

ESTUDIO DE LAS POBLACIONES DE TRITON PALMEADO, *Triturus helveticus* (Razoumowsky, 1789), EN EL MACIZO DEL GORBEA Y EN LA ZONA MINERA DE LAS ENCARTACIONES (VIZCAYA). BIOMETRIA Y AUTOECOLOGIA.

Por: Luis Docampo
Carlos Alberto del Campo
Eugenio Rico (*)

RESUMEN

Se ha realizado un estudio comparativo entre dos poblaciones de tritón palmeado (*Triturus helveticus*) ubicadas en el macizo del Gorbea y en la zona minera de las Encartaciones, separadas linealmente entre sí por una distancia de 40 Km. El estudio consta de dos partes: primero, la biometría; para la cual se capturaron 20 individuos de la primera población (10 machos y 10 hembras) y 43 de la segunda (20 machos y 23 hembras) durante enero, febrero, marzo y abril de 1986; y segundo, la autoecología de la especie, estudiada en base al análisis biótico de los medios acuáticos que ocupa (estructura de la comunidad herpetológica, alimentación y competencia) y al análisis físico-químico de las aguas y del sedimento de dichos medios.

En el estudio biométrico se establece el dimorfismo sexual mediante pruebas de la *t* de Student y la X^2 de Pearson, las cuales arrojan valores muy significativos. La comparación de las dos poblaciones mediante la *t* de Student muestra claramente la existencia de una clina altitudinal.

Mediante el análisis ecológico de los medios acuáticos muestreados se establece que el tritón palmeado es una especie limnófila y ubiquista.

LABURPENA

Elkarren artean 40 Km.tako distantzian dauden Enkarterrietako meatze-zonan eta Gorbeako mazizoan kokaturiko unhandre palmeatuaren (*Triturus helveticus*) bi populazioen ikerketa konparatiboa egin da. Ikerketa, bi ataletan banatu da: lehenengoan, biometria zeinarentzat lehen populazioaren 20 ale hartu baitziren (10 har eta 10 eme) eta 43 bigarrenarenak (20 har eta 23 eme), 1986.eko urtarrila, otsaila, martxo eta apirilean zehar, eta bigarrenik, espeziearen autoekologia hurrengo bi puntuetan oinarritu delarik: Espeziea kokatzen deneko ingurune akuatikoaren analisi biotikoa (komunitate herpetologikoaren egitura, eta elikadura eta konkurrenzia) eta bestetik, ingurure horien uraren eta sedimentuaren analisi fisikokimikoa.

Ikerketa biometrikoan, Student-en *t* eta Pearson-en X^2 direlakoan bidez, dimorfismo sexuala finkatu da, oso balore adierazagarriak azal daitezkeelarik.

Student-en *t* bidezko populazioen konparaketak, klina altitudinal baten existentzia adierazi du garbi. Laginduriko urunearen analisi ekologikoaren bidez, unhandre palmeatua espezie limno filoa eta kosmopolita dela finkatu da.

* Dpto. de Biología (Zoología). Facultad de Ciencias, Universidad del País Vasco. Apdo. 644. 48080 BILBAO.

SUMMARY

A comparative study between two populations of *Triturus helveticus*, from Gorbea and Encartaciones each, has been realized. Both populations are separated by 40 Km. The work presented two parts: (a) biometry: 10 males and 10 females of the Gorbea population and 20 males and 23 females of the Encartaciones population were captured from January to April (1986); and (b) autoecology; dealing with the biotic analysis of the aquatic environment which this species occupies (structure of the herpetological community, feeding and competence) and with the physico-chemical analysis of the water and sediments.

In basis of the biometry the sexual dimorphism is established by means of the Student's *t* and Pearson's χ^2 , which resulted highly significant.

The comparison between both populations by means of the Student's *t* shows the existence of a clear altitudinal cline.

From the ecological analysis of the aquatic environments that we have studied, it became established that the *Triturus helveticus* is a limnophilic and ubiquitous species.

INTRODUCCION

El tritón palmeado (*Triturus helveticus*) es una especie de salamánrido europeo, cuyo área de distribución se extiende desde el norte de la Península Ibérica hasta el noroeste y centro de Alemania, ocupando los siguientes países: Portugal, España, Francia, Bélgica, Holanda, Luxemburgo, Alemania y Gran Bretaña, faltando en la isla de Irlanda (ARNOLD y BURTON, 1978). Aunque dicho área se mantiene, la especie parece estar disminuyendo en cuanto al número de individuos y a los lugares de distribución (BALLASINA, 1984).

En la Península Ibérica se encuentra en el norte de Portugal, Galicia, Asturias, León, Santander, Burgos, Soria, Logroño, País Vasco, Navarra, Zaragoza, Huesca, Lérida, Tarragona, Barcelona y Gerona (SALVADOR, 1985), ocupando zonas desde el nivel del mar (ha sido encontrado en Noja-Santander-habitando charcas de aguas salobres) hasta por encima de los 2.000 m. (1.900 en los Picos de Urbión, 2.060 en los Pirineos españoles y 2.400 en los Pirineos franceses según citas de WOLTERSTORFF, MARTINEZ RICA y CLERGUEGAZEAU). En el País Vasco mantiene poblaciones fuertes y abundantes, siendo la especie de tritón más encontrada y conocida; sin embargo, las poblaciones del Sistema Ibérico y del Valle del Ebro están muy amenazadas, debido a la introducción de peces (principalmente salmónidos americanos) en sus ecosistemas acuáticos, y al rápido aumento de la contaminación, tanto por el uso de insecticidas y pesticidas, como por el de abonos y otros compuestos químicos tan usados en la agricultura moderna de la zona donde vive (GARCIA, 1985).

En España se han descrito varias variedades; sin embargo, la validez de algunas formas es muy discutible y la mayoría de los autores consideran solamente tres subespecies: *Triturus helveticus helveticus* (RAZOUKOWSKY, 1789), que ocupa la región Pirenaica y parte del Sistema Ibérico; *Triturus helveticus alonsoi* (SEOANE, 1884), que se encuentra en Galicia, Región Cantábrica, norte de Portugal y en el Sistema Ibérico (*T.h.sequeirai* es incluido en la sinonimia de esta subespecie, aunque haya sido utilizada por otros autores) y *Triturus helveticus punctillatus* (SCHMIDTLER, 1968), que es la forma más discutida, SALVADOR la incluye (1974) en la sinonimia de *T.h.alonsoi*, viviendo solamente en Pozo Negro (Sierra de la Demanda, Burgos), lago situado a 1.770 m. de altitud y con una profundidad máxima de 2 m.

Las poblaciones del País Vasco son consideradas intermedias entre *T.h.alonsoi* y *T.h.helveticus* (SALVADOR, 1974). Otros autores las consideran solamente de la subespecie *Triturus helveticus helveticus* (BEA, 1985).

La biometría de esta especie aún no ha sido estudiada en profundidad y en la bibliografía sólo se han encontrado referen-

cias de índole general en los trabajos anteriormente indicados.

En este trabajo se pretende analizar las dimensiones, el tipo de crecimiento y el dimorfismo sexual de diversos parámetros estadísticos en dos poblaciones de tritón palmeado de la provincia de Vizcaya. Se estudia también la diferenciación entre ambas poblaciones y la descripción y relaciones mesológicas de la especie con las condiciones abióticas y bióticas en los dos tipos de ecosistemas.

AREA DE ESTUDIO

Los ejemplares objeto de este estudio proceden de dos poblaciones distintas: una del macizo del Gorbea, localizada a 1.000 m. de altitud en el arroyo Mendabide, que vierte sus aguas a la cuenca del Altube, cuyas coordenadas UTM son 30TWN1667. La otra se encuentra en charcas y estanques de la zona minera de las Encartaciones, en monte bajo, situados entre 100 y 350 m. de altitud, cubriéndose un área de 7 puntos de muestreo, cuyas características de ubicación están expresadas en la tabla 1.

