

Inv. Pesq.	50 (1)	págs 127-136	marzo 1986
------------	--------	--------------	------------

Relaciones entre caracteres merísticos y de variación continua en *Temora stylifera* Dana, 1848 (Copepoda: Calanoida) *

TECLA RIERA

Departamento de Ecología Facultad de Biología Universidad de Barcelona
Avda Diagonal, 645 08071 Barcelona.

MIGUEL ALCARAZ

Instituto de Investigaciones Pesqueras de Barcelona.
Paseo Nacional, s/n. 08003 Barcelona

Palabras clave: Copépodos, *Temora stylifera*, dimensiones, caracteres merísticos, variabilidad, alometría.

Key words: Copepods, *Temora stylifera*, dimensions, meristic characters, allometry, variability

RESUMEN: La relación entre la variabilidad de caracteres merísticos y de variación continua en el copépodo pelágico marino *Temora stylifera* Dana se ha estudiado a partir de ejemplares procedentes del Mediterráneo Occidental (muestras correspondientes a un ciclo de nueve meses, tomadas frente a Castellón) y de la zona de afloramiento del NO de África (seis estaciones). Los caracteres considerados fueron, además de la longitud del metasoma, algunas dimensiones correspondientes a la tercera pata (longitud de la espina terminal del exopodito, tamaño y número de dientes de dicha espina, tamaño y número de dientes de la mitad proximal de la espina a partir de 20 μm de su base, longitud de la parte dentada y longitud de la zona desprovista de dientes)

La longitud total de la espina y la longitud de su zona dentada presentan crecimiento isométrico respecto a la longitud del metasoma; la longitud de la zona terminal sin dientes ofrece alometría positiva, mientras que, en lo que respecta al número de dientes y su tamaño, la alometría es negativa. La variabilidad de la longitud total de la espina es debida, tanto a cambios en el número de dientes que la forman, como a la variación del tamaño de los mismos, aunque la mayor contribución corresponde a la variación de la parte terminal sin dientes. En las relaciones entre temperatura y longitud del metasoma se observa la existencia de dos series de valores, correspondientes, respectivamente, a los ciclos de temperatura creciente (de invierno a verano) y decreciente (de verano a invierno)

SUMMARY: RELATIONSHIPS BETWEEN MERISTIC AND CONTINUOUS CHARACTERS IN *Temora stylifera* DANA, 1848 (COPEPODA: CALANOIDA). — The relationship between variability of meristic and continuous characters has been studied in the pelagic marine copepod *Temora stylifera* Dana. The specimens measured correspond to samples from a nine month cycle taken in the Western Mediterranean (Castellón) and to six stations located in the NW African upwelling area.

The characters taken into account have been metasoma size, length of the distal spine of the exopodite of the 3rd leg, mean size of teeth of the spine, size of teeth of the proximal half of the spine, measured from 20 μm of its base, and length of the toothed and naked parts of the spine. The length of the spine and the length of the toothed zone show isometric growth respect the metasome; for the length of the naked part the allometry is positive; and for the number and size of teeth the allometry is negative. The variability

* Recibido el 4 de noviembre de 1985. Aceptado el 30 de enero de 1986.

of the length of the spine depends on changes both in the number and size of the teeth, although the greatest contribution to variability corresponds to the length of the naked portion. In the relationship between temperature and body dimensions, two series of values have been observed, corresponding respectively to increasing (winter to summer) and decreasing (summer to winter) temperatures.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad morfológica de los organismos afecta tanto a los caracteres de variación continua (dimensiones lineales), como a los caracteres llamados merísticos, resultantes de la adición de partes o elementos que se repiten. La variabilidad morfométrica puede deberse tanto a la influencia de factores externos (ambientales) como a diferencias de tipo genético. En copépodos pelágicos, DEEVEY (1960), McLAREN (1965), HEIP (1974), ALCARAZ (1977) y RIERA (1983), entre otros, consideran entre los factores más importantes la temperatura y la disponibilidad de alimento. En cuanto a los factores genéticos, su posible influencia ha sido discutida por McLAREN (1976), WAGENSBERG y ALCARAZ (1977) y RIERA y ESTRADA (1985).

