

MUNIBE (Ciencias Naturales)	41	95-100	SAN SEBASTIAN	1989-1990	ISSN 0027 - 3414
-----------------------------	----	--------	---------------	-----------	------------------

Recibido: 13-X-90

Potencial reproductor del cladóceros planctónico *Evadne nordmanni* Loven (Crustacea, Branchiopoda) en las aguas costeras del Cantábrico Central

Reproductive potential of a planktonic cladoceran *Evadne nordmanni* in the coastal waters of the Central Cantabrian Sea

PALABRAS CLAVES: *Evadne nordmanni*, Cladóceros, potencial reproductor, Cantábrico central, Golfo de Vizcaya.

KEY WORDS: *Evadne nordmanni*, Cladocerans, reproductive potential, Central Cantabrian Sea, Bay of Biscay.

María Concepción PÉREZ*

RESUMEN

Se analiza el potencial reproductor de *Evadne nordmanni*, a partir de 210 hembras partenogenéticas con embriones en el estadio más tardío, recogidas durante los años 1974 y 1975, la fecundidad media fue de 4.76 ± 2.02 , oscilando el número de embriones por hembra entre 1 y 12.

Dicho potencial se relaciona con la longitud estándar de las hembras y con la temperatura del agua. Se observa que la talla y la fecundidad de las hembras disminuyen a lo largo del año, paralelamente al calentamiento de las aguas; al final del ciclo se evidencia un pequeño aumento de aquellas, coincidente con las temperaturas más altas. Asimismo, se evalúan las fases del desarrollo embrionario, en base a 694 hembras partenogenéticas que contenían embriones en los diferentes estadios. Se ha comprobado una reducción del número de embriones durante el desarrollo, debida a una reabsorción en la cámara incubadora de los embriones en estadios más tempranos.

SUMMARY

The reproductive potential of *Evadne nordmanni* has been studied in relation to the standard female length and water temperature. Both size and fecundity of females decrease throughout the year following similar trends that water temperature; however, towards the end of the cycle a slight increase is observed coinciding with a peak in temperature. A drop in the number of embryos during development has been observed due to reabsorption of the earlier embryos in the brood pouch of parthenogenetic females.

INTRODUCCION

Evadne nordmanni es una especie con una amplia distribución geográfica y exceptuando a *Penilia avirostris*, es probablemente el cladóceros marino del que se conocen más aspectos de su biología reproductora (JORGENSEN, 1933; CHENG, 1947; BAINBRIDGE, 1958; THIRIOT, 1972 y 1973; THIRIOT y VIVES, 1969; ONBE, 1974 y 1985; CORNI y GARDENGHI, 1974; SPECCHI, *et al.*, 1974 y RAMIREZ y PEREZ, 1985).

Pese a ser una especie abundante en las aguas neríticas de la Península Ibérica, no existen datos precisos sobre su biología reproductora en este área. En aguas de la plataforma costera asturiana es el cla-

dóceros más frecuente y abundante y del que se dispone de mayor información (PEREZ, 1980, 1989; PEREZ, *et al.*, 1984). En este trabajo se evalúan las variaciones del potencial reproductor de *E. nordmanni* en dos ciclos consecutivos, relacionando dicho potencial con la talla de las hembras y con la temperatura del agua.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras proceden de una zona del Mar Cantábrico, situada sobre la plataforma costera asturiana, a unas cinco millas al norte de Gijón (43.º 38' N y 5.º 42' W). Aunque los muestreos se efectuaron mensualmente durante los años 1974 y 1975, el material utilizado sólo procede de los periodos en que apareció la especie (marzo-agosto de 1974 y mayo-septiembre de 1975). Se utilizaron mangas Juday-Bogorov modificadas de 50 cm. de diámetro de boca y 250 µm de luz de malla, con las que se

* Dpto. Biología de Organismos y Sistemas; Unidad de Zoología, Facultad de Biología. Universidad de Oviedo. 33071-Oviedo. España.

realizaron doble pescas oblicuas desde los 10 m. de profundidad hasta la superficie. En cada recogida se registraron los parámetros hidrográficos más esenciales (temperaturas y salinidad).

Las medidas de los individuos se realizaron con un microscopio provisto de un ocular micrométrico. Los embriones se extrajeron mediante disección de la cámara incubadora y se midió la longitud total (LT) de los mismos, así como la longitud estándar (LM) de las hembras partenogenéticas que los contenían, siguiendo el procedimiento ya descrito anteriormente (PEREZ, en prensa). Al estudiar el desarrollo embrionario de los Podonidae hemos considerado tres estadios fácilmente diferenciales (E1, E2 y E3; ver descripción en PEREZ, 1989). No obstante, para valorar el potencial reproductor sólo se han considerado los embriones tardíos (E3) y no se han tenido en cuenta los embriones tempranos que pueden reabsorberse en la cámara incubadora (BAINBRIDGE, 1958). La valoración de la fecundidad y de las variaciones estacionales que ésta presenta, se ha realizado examinando una muestra mensual, que ha oscilado entre 10 y 30 individuos, según la abundancia total de la muestra.