La zona muestreada en el macizo del Gorbea está situada en la campa de Arraba, la cual forma una cubeta de descalcificación constituida por calizas arrecifales del cretácico inferior, y los estanques H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 están ubicados en terrenos calcáreos del cretácico superior.

La vegetación en la campa de Arraba está constituida por un pastizal denso de *Festuca sp.* con turberas incipientes en torno al citado arroyo. El uso del suelo está dedicado principalmente al pastoreo intenso de ovejas y a rutas itinerarias, que son las más frecuentadas del Gorbea. Por otra parte, los usos del suelo en el monte bajo de la zona de las Encartaciones son más variados, destacando por orden de importancia: la explotación minera a base de pirita, goetita, calcopirita y calcitas; la superficie labrada que representa entre el 11% y el 20% de la superficie total; y la ganadería de vacuno, cabras y caballos. La cobertura vegetal de las charcas y estanques está compuesta por *Salix caprea* y *Salix alba*, que se disponen formando un cinturón periférico. *Tipha latifolia*, *Nasturtium officinalis*, *Equisetum sp.* ocupan las aguas someras de las orillas, donde la profundidad es inferior a 1 m.. El alga filamentosa *Chara sp.* se extiende por toda la zona fótica del fondo cenagoso.

La temperatura media anual en la campa de Arraba es de 10 °C a 11 °C. Se carecen de datos sobre temperaturas en la zona minera, en cambio en la figura 1 se representa un diagrama de precipitaciones realizado con las medias mensuales del año 1985 de la estación pluviométrica de Iberduero, situada en el municipio de Santurce. La precipitación media anual ha sido de 102,62 mm. (DS = 75,88).

TABLA I

Punto de muestreo	Nombre del estanque	Municipio	Coordenadas UTM	Altitud m.
H1	Charca de Granada	Ortuella	30TVN960945	100
H2	Charcas de Cadegal	Ortuella	30TVN954948	200
H3	Matamoros	Ortuella	30TVN950931	350
H4	Minas Carmen	Ortuella	30TVN947935	375
H5	Sol-Bomba-Isla	Ortuella	30TVN944941	240
H6	Redondo-Barga	Abanto y Ciérvana	30TVN943945	250
H7	Arana	Abanto y Ciérvana	30TVN939945	275

Fig. 1: Diagrama pluviométrico de la zona minera de las Encartaciones durante el año 1985.

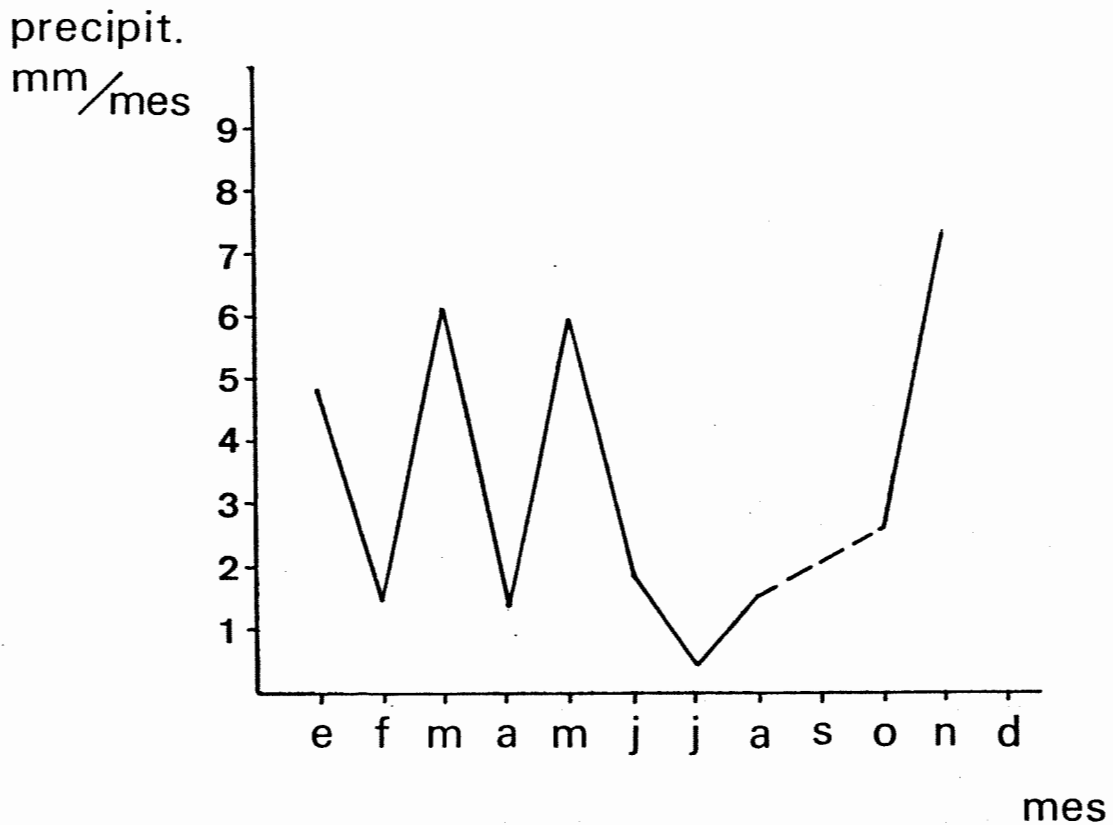


Tabla 1: Características de ubicación de los puntos de muestreo de la zona minera de las Encartaciones.

MATERIAL Y METODOS

Para el estudio biométrico de *Triturus helveticus* se capturaron ejemplares procedentes de dos poblaciones ubicadas a diferentes altitudes: la población A distribuida por las turberas de la campa de Arraba y el arroyo Mendabide y la población B en los estanques H1, H2, H3, H4, H5, H6 y H7 de la zona minera de las Encartaciones. La primera población fue muestreada en marzo de 1986, de la cual se recogieron 20 individuos (10 machos y 10 hembras) y la segunda durante enero y febrero del mismo año, habiéndose capturado 43 tritones (20 machos y 23 hembras).

En su captura se empleó una red de mano Kicker de una luz de 500 μm utilizada con frecuencia en los estudios limnológicos de sistemas fluviales. Los ejemplares fueron medidos en fresco, previamente anestesiados con XILOCAINA (Clorhidrato de Xilocaina) en dosis de 0,3 cc/individuo. De estos individuos colectados se tomaron las siguientes medidas: De la población A: longitud total (LT), longitud cabeza-tronco (LCU), longitud de la cola (LC), longitud de la cabeza (L), anchura de la cabeza (A), altura de la cabeza (H), longitud de la extremidad anterior (LEA), longitud de la extremidad posterior (LEP) y el peso del cuerpo (P). De la población B: LT, LCU, LC, LEA, LEP, P, peso de la gónada

(pg) y la longitud de la gónada (lg). Estas medidas quedan expresadas en las figuras 2 y 3.

El estudio autoecológico de la especie se realizó en los estanques de la zona minera en base a la descripción biótica y a análisis físico-químicos del medio. Para ello se tomaron las medidas de superficie y capacidad de los sistemas leníticos, se analizó la comunidad herpetológica y se recogieron muestras de agua y de sedimento de los estanques durante agosto de 1985 y enero y febrero de 1986. Se realizaron las siguientes mediciones físico-químicas: temperatura del aire, temperatura del agua, humedad relativa del aire, conductividad del agua, pH, amoníaco, calcio, cloruros, dureza de carbonatos, dureza total del agua, materia orgánica disuelta (D.Q.O.) y la materia orgánica del sedimento. Los cinco primeros parámetros se tomaron "in situ", mientras que los otros fueron determinados en el laboratorio. En la tabla 2 se indican las técnicas de análisis de estos parámetros.

En el tratamiento matemático de los datos se utilizó el cálculo de correlaciones y regresiones mediante el programa BMDP6D (DIXON, 1975), la comparación de medias mediante la prueba t de Student y comparación de distribuciones mediante la χ^2 de Pearson (SOKAL & ROHLF, 1969). Para lo cual se hizo uso del ordenador SANYO MBC-555 del laboratorio de Zoología de la Universidad del País Vasco.