Las relaciones entre la variabilidad de caracteres continuos y/o merísticos suelen ajustarse a ecuaciones de tipo potencial (HUXLEY, 1932), cuyos paráme-

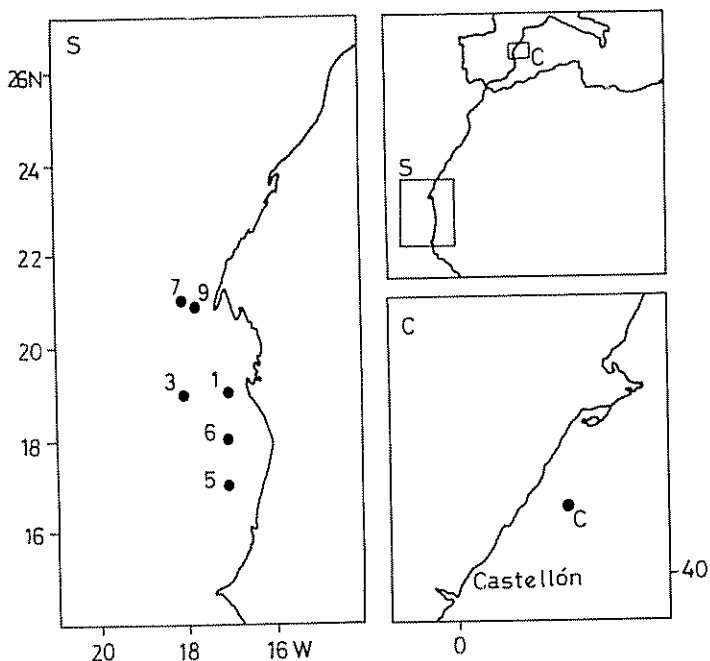


FIG. 1. — Mapa mostrando la posición de las muestras estudiadas (Map showing the position of the studied samples.)

tros pueden tener más importancia en la diferenciación de poblaciones, e incluso de especies, que los simples cocientes entre dimensiones (Ito, 1953; RIERA y ESTRADA, 1985). Además, en los caracteres merísticos, la contribución relativa del número y tamaño de los elementos a los cambios de dimensiones pueden ser también de gran interés desde el punto de vista de la diferenciación de razas geográficas o de especies.

El objeto de este trabajo es analizar la variabilidad de caracteres merísticos y de variación continua de dos poblaciones del copépodo pelágico marino *Temora stylifera* Dana, así como el estudio de la influencia de la temperatura en la variación temporal del tamaño de los individuos. Una primera aproximación al significado de las variaciones locales y temporales de la morfometría de la misma especie puede encontrarse en RIERA (1983).

MATERIAL Y MÉTODOS

La especie estudiada, *Temora stylifera*, se eligió debido a su extensa distribución geográfica, persistencia a lo largo del ciclo anual, y rango amplio de variación temporal y local de tamaño (MORAIIOU-APOSIOLOPOULOU, 1969;

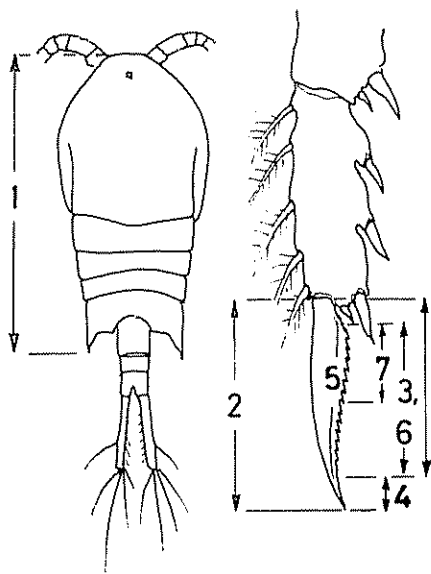


FIG. 2 — Esquema de *Temora stylifera* ♀ y de la parte terminal de P_3 con indicación de los caracteres estudiados 1, longitud del metasoma; 2, longitud de la espina terminal de P_3 ; 3, longitud de la zona dentada de la espina; 4, longitud de la parte inermé; 5, número total de dientes de la espina; 6, tamaño medio de los dientes; 7, tamaño medio de los dientes de la mitad proximal de la espina. (*Temora stylifera* ♀ and distal part of P_3 showing the studied characters 1, metasome length; 2, length of the distal spine of P_3 ; 3, length of the toothed zone of the spine; 4, length of the naked part; 5, number of teeth; 6, mean size of teeth; 7, mean size of teeth at the proximal half of the spine.)