RESULTADOS

Potencial reproductor: Variaciones estacionales e interanuales

En el conjunto de las muestras, el número de embriones por hembra osciló entre 1 y 12, presentan-

do una fecundidad media de 4.76 (sd = 2.02; n = 210) y un valor modal de 4. Existen diferencias intermensuales significativas tanto en 1974 (ANOVA: F = 41.46, g.l. = 5, 133; p < 0.001) como en 1975 (F = 3.72, g.l. = 5, 65; p < 0.01) y también difieren significativamente los valores globales de los dos años (1974: x = 5.36, sd = 2.07, n = 139; 1975: x = 3.59, sd = 1.29, n = 71; t = 7.60, p < 0.001). Sin embargo, si se comparan los mismos meses para ambos ciclos (excluyendo marzo y abril, por carecer de muestreos en 1975), los valores de la fecundidad, no presentan diferencias significativas (t = 0.68, p > 0.05).

En la tabla 1 se observa que en el año 1974 el valor máximo (7.27) se encuentra en marzo, mes en que aparece la especie en la zona y el valor mínimo (2.23) en agosto, un mes después del segundo máximo de abundancia. En mayo se observa una fuerte caída del potencial reproductor coincidiendo con una alta frecuencia relativa de individuos gamogenéticos. Asimismo, en agosto se puede comprobar que la fecundidad mínima, coincide con la máxima frecuencia de individuos gamogenéticos. En el año 1975 (Tabla 1), la disminución de la fecundidad es similar al ciclo anterior, con un ligero aumento próximo al final del mismo.

En cada año, parece existir una tendencia general a la reducción de la fecundidad desde el comienzo del ciclo; esta tendencia resulta significativa estadísticamente para las muestras de 1974 (Coeficiente de correlación de rangos de Spearman: rs = 0.94; p < 0.01, pero no para 1975 (rs = 0.48; p > 0.05).

Los individuos gamogenéticos se presentan de forma continuada en todas las muestras desde abril o mayo hasta agosto, alcanzando los valores máximos en mayo. Se encuentran en porcentajes muy bajos, sin alcanzar en ningún mes el 13% de la población (Tabla 1). Para el conjunto de las muestras no se ha encontrado ninguna correlación estadísticamente significativa entre la fecundidad de las hembras partenogenéticas y la presencia de individuos gamogenéticos (rs = -0.25; p > 0.05).

En todas las muestras analizadas se observa una reducción del número medio de embriones en el transcurso del desarrollo, siendo siempre el número de embriones tempranos mayor que el de embriones tardíos (Tabla 2). En las muestras de primavera, las diferencias son menos acusadas que en las correspondientes a la época estival, en que existe, generalmente, una reducción de dos o tres embriones en el paso de E1 a E3. Esta reducción progresiva del

TABLA 2

FECHAS	HP con E3			% individuos	
	Número	embriones/hembra		Gamogenético	
	intervalo	\bar{x}	sd	n	
23-03-1974	5-10	7,27	1,05	30	0,00
02-04-1974	4-12	6,30	1,68	47	1,11
30-05-1974	3-6	3,95	0,92	21	5,48
11-06-1974	2-7	4,67	1,63	15	3,76
04-07-1974	2-6	3,77	1,01	13	5,60
22-08-1974	1-4	2,23	0,93	13	5,92
13-05-1975	3-5	3,87	0,83	15	12,93
24-05-1975	1-6	3,82	1,60	11	5,88
25-06-1975	2-7	4,36	1,57	11	2,69
11-07-1975	2-6	3,91	1,24	12	2,65
14-08-1975	2-4	2,67	0,65	12	0,00
23-09-1975	2-4	2,80	1,03	10	0,00

Tabla 1.— Parámetros del potencial reproductor de las hembras partenogenéticas (HP) y porcentaje de individuos gamogenéticos de *Evadne nordmanni* en los distintos meses estudiados.

número de embriones, posiblemente debida a que los embriones no viables se reabsorben en la cámara incubadora de las hembras, es altamente significativa (test binomial para el número de casos en que el número de embriones E3 es menos que E1 y E2: $z = 3.175$; $p < 0.001$).

En ocasiones estos embriones abortados no han sido totalmente reabsorbidos, encontrándose sus restos en el interior de la cámara incubadora, por lo que ha podido ser calculada la proporción en que se encontraban. En la tabla 3 se muestran mensualmente y expresadas en porcentajes, las hembras

partenogénicas con la cámara vacía u ocupada por embriones y el estado en que se encuentran éstos.