TABLA II

Parámetro físico-químico	Unidades de medida	Técnica de análisis
Temperatura	C	Termómetro
Humedad	%	Psicrómetro
Conductividad	μS	Conductímetro
pH	—	Peachímetro
Cloruros	mg/l	Valoración con AgNO_3 indicador K_2CrO_3
Calcio	mg/l	Valoración con EDTA Indicador murexida
Dureza total	mg. CaCC_3/l	Volumetría con EDTA indicador ng. eriocromo
Dureza de carbonatos	mg. CaCC_3/l	Colorimetría
Materia orgánica del sedimento	%	Volumetría con sal de Mohr - $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$
Materia orgánica del agua	mg. O_2	Volumetría con ácido oxálico - KMnO_4
Amoníaco	mg/l	Colorimetría
Nitratos	mg $\text{N}_2\text{O}_5/\text{l}$	Colorimetría con Brucina

Tabla 2: Técnicas de análisis de los parámetros físico-químicos medidos en las aguas de los estanques de la zona minera.

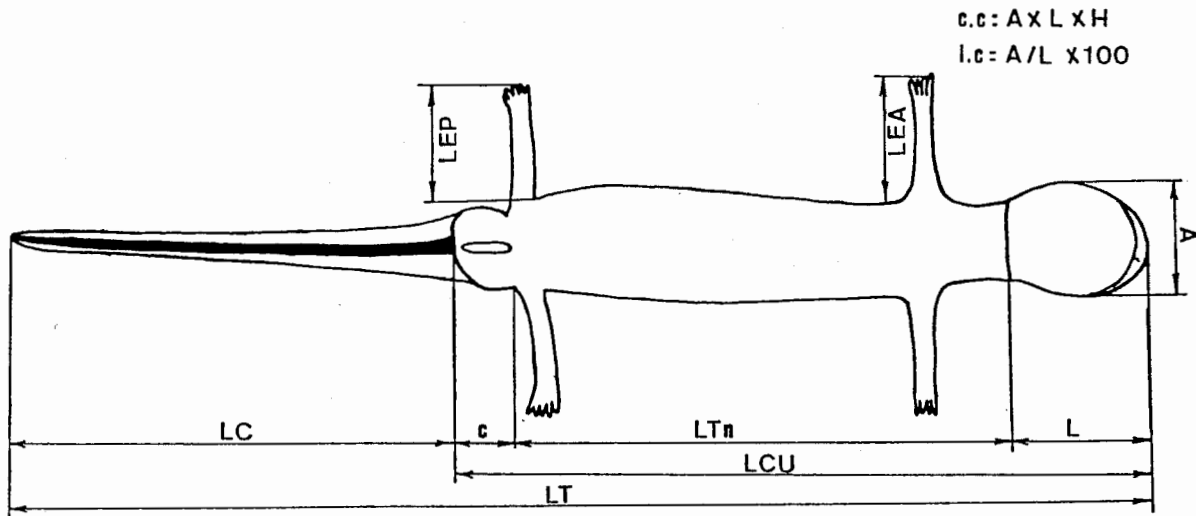


Fig. 2: Diagrama de las medidas tomadas para el estudio biométrico de *Triturus helveticus*.

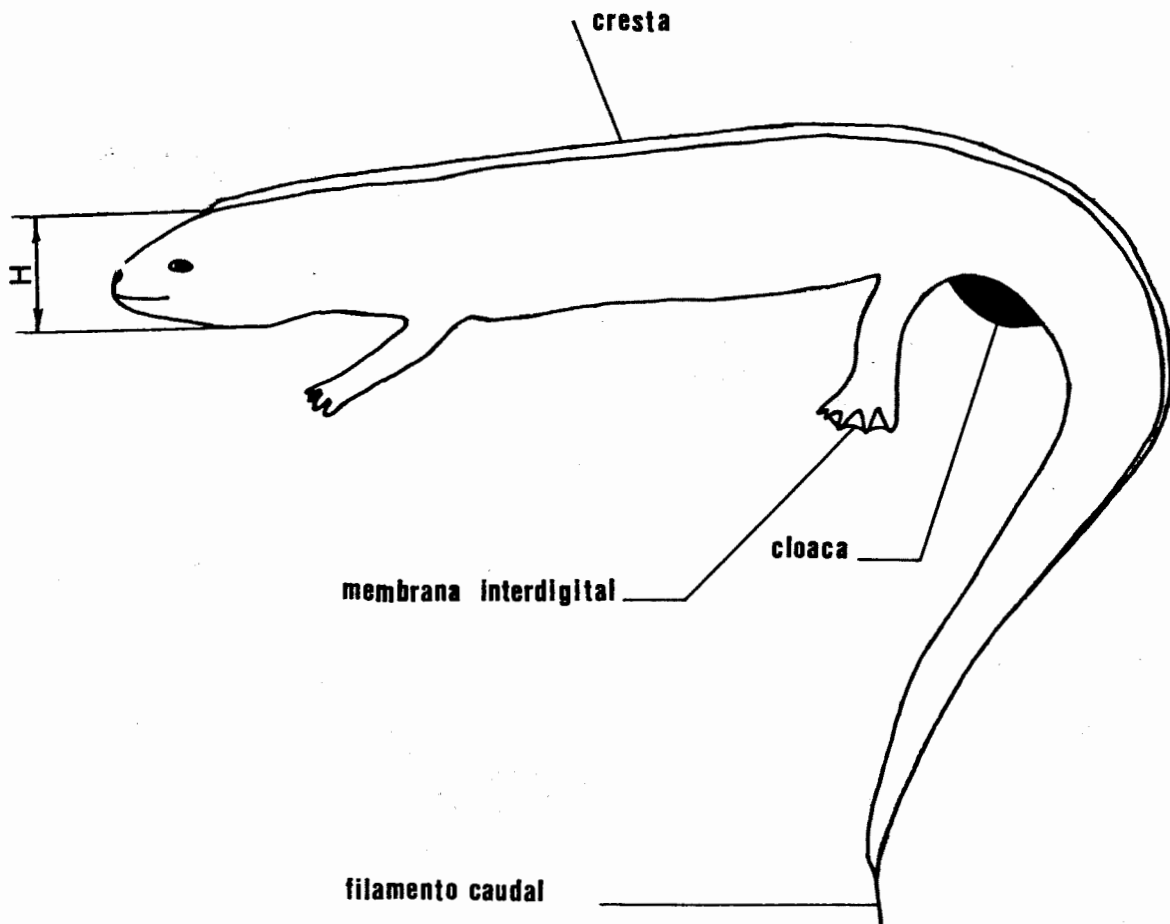


Fig. 3: Caracteres morfológicos de dimorfismo sexual del tritón palmeado.