BARNARD, 1970; GAUDY, 1971; RAZOULS, 1973; RIERA, 1983). Los ejemplares procedían de dos localidades: costa de Castellón (Mediterráneo occidental), de donde se estudiaron muestras correspondientes a un ciclo de nueve meses (de noviembre de 1960 a septiembre de 1961), y zona de afloramiento del NO de África, de donde se eligieron seis estaciones (fig. 1). De cada una de las muestras se tomaron al azar 20 hembras, en las que se midieron los siguientes caracteres (fig. 2): 1) longitud del metasoma; 2) longitud de la espina terminal del exopodito de P_3 ; 3) longitud de la zona dentada de esta espina, estimada a partir del producto del número de dientes por su tamaño medio; 4) longitud de su parte terminal sin dientes; 5) número de dientes; 6) tamaño medio de los mismos; 7) tamaño medio de los dientes de la mitad proximal de la espina, a partir de 20 μm de su base.

Los parámetros de las ecuaciones de alometría se han obtenido por conversión de la ecuación potencial en regresión lineal mediante transformación logarítmica de los datos

$$Y = a \cdot X^b \rightarrow \log Y = \log a + b (\log X)$$

La ecuación de regresión utilizada ha sido la del eje mayor reducido (RICKER, 1973).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RELACIÓN ENTRE TEMPERATURA Y DIMENSIONES

Los valores medios de los caracteres correspondientes a los dos grupos de muestras se indican en el cuadro I. Para valores similares de temperatura en el Mediterráneo y en el Atlántico, los ejemplares de esta última zona son significativamente mayores. En los ejemplares de Castellón, el coeficiente de correlación entre la temperatura y la longitud del metasoma (carácter 1) fue $r = -0,933$. En los ejemplares del Atlántico esta correlación no fue significativa, probablemente debido a la escasa diferencia de temperatura entre las diferentes estaciones en comparación con el ciclo anual de Castellón. Por otra parte, puede existir un efecto adicional derivado de la concentración de alimento en las dos zonas (DEEVEY, 1960; RIERA, 1983).

Aunque el ciclo anual de Castellón no está completo, el diagrama tamaño del metasoma-temperatura (fig. 3) sugiere una secuencia temporal semejante a la observada en otras especies de copépodos como *Acartia clausi*, *A. discaldata*, *A. margalefi*, *Paracalanus parvus*, *Pseudocalanus* sp., *Centropages typicus* (ALCARAZ, 1977). En especies que se reproducen durante todo el año, para una misma temperatura los individuos suelen ser mayores durante la sucesión de temperaturas crecientes (de invierno a verano) que en el caso contrario (de verano a invierno), debido, entre otras causas, a la alta correlación del tamaño

CUADRO I

Valores medios y error estándar (paréntesis) en μm de los caracteres estudiados. Código de identificación de muestras y caracteres como en las figuras 1 y 2. En todos los casos, $N = 20$. (Mean values and standard error (parentheses) in μm , corresponding to the studied characters. Identification code of samples and characters as in figures 1 and 2. In all the cases, $N = 20$.)