Considerando el conjunto de datos, sólo el 1% de las hembras partenogénicas tenían la cámara incubadora vacía, el 17.2% presentaban embriones abortados y el 81.8% restante tenían la cámara ocupada por embriones viables.

Variaciones del potencial reproductor en relación con la talla de las hembras y la temperatura del agua.

En la figura 1 se representa la variación del número de embriones en relación con la talla de las

TABLA 2

FECHAS	ESTADIOS EMBRIONARIOS	N. ° EMBRIONES/HEMBRA				
		max	min	n	\bar{X}	CV %
23-03-1974	I	18	6	42	8,55	25,50
»	II	14	5	48	8,13	24,8/
»	III	10	5	30	7,27	14,44
02-04- 1974	I	18	6	20	7,50	34,80
»	II	12	4	23	6,39	28,17
»	III	12	4	47	6,30	26,67
30-05-1974	I	7	4	7	5,57	25,13
»	II	6	3	20	4,55	20,66
»	III	6	3	21	3,95	23,29
1 1-06- 1974	I	9	4	9	6,22	20,90
»	II	7	4	12	5,67	15,70
»	III	7	2	15	4,67	34,90
04-07-1974	I	8	4	29	5,62	20,46
»	II	6	2	41	4,10	28,29
»	III	6	2	13	3,78	25,66
22-08-1974	I	6	4	10	4,60	18,26
»	II	5	2	14	3,64	27,75
»	III	4	1	13	2,23	41,70
13-05-1975	I	7	4	12	5,67	13,76
»	II	9	3	19	4,84	30,16
»	III	5	3	15	3,87	21,45
24-05-1975	I	6	3	14	4,64	20,04
»	II	6	2	22	4,18	21,77
»	III	6	1	11	3,82	41,88
25-06-1975	I	9	4	13	5,58	25,81
»	II	7	3	18	4,78	24,27
»	III	7	2	11	4,36	36,01
1 1-07-1975	I	8	4	18	5,70	21,93
»	II	8	3	37	4,68	20,73
»	III	6	2	12	3,91	31,71
14-08-1975	I	6	4	16	5,14	14,98
»	II	5	3	11	4,18	17,94
»	III	4	2	12	2,67	24,34
23-09-1975	I	6	4	10	4,91	14,26
»	II	6	4	19	4,67	14,76
»	III	6	4	10	2,80	36,78

Tabla 2.— Fecundidad media mensual en los distintos estados embrionarios.

hembras, agrupadas en clases de 0.10 mm. de intervalo, para los ciclos 1974 y 1975.

Dentro de cada muestra el número medio de embriones aumenta con el tamaño de las hembras partenogenéticas, tanto en el ciclo 1974 como en el de 1975. Superpuesta a esta tendencia, se observa una tendencia de reducción progresiva de la fecundidad en el transcurso del ciclo, de modo que, a igual tamaño de hembra, la fecundidad es menor al final del verano que en primavera.

En conjunto, a pesar de la variabilidad descrita y el reducido intervalo de tallas de las hembras, existe una relación positiva muy significativa entre el número de embriones y la talla estándar de las hembras ($r = 0.57$; $n = 210$; $p < 0.001$).

En la figura 2 se ha representado la relación entre el número medio de embriones para cada muestra y la temperatura en el nivel de muestreo. Los datos de temperatura utilizados son puntuales, obtenidos en las fechas en que se recogieron las muestras. Se han analizado un mínimo de diez hembras partenogenéticas con embriones en estado III por muestra. El potencial reproductor está negativa y significativamente relacionado con la temperatura del agua ($r = -0.79$; $n = 12$; $p < 0.01$).

DISCUSION

La fecundidad media hallada para *E. nordmanni* en esta zona (4.76) es algo más alta que la obtenida por BAINBRIDGE (1958) en la costa escocesa

TABLA III

HEMBRAS PARTENOGENETICAS

FECHAS	SIN EMBRIONES		CON EMBRIONES			
		EA	E1	E2	E3	
23-03-1974	1,28	2,56	39,75	35,90	20,51	
02-04-1974	0,00	3,57	37,50	41,07	17,86	
30-05-1974	0,00	14,29	20,00	57,14	8,57	
11-06-1974	2,00	42,00	18,00	24,00	14,00	
04-07-1974	0,00	23,00	29,00	41,00	7,00	
22-08-1974	0,00	13,33	33,33	46,67	6,67	
13-05-1975	2,00	16,00	24,00	44,00	14,00	
24-05-1975	0,00	14,00	28,00	46,00	12,00	
25-06-1975	2,00	30,00	28,00	38,00	2,00	
11-07-1975	1,69	22,03	15,25	59,32	1,69	
14-08-1975	0,00	9,09	36,36	50,00	4,55	
23-09-1975	4,54	34,09	11,36	43,18	6,82	
22-10-1975	0,00	0,00	45,00	55,00	0,00	

Tabla 3.— Frecuencia relativa de las hembras partenogenéticas de *Evadne nordmanni* con o sin embriones, durante el periodo de estudio (Ea = embriones abortados; E1 = embriones en estado I; E2 = embriones en estado II; E3 = embriones en estado III).