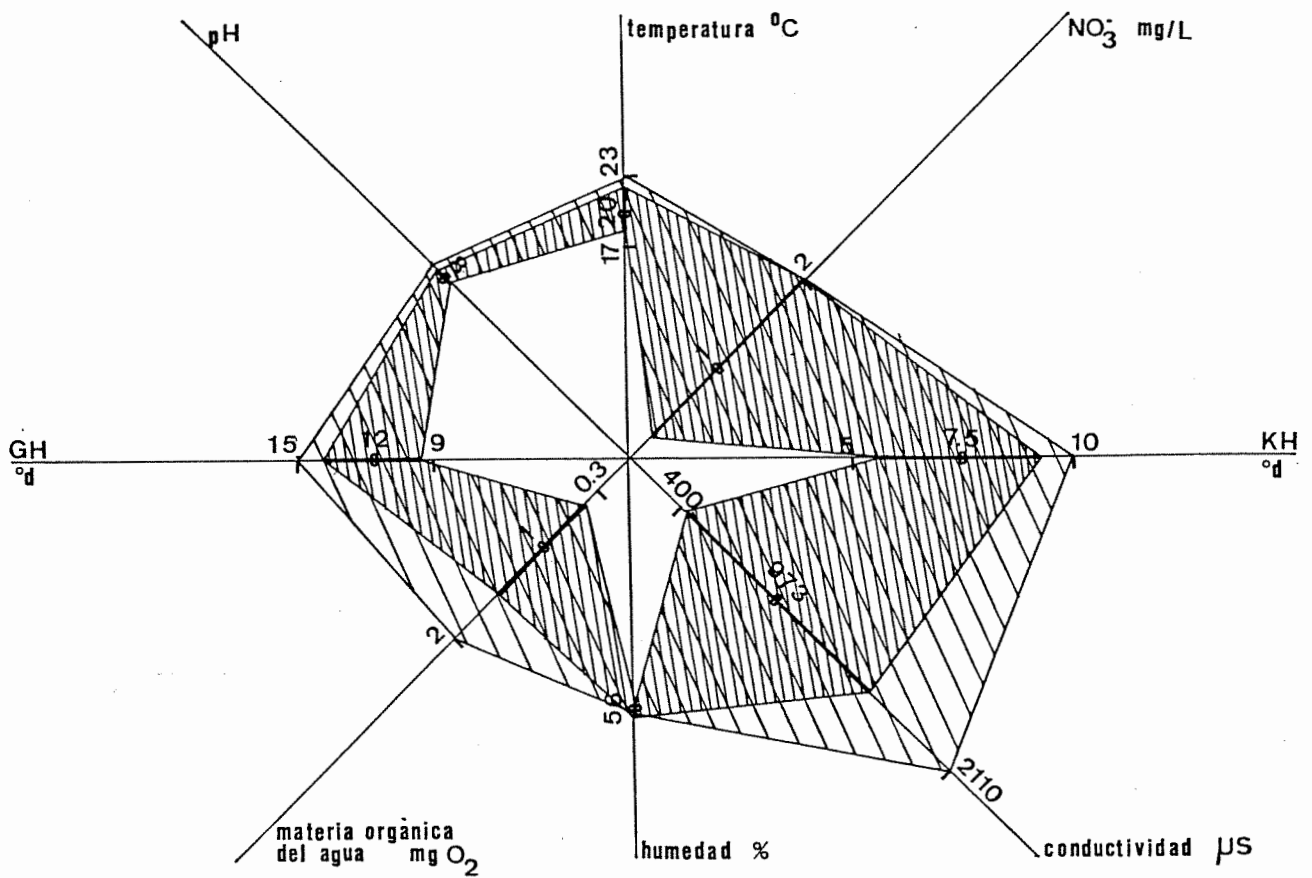


Fig. 4: Espectro ecológico del tritón palmeado según las condiciones mesológicas de las aguas de la zona minera de las Encartaciones. Valores medios, máximos, mínimos e intervalos de desviación típica de: temperatura, humedad, conductividad, pH, nitratos, dureza total (GH), dureza de carbonatos (KH) y materia orgánica disuelta en el agua. VERANO.

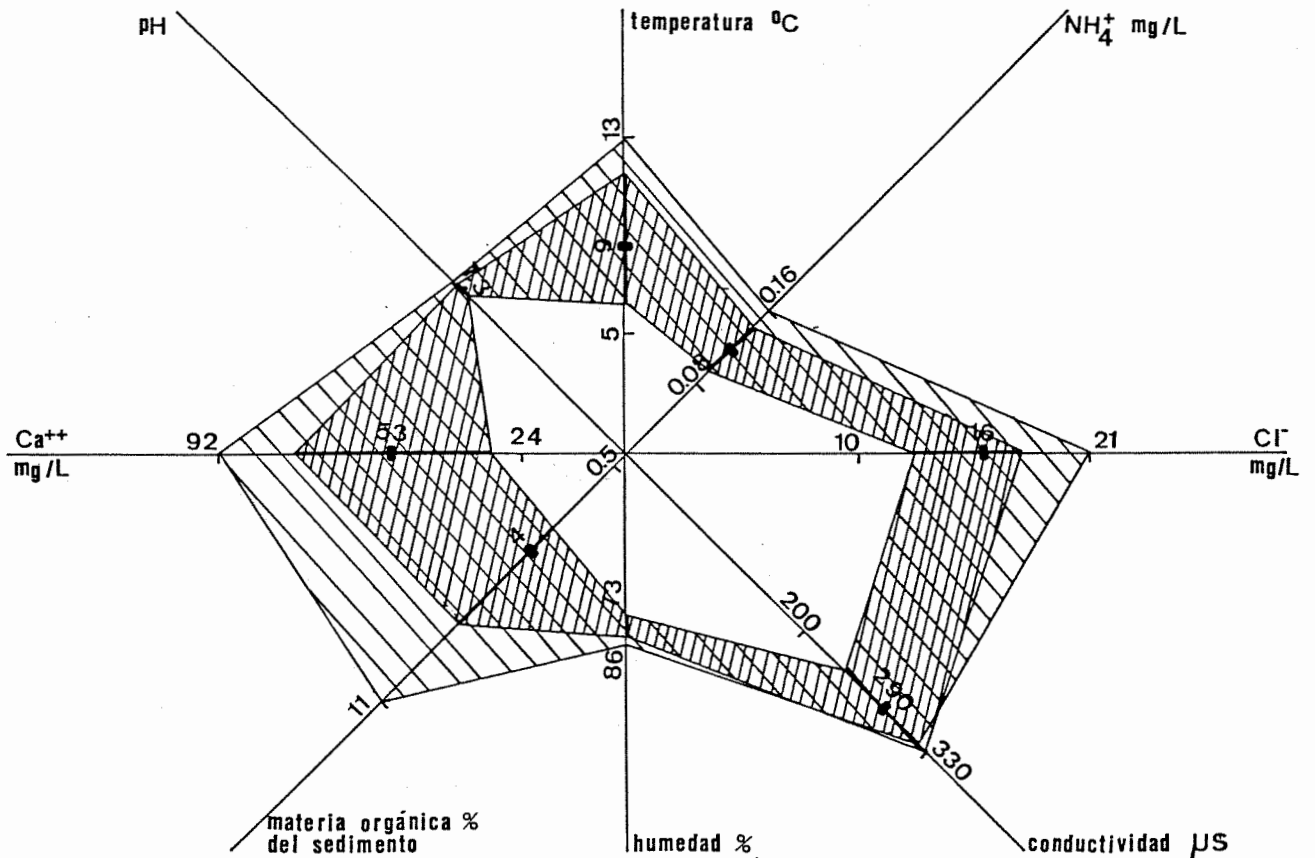


Fig. 5: Espectro ecológico del tritón palmeado según las condiciones mesológicas de las aguas de la zona minera de las Encartaciones. Valores medios, máximos, mínimos e intervalos de desviación típica de: temperatura, humedad, conductividad, pH, amoníaco, calcio, cloruros y materia orgánica del sedimento. INVIERNO.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Dimensiones

Como primeros datos del tamaño de nuestras poblaciones en las tablas 3 y 4 se dan las medias y sus correspondientes desviaciones típicas de los parámetros biométricos, por sexos separados para las dos poblaciones, siendo los individuos de la población del Gorbea mucho más grandes que los de la zona minera. Por otra parte, en las tablas 12 y 13 se da la distribución de las longitudes totales en intervalos de 5 mm., destacando un gran dimorfismo biométrico entre ambas poblaciones; en la población A la clase más numerosa corresponde a la de 71-75 mm. para los machos y a la de 81-85 mm. para las hembras, mientras que en la población B la mayor abundancia se da en el intervalo 60-65 mm. para los machos y 66-70 mm. para las hembras. Dentro de estas clases deben incluirse individuos de edades aproximadas y unos pocos de edades diversas en estadios en que el crecimiento es pequeño. Los individuos más grandes capturados en la población A tienen una longitud de 71 mm. para los machos y 85 mm. para las hembras, y en la pobla-

ción B, 71 mm. para aquéllos y 78 mm. para éstas.