Muestras	Fecha	Temp. °C	Caracteres						
			1	2	3	4	5	6	7
S-1	Ago 1971	27,77	1316,7 (6,46)	132,18 (0,97)	120,20	11,95 (0,66)	23,85 (0,30)	5,04 (0,07)	5,51 (0,09)
S-3	Ago 1971	26,75	1414,2 (14,95)	141,28 (1,08)	129,96	11,51 (0,46)	26,15 (0,35)	4,97 (0,07)	5,58 (0,14)
S-5	Jun 1971	27,79	1246,8 (9,79)	128,52 (1,04)	117,76	10,88 (0,50)	23,60 (0,30)	4,99 (0,06)	5,54 (0,10)
S-6	Sept 1971	27,54	1301,2 (15,57)	130,16 (1,20)	119,21	10,71 (0,46)	24,33 (0,43)	4,90 (0,10)	5,40 (0,12)
S-7	Ago 1971	22,95	1377,1 (10,87)	140,39 (1,32)	128,06	12,59 (0,40)	25,26 (0,43)	5,07 (0,12)	5,62 (0,10)
S-9	Ago 1971	22,97	1340,5 (17,02)	139,90 (1,67)	130,25	10,26 (0,63)	25,44 (0,61)	5,12 (0,11)	5,79 (0,15)
C-11	Nov. 1960	17,20	1076,0 (12,79)	122,14 (1,38)	111,75	10,71 (0,61)	22,76 (0,38)	4,91 (0,09)	5,48 (0,10)
C-1	Ene 1961	12,30	1188,6 (10,85)	135,57 (0,92)	125,99	10,44 (0,44)	25,30 (0,46)	4,98 (0,10)	5,24 (0,15)
C-3	Mar. 1961	13,50	1161,3 (10,01)	126,56 (1,64)	116,66	10,54 (0,40)	23,38 (0,48)	4,99 (0,08)	5,23 (0,09)
C-5	May. 1961	17,20	1103,3 (7,39)	120,53 (1,35)	112,24	9,60 (0,42)	22,86 (0,59)	4,91 (0,12)	5,05 (0,12)
C-7	Jul. 1961	20,30	1035,3 (6,46)	113,43 (1,01)	103,95	10,26 (0,52)	22,55 (0,33)	4,61 (0,07)	4,88 (0,10)
C-8	Ago. 1961	24,00	999,7 (8,73)	112,37 (0,99)	104,50	8,41 (0,39)	22,67 (0,48)	4,61 (0,09)	5,07 (0,08)
C-9	Sept. 1961	25,30	1036,0 (7,64)	114,43 (0,87)	106,49	8,36 (0,41)	22,42 (0,40)	4,75 (0,09)	5,41 (0,08)

de los individuos con el de los padres y al hecho de que, para una misma temperatura, al alcanzar el estado adulto, los individuos han pasado durante el desarrollo por incrementos positivos o negativos de temperatura (ALCARAZ, 1977; McLAREN, 1976).

RELACIÓN ENTRE EL TAMAÑO DEL METASOMA Y LOS RESTANTES CARACTERES

En el cuadro II se indican los parámetros de las ecuaciones de alometría que relacionan las medias del tamaño del metasoma con las medias de los restantes caracteres para las poblaciones del Atlántico y del Mediterráneo, y en la figura 4 el diagrama de dispersión de las medias de dichos caracteres.

En los ejemplares de Castellón, los coeficientes de correlación son significativos (95 %) excepto en lo que se refiere al tamaño medio de los dientes de

la mitad proximal de la espina (carácter 7). En los del NO de Africa, los caracteres no correlacionados con la longitud del metasoma son, además del carácter 7 (tamaño medio de los dientes de la mitad proximal de la espina), la longitud de la parte inerme (carácter 4) y el tamaño medio de los dientes (carácter 6). Los límites de confianza de los coeficientes de alometría (95 %) se solapan en la mayoría de los casos. No obstante, si tomamos los valores de los coeficientes como indicadores de la relación entre dimensiones, el conjunto de los caracteres puede agruparse, con respecto a la longitud del metasoma (cuadro II), en *isométricos* (longitud de la espina, carácter 2, y longitud de la parte dentada de la misma, carácter 3); los que presentan *alometría positiva* (longitud de la parte inerme de la espina, carácter 4); y los que la presentan *negativa* (número medio de dientes en la espina, carácter 5, y tamaño medio de los mismos, carácter 6). La longitud total de la espina (carácter 2) es la suma de la longitud de la zona dentada (carácter 3) y de la zona inerme de la misma (carácter 4). Cuando una dimensión compuesta, como la longitud de la espina, es isométrica, y una de las dimensiones parciales es alométricamente positiva (zona inerme), la alometría de la dimensión restante debe ser negativa, en el caso de que los coeficientes de correlación sean 1. En nuestro caso no ocurre así (la longitud de la parte dentada es asimismo isométrica),

