Las hembras son intermedias; los machos poseen el menor colorido y la mayor rugosidad y son aún más rugosos si viven a poca altitud.

—En nuestra área, los individuos de esta especie poseen un color más oscuro en el lomo si se encuentran a gran altitud.

—Las hembras con mayor longitud (y por tanto de mayor edad) presentan una disminución de su colorido, tanto del amarillo del lomo como del naranja del vientre. Los machos, sin embargo, no muestran tal relación.

—Los individuos son más grandes a mayor altitud, tanto en lo que se refiere al cuerpo como a la cola.

—En un individuo, la vivacidad del color tiende a estar asociada: si es muy naranja en el vientre, lo es también muy amarillo en el lomo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración de Marcos del Castillo, Albert Montori, Juan Pablo Martínez-Rica, Pedro Villar, Ramón Antor y Joan Pino.

BIBLIOGRAFÍA

- CIRER, A. M. y J. P. MARTÍNEZ-RICA. 1986. Application of colorimetric techniques to the taxonomy of *Podarcis pityusensis*: 323-326. In: ROCEK, Z. (ed.), *Studies in Herpetology*, Prague.
- CLERGUE-GAZEAU, M. 1971. L'Euprocte pyrénéen. Consequence de la vie cavernicole sur son développement et sa reproduction. *Annales de Spéléo.*, 25(4): 825-960.
- CLERGUE-GAZEAU, M. (1972). Évolution du rapport longueur de corps/longueur totale pendant la croissance de l'Euprocte des Pyrénées. *Ann. Limnol.*, 8: 223-228.
- CLERGUE-GAZEAU, M. y J. P. MARTÍNEZ-RICA (1978). Les différents biotopes de l'urodèle pyrénéen: *Euproctus asper*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 114 (3-4): 461-471.
- CLERGUE-GAZEAU, M. y M. L. BONNET (1979). Analyse biométrique de composants du squelette de l'urodèle *Euproctus asper* (II). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 115 (3-4): 425.
- DESPAX, R. (1923). Contribution à l'étude anatomique et biologique des Batraciens Urodèles du groupe des Euproctes et spécialement de l'Euprocte des Pyrénées *Triton (Euproctus) asper* (Dugès). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 51: 185-440.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P y M. CLERGUE-GAZEAU (1977). Données nouvelles sur la répartition géographique de *Euproctus asper*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 113 (3-4): 318-330.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1980). Algunos datos sobre las poblaciones meridionales del tritón pirenaico (*Euproctus asper*). *Studia Oecologica*, 2: 135-154.
- MONTORI, A. (1988). *Estudio sobre la biología y ecología del tritón pirenaico Euproctus asper (Dugès, 1852) en la Cerdanya*. Tesis Doctoral. Fac. Biología. Univ. Barcelona.
- SIEGEL, S. (1975). *Estadística no paramétrica*. Ed. Trillas. México.
- SOKAL, R. y F. J. ROHLF (1969). *Biometry*. W. H. Freeman and Company. New York.
- WOLTERSTOFF, W. 1900. Révision des espèces du genre *Euproctus* Géné suivi d'un aperçu des Urodèles de la Région Paléartique. *Feuille J. Nat.*, 31: 33-38.
- ZAR, J. H. 1984. *Biostatistical analysis* (second ed.). Ed. Prentice-Hall. London.