Se han calculado las correlaciones entre los pares de medidas para las dos poblaciones, que están expresadas en las tablas 5 y 6. En la población A la correlación más significativa se da entre los pares LT-LC y LT-P para los dos sexos entre LT-LEA para los machos, y LT-LCU, LT-L, LT-c.c y P-c.c para las hembras ($0,54 < r < 0,91 - g.l = 9$), lo cual indica que en las hembras la cola, la cabeza y el tronco aumentan proporcionalmente con el tamaño total del individuo. En los machos no existe significación en la correlación LT-LC, lo que puede deberse a un desarrollo desproporcional del filamento caudal cuyo tamaño fue incluido en la LT. Por el contrario en la población B sí existe correlación altamente significativa entre LT-LC para ambos sexos, no dándose entre LT-LCU para los machos. El peso del cuerpo y el peso de la gónada están también relacionados positivamente con la longitud total y la longitud de la gónada, respectivamente ($0,44 < r < 0,87 - g.l machos = 18 - g.l hembras = 21$). Los valores bajos de r se dan entre las correlaciones de LT con respecto a la longitud de las extremidades, la longitud, altura y anchura de la cabeza y la longitud y peso de las gónadas, lo cual puede deberse a la existencia de alometría, que haría que los pares de medidas se ajustaran mejor a una curva que a una recta.

TABLA III

PARAMETRO BIOMETRICO	MACHOS	X ± DS	HEMBRAS
Longitud total mm. (LT)	68.45 ± 1.72		78.54 ± 4.84
Longitud del cuerpo mm. (LCU)	37.00 ± 2.14		42.45 ± 3.26
Longitud de la cola mm. (LC)	31.45 ± 1.57		42.45 ± 3.26
Longitud de las extremidades anteriores mm. (LEA)	15.45 ± 1.57		16.00 ± 1.00
Longitud de las extremidades posteriores mm. (LEP)	15.00 ± 0.77		15.00 ± 0.77
Peso del cuergo g (P)	1.57 ± 0.19		2.30 ± 0.44
Longitud de la cabeza mm (L)	9.04 ± 0.33		10.27 ± 0.44
Anchura de la cabeza mm (A)	7.09 ± 0.28		7.63 ± 0.48
Altura de la cabeza mm (H)	3.86 ± 0.32		3.95 ± 0.35
i.c = A/L x 100 %	86.57 ± 5.56		74.73 = 5.04
c.c = A x L x H mm.	240.54 ± 32.51		310.54 ± 39.49

n (machos) + 11; n (hembras) = 11

Tabla 3: Medias y desviaciones típicas de los parámetros biométricos más importantes tomados en los individuos de la población del Gorbea.

TABLA IV

PARAMETRO BIOMETRICO	X ± DS	
	MACHOS	HEMBRAS
Longitud total mm. (LT)	63.95 ± 3.73	70.00 ± 4.22
Longitud del cuerpo mm. (LCU)	33.25 ± 1.91	37.65 ± 3.00
Longitud de la cola mm. (LC)	30.90 ± 4.00	32.39 ± 3.43
Longitud de las extremidades anteriores mm. (LEA)	13.25 ± 1.01	13.47 ± 1.03
Longitud de las extremidades posteriores mm. (LEP)	13.20 ± 1.05	13.43 ± 1.12
Peso del cuerno g (P)	1.25 ± 0.18	1.75 ± 0.37
Peso de la gónada mg (pg)	22.25 ± 10.44	109.00 ± 41.0
Longitud de la gónada mm (lg)	4.92 ± 1.47	17.66 ± 5.10

n (machos) = 20; n (hembras) = 23

Tabla 4: Medias y desviaciones típicas de los parámetros biométricos más importantes tomados en los individuos de la población de la zona minera.

TABLA V

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACION r-p		SIGNIFICACION	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
LT-LC	0.20->0.1	0.84-<0.005	NO	SI
LT-LCU	0.69-<0.02	0.91-<0.001	SI	SI
LT-LEP	0.42->0.1	0.25->0.1	NO	SI
LT-LEA	0.54-<0.1	0.45->0.1	SI	NO
LT-P	0.59-<0.1	0.58-<0.1	SI	SI
LT-A	0.46->0.1	0.43->0.1	NO	NO
LT-L	0.43->0.1	0.64-<0.05	NO	SI
LT-H	0.28->0.1	0.43->0.1	NO	NO
L-A	0.04->0.1	0.03->0.1	NO	NO
L-H	0.06->0.1	0.38->0.1	NO	NO
A-H	0.14->0.1	0.10->0.1	NO	NO
LT-i.c	0.12->0.1	0.06->0.1	NO	NO
LT-c.c	0.39->0.1	0.74-<0.01	NO	SI
c.c-i.c	0.36->0.1	0	NO	x
P-c.c	0.22->0.1	0.71-<0.02	NO	SI
P-i.c	0.11->0.1	0.26->0.1	NO	NO
LT-i.c	0.12->0.1	0.36->0.1	NO	NO
i.c-c.c	0.36->0.1	0	NO	x

Tabla 5: Valores de los coeficientes de correlación y su significación para la población del Gorbea.

TABLA VI

VARIABLES	COEFICIENTE DE CORRELACION r-p		SIGNIFICACION	
	MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
LT - LC	0.87 -< 0.001	0.74 -< 0.001	SI	SI
LT - LCU	0.23 -> 0.1	0.61 -< 0.005	NO	SI
LT - LEP	0.28 -> 0.1	0.32 -> 0.1	NO	NO
LT - LEA	0.24 -> 0.1	0.34 -> 0.1	NO	NO
LT - P	0.45 -> 0.05	0.55 -> 0.01	NO	NO
pg - 1g	0.55 -< 0.02	0.44 -< 0.05	SI	SI
pg - P	0	0.30 -> 0.1	x	NO

x Cuando $r = 0$ la correlación entre las dos variables puede ajustarse a una curva en lugar de a una función lineal, lo cual se comprueba mediante los diagramas de dispersión de los valores.

Tabla 6: Valores de los coeficientes de correlación y su significación para la población de la zona minera.

TABLA VII

VARIABLES	ECUACIONES DE REGRESION	
	MACHOS	HEMBRAS
LT - LC	LT = 61.169 + 0.232 LC*	LT = 16.899 + 1.708 LC
LT - LCU	LT = 46.737 + 0.587 LC	LT = 18.371 + 1.417 LC
LT - LEP	LT = 53.455 + 1.000 LEP*	LT = 53.545 + 1.667 LC*
LT - LEA	LT = 46.462 + 1.423 LEA	LT = 41.745 + 2.300 LEA*
LT - P	LT = 59.603 + 5.628 P	LT = 63.288 + 6.634 P
LT - A	LT = 48.600 + 2.800 A*	LT = 45.000 + 4.393 A*
LT - L	LT = 48.019 + 2.259 L*	LT = 6.208 + 7.042
LT - H	LT = 62.239 + 1.609 H*	LT = 53.500 + 6.333 H*
L - A	L = 9.400 - 0.050 A*	L = 10.000 + 0.036 A*
L - H	L = 8.793 + 0.065 H*	L = 8.222 + 0.519 H*
A - H	A = 6.587 + 0.130 H*	A = 8.222 - 0.148 H*
LT - i.c	LT = 71.799 - 3.863 i.c*	LT = 73.899 + 0.062 i.c*
LT - c.c	LT = 63.388 + 0.021 c.c*	LT = 50.302 + 0.091 c.c
c.c - i.c	c.c = 424.023 - 2.116 i.c*	c.c = 303.465 + 0.095 i.c*
P - c.c	P = 1.272 + 0.001 c.c*	P = -0.125 + 0.008 c.c
P - i.c	P = 1.251 + 0.004 i.c*	P = 0.618 + 0.023 i.c*

* Ecuaciones de regresión en las cuales la correlación entre las dos variables no es significativa ($p > 0,05$).

Tabla 7: Ecuaciones de regresión entre los pares de medidas adoptados. Población del Gorbea.