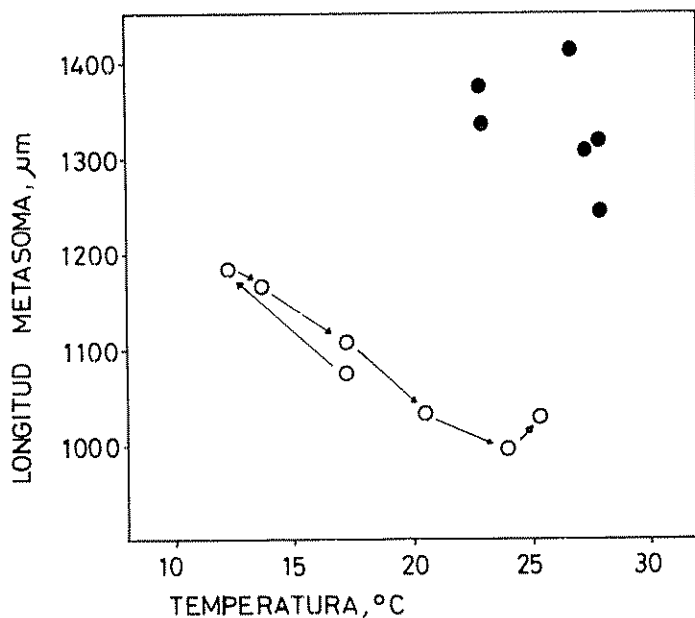


FIG. 3 — Diagrama temperatura-tamaño del metasoma. Puntos negros: Muestras del NO de África. Círculos blancos: Muestras de Castellón. Las flechas indican la secuencia temporal en el diagrama (Temperature-metasome length diagram. Dots: Samples from NW Africa. Circles: Samples from Castellón. Arrows indicate the temporal sequence in the diagram.)

probablemente debido a que no se trata de un carácter medido directamente, sino estimado por el producto del número de dientes por su tamaño medio; el coeficiente de correlación es asimismo inferior a 1, y por otra parte, la longitud de la zona inerte representa únicamente el 8 por ciento de la longitud total de la espina.

También existen diferencias entre los coeficientes de proporcionalidad *a* correspondientes a las poblaciones de Castellón y del NO de África (cuadro II). Las longitudes de la espina (carácter 2) y de la zona dentada (carácter 3) son proporcionalmente mayores en las poblaciones del NO de África que en las del Mediterráneo. Por el contrario, en los ejemplares del Mediterráneo, la espina está dotada de un número de dientes proporcionalmente mayor.

Así pues, la variación en tamaño de la espina depende del número de dientes (carácter merístico) y de su tamaño medio, que determinan la longitud de la parte dentada, así como de la longitud de la zona inerte. Este último carácter es el que más contribuye a la variabilidad de la longitud total de la espina en relación con el tamaño del metasoma, por lo menos en los ejemplares de Castellón, ya que en los del NO de África la correlación no es significativa (*C: b = 1,670*). El número de dientes le sigue en importancia, como ocurre en casi todos los caracteres merísticos (MARGALEF, 1955) (*S: b = 0,911; C: b = 0,659*).

CUADRO II

Coefficientes de correlación (*r*) y parámetros de las ecuaciones de alometría ($y = a \cdot x^b$) para la relación entre el tamaño del metasoma y los restantes caracteres. Código de identificación de muestras y caracteres como en las figuras 1 y 2 n s, correlación no significativa; 1, isometría; +, alometría positiva; -, alometría negativa (*Correlation coefficients (r) and allometric parameters (y = a x^b) for the relationship between metasome length and the rest of the characters. Identification code of samples and characters as in figures 1 and 2. n s, no significant correlation; 1, isometry; +, positive allometry; -, negative allometry*)

Carácter	Procedencia	r	a	b	Limites de b (95 %)	Alometria
2	S	0,915	0,135	0,960	0,656 - 1,403	
2	C	0,960	0,069	1,067	0,776 - 1,460	1
3	S	0,863	0,064	1,052	0,546 - 2,022	
3	C	0,954	0,059	1,077	0,767 - 1,510	1
4	S	0,437 n s	4 8 · 10 ⁻¹	1,718	—	
4	C	0,672	8 2 · 10 ⁻²	1,670	0,771 - 3,610	+
5	S	0,910	0,035	0,911	0,526 - 1,530	
5	C	0,818	0,231	0,659	0,354 - 1,225	-
6	S	0,223 n s	0,398	0,352	—	
6	C	0,903	0,109	0,541	0,336 - 0,870	-
7	S	0,362 n s	0,128	0,524	—	
7	C	0,217 n s	0,060	0,638	—	

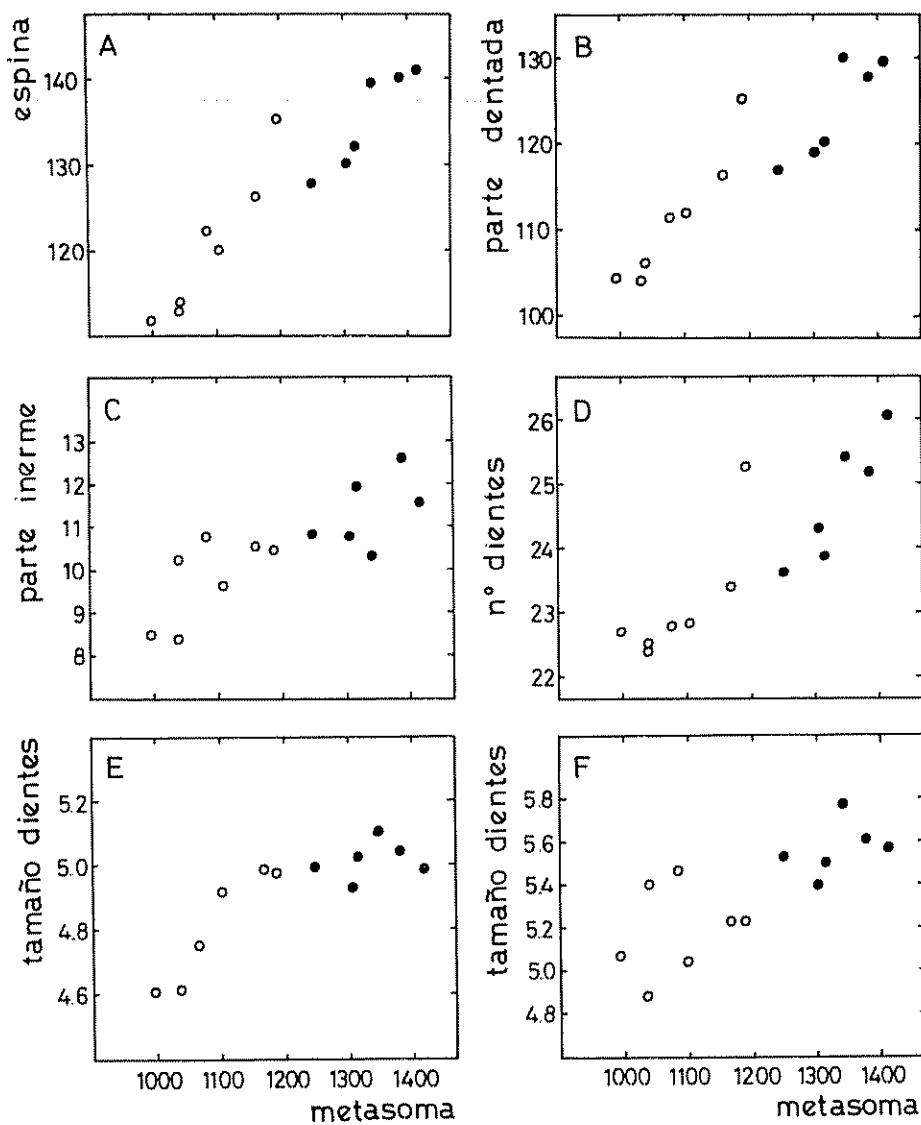


FIG. 4 — Relación entre tamaño del metasoma y los restantes caracteres. Puntos negros: Muestras del NO de África. Círculos blancos: Muestras de Castellón. (Relationship between metasoma length and the rest of characters. Dots: Samples from NW Africa. Circles: Samples from Castellón)

El tamaño medio de los dientes en la población de Castellón (la correlación tampoco es significativa para los ejemplares del NO de África) es el carácter más fijo ($C:b = 0,541$), y por lo tanto su contribución a la variabilidad de la longitud total de la espina es menor.