TABLA VIII

VARIABLES	ECUACIONES DE REGRESION	
	MACHOS	HEMBRAS
LT - LC	$LT = 3.722 + 0.871 LC$	$LT = 42.684 + 0.850 LC$
LT - LCU	$LT = 48.10 + 0.477 LCU^*$	$LT = 37.716 + 0.859 LCU$
LT - LEP	$LT = 51.99 + 0.906 LEP^*$	$LT = 53.250 + 1.250 LEP^*$
LT - LEA	$LT = 51.70 + 0.924 LEA^*$	$LT = 50.443 + 1.454 LEA^*$
LT - P	$LT = 52.35 + 9.247 P$	$LT = 58.840 + 6.380 P$
pg - lg	$pg = 2.691 + 3.971 lg$	$pg = 45.472 + 3.655 lg$
pg - P	$pg = 21.22 + 0.817 P^*$	$pg = 50.706 + 0.033 P^*$

* Correlación no significativa ($p > 0,05$).

Tabla 8: Ecuaciones de regresión entre los pares de medidas adoptados. Población de la zona minera.

TABLA IX

y	x	log a		b	
		MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
LC	LT	—	-0.35		1
LCU	LT	-5.77	-0.3	4	1
LEA	LT	-7.43	—	4.75	—
P	LT	7	-20.64	-4.65	11.22
L	LT	—	-2.73	—	2
c.c	LT	—	-5.15	—	4
P	c.c	—	-1.87	—	0.91

Tabla 10: Valores de los coeficientes alométricos entre los pares de medidas cuya correlación ha sido significativa. Población de la zona minera.

TABLA X

x	y	log a		b	
		MACHOS	HEMBRAS	MACHOS	HEMBRAS
LC	LT	-3.9	-4.02	3	3
LCU	LT	—	-5.79	—	4
P	LT	-12.64	-13.37	7.1	7.4
pg	lg	0.75	1.31	0.86	0.578

— No se ha calculado el crecimiento debido a que no existe correlación significativa entre los parámetros

Tabla 9: Valores de los coeficientes alométricos entre los pares de medidas cuya correlación ha sido significativa. Población del Gorbea.

TABLA XI

VARIABLES	t de Student - p	
	MACHOS	HEMBRAS
LTmm.	4.59 - < 0.001	5.00 - < 0.001
LCUmm.	6.27 - < 0.001	4.13 - < 0.001
LCmm.	1.56 - > 0.1	2.66 - < 0.02
LEAmm.	7.20 - < 0.001	6.83 - < 0.001
LEPmm.	16.5 - < 0.001	14.5 - < 0.001
Pg	9.41 - < 0.001	14.8 - < 0.001

Tabla 11: Valores de la prueba t de Student entre las medias de las medidas más importantes de las dos poblaciones estudiadas.

TABLA XII

CLASES	MACHOS		HEMBRAS	
	No.	%	No.	%
60-65	0	0	0	0
66-70	10	9.1	1	9.1
71-75	1	90.9	3	27.27
76-80	0	0	2	18.18
81-85	0	0	5	45.45

Tabla 12: Número de individuos por sexo y tamaños ordenados de 10 en 10 milímetros que han sido capturados en el Gorbea.

TABLA XIII

CLASES	MACHOS		HEMBRAS	
	No.	%	No.	%
60-65	15	75	4	17.39
66-70	3	15	9	39.13
71-75	2	10	7	30.43
76-80	0	0	3	13.04
81-85	0	0	0	0

Tabla 13: Número de individuos por sexo y tamaños ordenados de 10 en 10 milímetros que han sido capturados en la zona minera.

2. Alometría

En el estudio del crecimiento de los anfibios como animales que crecen durante casi toda la vida, nos interesa conocer la proporción que guardan las medidas entre sí. De esta manera las distintas partes de un animal pueden crecer de manera proporcional al tamaño total o bien de forma alométrica; es decir, que al crecer no se guarden las mismas proporciones y ocurra un cambio en la forma del animal.

El crecimiento en general sigue una ley exponencial del siguiente tipo $y = bx^a$ (HUXLEY, 1972). Donde y es la variable independiente cuyo crecimiento hay que determinar y x la variable dependiente respecto a la cual se compara dicho crecimiento. Si $a = 1$ se tiene una recta que pasa por el origen y el crecimiento es isométrico. Cuando a es mayor que 1 el crecimiento de esta parte del cuerpo es mayor que aquella con la que se compara, obteniéndose una alometría positiva y, en el caso de que sea menor que 1, el crecimiento parcial sería menor y la alometría negativa.

En las tablas 9 y 10 se representan las alometrías de los pares de medidas cuya correlación ha sido significativa, habiéndose tomado en la mayoría de los casos como medida comparable fija la longitud total del cuerpo. Estas se han determinado calculando las regresiones de los logaritmos de cada medida con el de la parte del cuerpo considerada para un intervalo de confianza del 95%. En la población A presentan alometría positiva la longitud del cuerpo y del miembro anterior para los machos, y la longitud de la cabeza, c.c. y el peso del cuerpo para las hembras, este último con un valor superior a 1. La longitud del cuerpo y de la cola tienen un crecimiento isométrico. Los machos tienen crecimiento alométrico negativo del peso del cuerpo respecto al tamaño total y a c.c. En la población B las alometrías positivas se dan en la longitud del cuerpo, la cola y el peso. El peso de la gónada mantiene un crecimiento inversamente proporcional respecto a su longitud. De todas las alometrías positivas las más altas corresponden al peso del cuerpo, lo cual se entiende en el sentido de que la mayor parte de la energía conseguida con el alimento la emplea en crecer y engordar, a excepción de los machos de la población del Gorbea, donde gran parte de esta energía nutritiva se invierte en el aumento de las reservas lipídicas de los cuerpos lúteos, ya que la gametogénesis parece ser más intensa en los habitats de altura debido a la menor duración del período de celo.

En estudios realizados sobre otros anfibios y reptiles se ha podido comprobar que casi todas las medidas presentan alometría cuando se pueden tomar con la suficiente precisión, variando solamente el grado en que aparece. Destacan en este campo los trabajos de LOPEZ-JURADO (1982) sobre **Bufo calamita**, PEREZ et al. (1979) sobre **Mauremys caspica** y de RAMO (1980) sobre **Podocnemis vogli**.

3. Dimorfismo sexual

Morfológicamente la diferenciación sexual en esta especie está determinada por cuatro aspectos principales: la cresta dorsal, la cloaca, la cola y los miembros posteriores. El macho presenta una cresta a lo largo de la columna vertebral, desde el nivel de los ojos hasta el extremo de la cola, donde alcanza su mayor elongación. En su lugar la hembra posee un surco de color pardo. El extremo de la cola de los machos está truncado verticalmente y en su centro desarrollan un filamento de 4 a 7 mm. En las hembras ésta termina en punta roma. Aquellos poseen durante el período de celo palmeaduras de color oscuro entre los dedos de las extremidades posteriores. Tienen también una cloaca más voluminosa, de color negro con unas dimensiones de 6 mm. de largo \times 6 de ancho, mientras que los de los machos es más reducida (4 mm. \times 3 mm.) y de color claro.

Los parámetros biométricos más importantes muestran diferencias significativas entre ambos sexos. Comparando mediante un test X^2 de Pearson (SIEGEL, 1956) las distribuciones de las tablas 12 y 13 se comprueba que las hembras son más grandes que los machos (población A: $X^2 = 17,36$ g.l = 3; $p < 0,001$. Población B: $X^2 = 15,14$ g.l = 3; $p < 0,01$). Las hembras poseen también mayor peso de cuerpo (tA = 5,06 g.l = 20; $p < 0,001$. tB = 4,23 g.l = 41; $p < 0,001$). En la población B no se dan diferencias significativas entre las medidas lineales de la cabeza, L, H, A, sin embargo, las diferencias son muy altas entre los índices i.c (t = 5,23 g.l = 20; $p < 0,001$) y c.c (t = 4,51 g.l = 41; $p < 0,001$). Según se puede observar en la tabla 7 las relaciones de regresión existentes entre LT-c.c y P-c.c nos pueden servir como modelos para establecer la diferenciación sexual de la especie, incluso fuera del período reproductor, cuando las poblaciones se distribuyen por el medio terrestre y los caracteres sexuales secundarios se reabsorben en cierto grado. Ambas ecuaciones sólo son válidas en las hembras, ya que para los machos la correlación no es significativa.

4. Diferencia entre poblaciones

Comparando mediante un test de la t de Student los parámetros biométricos indicados en las tablas 3 y 4 se observa que las diferencias entre los valores medios son mucho más acusadas que entre los dos sexos de una misma localidad (tabla 11). De las medidas comparadas, solamente la longitud de la cola en los machos no presenta diferencias entre ambas poblaciones. También los individuos del Gorbea presentan una coloración mucho más clara y con manchas más pálidas que los de la zona minera. Este dimorfismo poblacional está sujeto a un gradiente de altitud, de tal manera que los individuos de la alta montaña son mucho más grandes y tienen una coloración críptica más llamativa que los de las zonas bajas. Y dado que en poblaciones de altitud intermedia a las aquí estudiadas no hemos encontrado medidas que difieren de las halladas en la zona minera de las Encartaciones, parece, pues, existir un clima altitudinal.

5. Autoecología

El tritón palmeado al igual que todos los salamándrinos ibéricos, a excepción del tritón pirenaico (**Euproctus asper**) es una especie limnófila, que ocupa preferentemente las aguas someras estancadas. Se encuentra también en ríos y arroyos. Nosotros lo hemos localizado en zonas de facies léntica en el arroyo Mendabide de la campa de Arraba donde la profundidad máxima es de 80 cm., conviviendo con **Rana temporaria temporaria** y con **Triturus alpestris cyreni**. Aunque son especies simpátricas la competencia es muy baja ya que, ocupan nichos diferentes. Con la rana bermeja el solapamiento detectado es nulo, mientras que con el tritón alpino es de un 10%. **Rana temporaria** se encontraba debajo de las piedras en zonas separadas o de facies lítica. **T.a.cyreni** ocupa las piedras con aguas quietas y **T.helveticus** se distribuye por la vegetación de las orillas. La densidad de tritón palmeado era mucho mayor que la de tritón alpino, el número de individuos capturados estaba en la proporción 4:1, respectivamente.

La diversidad cualitativa de la herpetofauna es mucho mayor en la zona minera, donde el tritón palmeado ocupa todo tipo de masa de agua; embalses, estanques y charcas de carácter permanente y temporal. En la tabla 14 se indican las dimensiones de estos biotopos acuáticos muestreados. La comunidad de vertebrados ligados al medio acuático está integrada por las siguientes especies: **Carassius auratus**, **Tinca tinca**, **Gasterosteus aculeatus leirus**, **Rana perezi**, **Hyla arborea arborea**, **Alytes obstetricans obstetricans**, **Triturus marmoratus**, **Natrix maura**, **Natrix natrix astreptop-**

hora, *Alcedo atthis* (en vías de extinción) y *Rattus novergicus* (esta especie ha aumentado sus efectivos territoriales y poblacionales debido a la creación de nuevos vertederos de basura en las cercanías de la zona). Entre estas especies se dan cadenas tróficas muy cerradas donde el tritón palmeado ocupa el eslabón de transición hacia los invertebrados acuáticos, ya que la alimentación de los anuros está constituida principalmente por animales de los medios terrestre y aéreo. Las culebras de agua y la rata común mantienen el control de las poblaciones de peces y batracios. Sin embargo, es la relación simpátrica con el tritón jaspeado la que trae consigo una fuerte agresión interespecífica entre ambas especies al ocupar el mismo hábitat y tener funciones alimenticias similares, lo que se ha podido comprobar por el análisis de los contenidos estomacales; habiéndose determinado un solapamiento de hasta el 41%. El *Triturus marmoratus* constituye el principal depredador de *T. helveticus* en el medio acuático, lo cual se corrobora por el hallazgo de cuerpos enteros semidigeridos en los estómagos de aquél. Al mismo tiempo estas dos especies son fuertes predadores de las poblaciones de invertebrados acuáticos (principalmente ostracodos en invierno) y de las larvas de anuros.

El solapamiento de nichos entre ambas especies de tritones ha ocasionado un desplazamiento en los períodos reproductores, de tal manera que el tritón palmeado ocupa primero los medios acuáticos en el mes de octubre, mientras que el tritón jaspeado lo hace en diciembre, siendo también el primero en abandonar el líquido elemento hacia el mes de abril o mayo, en tanto que el tritón marmóreo no lo hace hasta julio o agosto e incluso algunas poblaciones permanecen durante todo el verano en los estanques. Durante este período de celo existe un intervalo de tiempo que corresponde a los meses de enero, febrero y marzo en el cual los solapamientos territoriales alcanzan su más alto nivel. En el mes de marzo se determinó la densidad específica en el estanque Arana, capturándose 17 individuos de *T. helveticus* (5 machos y 12 hembras) y 41 individuos de *T. marmoratus* (22 machos y 19 hembras), siendo las densidades de 0,13 individuos/m² y 0,31 individuos/m², respectivamente.

El desfase temporal en la ocupación de los medios acuáticos asegura el desarrollo larvario de las dos especies, de tal manera que cuando el tritón marmóreo se introduce en el agua, la metamorfosis de las larvas de *T. helveticus* está ya muy avanzada; al mismo tiempo cuando éste abandona el medio líquido comienza la ovoposición y eclosión de los huevos de la primera especie. De hecho en los estómagos no se han encontrado larvas de ninguno de los dos tritones.

El análisis físico-químico de las aguas muestra las condiciones extremas entre el verano de 1985 y el invierno de 1986 para los estanques de la zona minera. La temperatura del agua en verano dio un valor medio de 17,5 °C (DS = 2,52) con un valor máximo de 20 °C y un mínimo de 14 °C, siendo el número de individuos de tritón palmeado encontrados nulo o escaso (los que permanecen lo hacen en aguas sombrias). En invierno la temperatura media arrojó un valor de 9,33 °C (DS = 1,9) con un valor máximo de 13 °C y un mínimo de 5,5 °C. También se encontraron tritones por debajo de las capas de hielo que se forman en las aguas someras, donde de acuerdo a la dilatación anómala del agua se encuentran entre 0 °C y 4 °C. Es precisamente la temperatura el factor más influyente en la actividad de *T. helveticus*, siendo más tolerante a las aguas frías, de ahí su distribución desde la alta montaña hasta el nivel del mar. En las zonas bajas donde las temperaturas veraniegas son altas esta especie abandona las aguas de exposición directa a los rayos solares para ocupar el medio terrestre, refugiándose en sitios húmedos, bajo piedras, en oquedades, en la vegetación y en simas, manteniendo estivación diurna y siendo activos por la noche.

La conductividad y el pH del agua arrojan valores altos. El agua tiende a tener carácter neutro en invierno (7,35 ± 0,16), acentuándose su alcalinidad en verano (8,28 ± 0,20). La conductividad también varía de 291 µ S (DS = 46,31) en invierno a

973,73 µ S (DS = 638,54) en verano. Estos valores altos de la conductividad y del pH se deben a la intensa mineralización del agua, mineralización caracterizada por una gran dureza total, 211,75 mgCaCO₃/l (DS = 39,73), siendo la dureza de carbonatos del orden de 134,25 mgCaCO₃/l (DS = 3,47). De hecho los grandes estanques son antiguos pozos mineros asentados sobre terreno calcáreo, de los cuales se extraía mineral de hierro y calcita (en la actualidad existe explotación y transformación intensiva de calcitas por parte de la sociedad AGRUMINSA de ALTOS HORNOS DE VIZCAYA).

La salinidad debida a los cloruros es muy baja no superando el 0,12‰, incrementándose en verano, 43,11 mgCl⁻/l (DS = 7,5), en tanto que en invierno tiene un valor medio de 16 mg Cl⁻/l (DS = 2,94). Cabe destacar que la salinidad no es un factor limitante de la distribución de esta especie, pues habita también en charcas de agua salobre. Otros factores determinantes de la salubridad de las aguas para la vida vertebrada son los compuestos nitrogenados, principalmente el amoníaco y los nitratos. El contenido en NH₄⁺ en invierno dió una media de 0,12 mg/l (DS = 0,025) y los nitratos en verano dieron una media inferior a 1 mg N₂O₅/l (el NO₂⁻ no pudo ser medido). Se sabe que —concentraciones de NH₃ superiores a 0,2 mg/l son letales para los peces (SMITH y PIPER, 1975), produciendo además una fuerte alcalinización del medio. Efectos similares se han determinado en algunos caudados (BANCROFT, 1984).