La respuesta de poblaciones diferentes a condiciones ambientales (temperatura sobre todo) semejantes queda reflejada tanto en los valores absolutos de los caracteres (en *Temora stylifera* son mayores los ejemplares del Atlántico, cuadro I) como en el tipo de relaciones entre dichos caracteres, que muestran diferencias tanto en los coeficientes de proporcionalidad como en los de alometría.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la ayuda prestada por M. VÉLEZ y A. CRUZ en la realización de gráficas y mecanografiado del texto.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, M. — 1977. *Ecología, competencia y segregación en especies congénéricas de copépodos (Acartia)*. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona: 190 pp.
- BERNARD, M. — 1970. Quelques aspects de la biologie du copépode pélagique *Temora stylifera* en Méditerranée. *Pelagos Bull. Inst. Océanogr. Alger*, 11: 7-196.
- DEEVEY, G. B. — 1960. Plankton studies. 2. Relative effect of temperature and food on seasonal variations in length of marine copepods in some eastern American and western European waters. *Bull. Bingham Oceanogr. Coll.*, 17 (2): 54-86
- GAUDY, R. — 1971. L'allongement antennulaire chez *Centropages typicus*: signification adaptative et utilité biométrique. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.*, 3: 363-365.
- 1972. Contribution à la connaissance du cycle biologique des copépodes du golfe de Marseille. 2. Étude du cycle biologique de quelques espèces caractéristiques. *Tethys*, 4 (1): 175-242.
- HEIP, C. — 1974. A comparison between models describing the influence of the temperature on the development rate of copepods. *Biol. Jb. Dodonaea*, 42: 121-125.
- HUXLEY, J. — 1932. *Problems of relative growth*. Methuen & Co., London: 276 pp.
- ITO, T. — 1953. Studies on the morphological variation in natural populations of Calanoida-Copepod of Japanese island waters. *Fac. Fish. Univ. Mie*, 1 (3): 273-400.
- MARGALEF, R. — 1955. Temperatura, dimensiones y evolución. *P. Inst. Biol. Apl.*, 19: 13-94.
- MCLAREN, I. A. — 1965. Some relationship between temperature and egg size, body size, development rate, and fecundity, of the copepod *Pseudocalanus*. *Limnol. Oceanogr.*, 10: 528-538.
- 1976. Inheritance of demographic and production parameters in the marine copepod *Eurytemora herdmanni*. *Biol. Bull.*, 151: 210-224.
- MORAITOU-APOSTOLOPOULOS, M. — 1969. Variability of some morphoecological factors in six pelagic copepods from the Aegean sea. *Mar. Biol.*, 3 (1): 1-3.
- RAZOULS, C. — 1973. Variations annuelles quantitatives des deux espèces dominantes de copépodes pélagiques *Centropages typicus* et *Temora stylifera* de la région de Banyuls. Cycle biologique et estimation de la production. III. Dynamique des populations et calcul de leur production. *Cah. Biol. Mar.*, 15 (1): 51-88.
- RICKER, W. C. — 1973. Linear regression in fishery research. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 30 (3): 409-434.
- RIERA, T. — 1983. Variabilidad morfométrica en *Temora stylifera* Dana, 1848. *Inv. Pesq.*, 47 (3): 363-396.
- RIERA, T. and M. ESTRADA — 1985. Dimensions and allometry in *Tropocyclops prasinus*. Empirical relationships with environmental temperature. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 22: 3159-3163.
- WAGENSBERG, M. et M. ALCARAZ. — 1977. Variations saisonnières de la taille des générations successives de copépodes: effets combinés de la température et de la taille comme facteurs de prédiction. *ICES CM L:13*: 7 pp.