En la mayoría de los estanques el sedimento está formado principalmente por limo y en algunos se dan niveles de saturación de H₂S, lo cual se comprobó por el desprendimiento de este gas al ejercer presión sobre aquél. Su contenido en materia orgánica en invierno dió una media de 4,21% (DS = 3,45), con lo que se considera un sedimento rico en carbono. Por otra parte, la concentración de materia orgánica disuelta en el agua en verano era del orden de 1.054 mgO₂/l (DS = 0,49).

Por último hay que señalar que las aguas en el arroyo Mendabide del Gorbea presentaban carácter oligotrófico, mientras que en los estanques de la zona minera son mesotróficos en invierno y eutróficos en verano. En las figuras 4 y 5 se representa el espectro ecológico del *Triturus helveticus* según las condiciones mesológicas de las aguas de dicha zona en verano y en invierno.

CONCLUSIONES

— El estudio biométrico de *Triturus helveticus* nos determina la existencia de una clina altitudinal entre las dos poblaciones de esta especie ubicadas en la zona minera de las Encartaciones y en el macizo de Gorbea, separadas linealmente entre sí una distancia de 40 Km. y con una diferencia entre las altitudes de las dos áreas de muestreo de 500 m. Esta especie sigue pues la regla de variación de Bergman, de acuerdo a la cual en las zonas y regiones frías hay tendencia a disminuir la superficie corporal en proporción con el peso y que en los animales endotermos tiene la función de conservación del calor de cuerpo. Sin embargo, en los urodelos este incremento de volumen pudiera ser debido a la influencia de la temperatura en el desarrollo larvario. Es decir, las condiciones climatológicas rigurosas frenan dicho desarrollo, de tal forma que muchas larvas no completan las metamorfosis hasta pasados uno o dos años, llegando a su fase terrestre con el consiguiente aumento de tamaño. *Triturus marmoratus* también se ajusta a la regla de Bergman, siendo el gradiente latitudinal el que trae consigo una variación en el volumen corporal, habiendo dado lugar al aislamiento genético a dos subespecies: *Triturus marmoratus marmoratus* en la región septentrional y *Triturus marmoratus pygmaeus* en el sur de la Península Ibérica.

— El análisis ecológico corrobora que el tritón palmeado es una especie eurioica, cuyo rango de tolerancia a las condicio-

nes abióticas es el más amplio de todos los demás salamándridos del País Vasco; habitando aguas oligotróficas de la alta montaña y en condiciones de eutrofia y contaminación en presas, estanques, charcas y zonas lénticas de arroyos y ríos hasta el nivel del mar. Se le ha llegado a encontrar en estanques cuya

superficie estaba cubierta por manchas de grasa y aceite (GARCÍA, 1985). De hecho se trata de una especie atlántica, ampliamente distribuida y de características higrofilas, cuyo área de distribución meridional está limitada principalmente por la aridez y por las altas temperaturas.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J.; BEA, A. y FAUS, J.M.; 1986. *Vertebrados de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa*. Ed. Departamento de Política Territorial y Transportes del Gobierno Vasco. Vitoria. 406 p.p.
- ALVAREZ, J.; BEA, A.; FAUS, J.M.; CASTIEN, E. y MENDIOLA, I.; 1985. *Atlas de los vertebrados continentales de Alava, Vizcaya y Guipúzcoa*. Ed. Departamento de Política Territorial y Transportes del Gobierno Vasco. Vitoria. 336 p.p.
- ANDRADA, J.; 1980. *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica*. Ed. Omega. Barcelona. 159 p.p.
- APHA-AWWA-WPCF.; 1975. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Ed. Joint Editorial Board. Washington, DC, 20036. 1193 p.p.
- ARNOLD, E.N. y BURTON, J.A.; 1978. *Guía de campo de los reptiles y anfibios de España y de Europa*. Ed. Omega. Barcelona. 275 p.p.
- BALLASINA, D.; 1984. *Anfibios de Europa*. Ed. Daimon. Barcelona. 137 p.p.
- BANCROFT, L.S.; 1984. An introduction to the care and maintenance of neotonic urodeles. *Jour. Inst. Animal. Techni*, 32 (1): 21-30.
- BEA, A.; 1978a. Introducción a la herpetofauna del País Vasco. I. Estrabaciones de la Sierra de Aralar (Gaztelu, Guipúzcoa). *Munibe*, 30: 239-243.
- BEA, A.; 1980b. Introducción a la herpetofauna del País Vasco. II. Datos bioclimáticos. *Munibe*, 33 (1-1): 115-154.
- BEA, A.; 1981. Herpetofauna de Guipúzcoa. Estudio faunístico y relaciones con la climatología. *Munibe*, 33 (1-1): 119-154.
- COCHRAN, D.M.; 1986. *Los anfibios*. Ed. Seix Barral. Barcelona. 212 p.p.
- COLLOQUE Franco-Espagnol D'Herpetologie. Crónica y aspectos de mayor interés. *P. Cent. pir. exp.*, 13: 17-142. JACA, 1982.
- DIXON, W.; 1975. *Biomedical computer programs*. U.C.L.A. Los Angeles.
- GARCIA, M.; 1985. *Los anfibios de España*. Ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 287 p.p.
- HUXLEY, J.; 1972. *Problems of relative growth*. Dover. Rub. Lond.
- LOPEZ-JURADO, L.F.; 1982. Estudios sobre el sapo corredor (*Bufo calamita*) en el sur de España. I. *Biometría*. Doñana *Acta Vert.* 9: 53-69.
- MARGALEF, R.; 1982. *Ecología*. Ed. Omega. Barcelona. 951 p.p.
- MARTINEZ-RICA, J.P.; 1983. *Atlas herpetológico del Pirineo*. *Munibe*, 35 (1/2): 51-80.
- MAZT, G. y VANDER, M.; 1979. *Guía del terrario*. Técnica, anfibios y reptiles. Ed. Omega. Barcelona. 346 p.p.
- MIRO, I.; 1976. *Anfibios y reptiles de Vizcaya*. Colección temas vizcaínos, 17. Ed. Caja de Ahorros de Vizcaya. Bilbao. 55 p.p.
- ORR, R.T.; 1978. *Biología de los vertebrados*. 4 edición. Ed. Nueva editorial interamericana. Cedro 512. México 4, D.F., México. 545 p.p.
- PARKER, H.W. y BELLAIRS, A.; 1971. *Los anfibios y reptiles*. 1. versión española. Ed. Destino (1975). 423 p.p.
- PARKER, R.E.; 1981. *Estadística para biólogos*. 2 edición. Ed. Omega. Barcelona. 136 p.p.
- PEREZ, M.; COLLADO, E. y RAMO, C.; 1979. Crecimiento de *Mauremys caspica leprosa* (Schweigger, 1812) (Reptilia, Testudines) en la reserva biológica de Doñana. *Doñana Acta Vert.* 6 (2): 161-178.
- RAMO, C.; 1980. *Biología del galápago (Podocnemis vogli) en el Hato del Frío, Llanos de Apure, Venezuela*. Tesis doctoral no publicada. Univ. de Navarra.
- ROBERTS, R.J.; 1981. *Patología de los peces*. Ed. Mundi-prensa, Madrid. 365 p.p.
- SALVADOR, A.; 1985. *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Ed. Unigraf. Fuenlabrada. Madrid. 212 p.p.
- SNEDECOR, G. y COCHRAN, W.; 1967. *Statistical methods*. Iowa St. Univ. Iowa.
- SOKAL, R. y ROHLF, F.; 1969. *Biometry*. Freeman Co. San Francisco.