(4.61). En el Golfo de León, THIRIOT y VIVES (1969) encuentran una fecundidad media para el ciclo (3.40) bastante más baja que la hallada en el Cantábrico Central, siendo también menor la dada por SPECCHI et al. (1974) para el Golfo de Trieste.

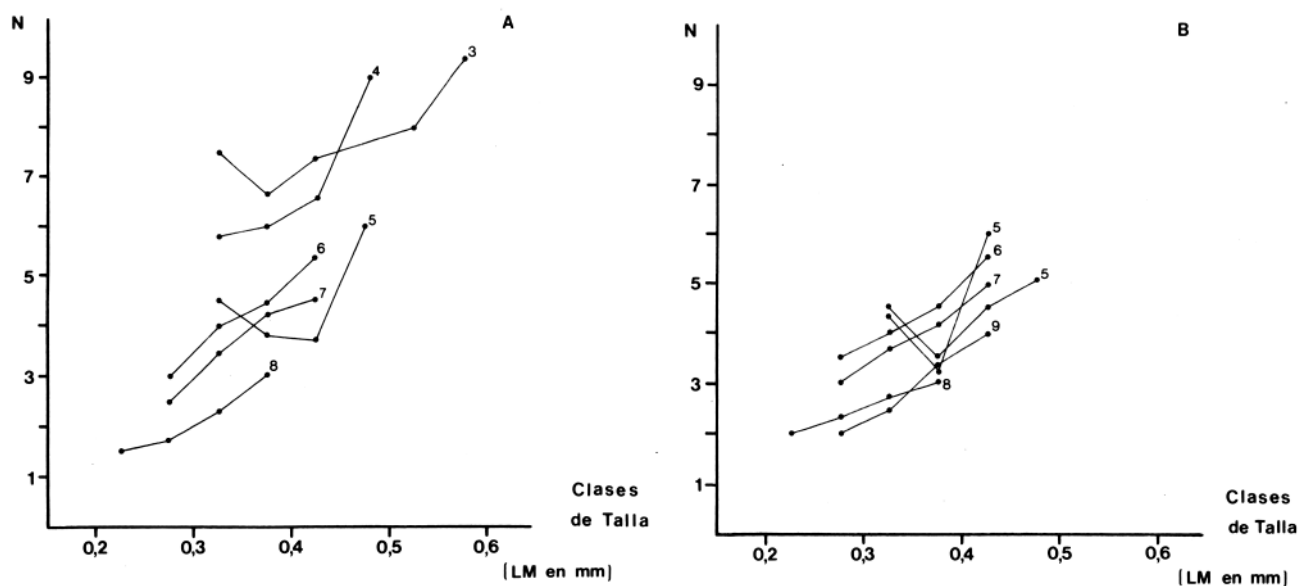


Figura 1.—Variaciones estacionales del número de embriones en relación con la talla materna. A: Ciclo 1974. B: Ciclo 1975 (los números 1, 2, 3...12 indican los meses del año).

En la zona de estudio, el tamaño y el potencial reproductor de la especie disminuye a lo largo del año, paralelamente al calentamiento de las aguas. Aparte de existir una fuerte relación entre estas tres variables, al final del ciclo se evidencia un ligero aumento de la talla y de la fecundidad, coincidiendo con las temperaturas más altas del ciclo. Por esto cabe pensar que, en determinadas épocas, la mayor o menos disponibilidad de alimento influye en el tamaño y en la producción de embriones alcanzada por *E. nordmanni*. Además ha de tenerse en cuenta que estos embriones, cuando se están desarrollando en la cámara incubadora tienen muy poco vitelo, por lo que dependen del alimento aportado por la madre (KUTTNER, 1911).

En la costa escocesa, la evolución estacional de la talla de las hembras partenogenéticas es similar a la obtenida en este área de estudio, aunque existe un mayor intervalo entre los valores extremos (BAINBRIDGE, 1958).

Con respecto a la disminución de la fecundidad de los cladóceros conforme aumenta la temperatura del agua, THIRIOT (1972) en el Mediterráneo occidental, encuentra para esta especie el coeficiente de correlación más elevado ($r = -0.66$); no obstante, en el Cantábrico Central parece que la especie aún es más sensible al factor temperatura ($r = -0.791$) coincidiendo con THIRIOT (op. cit.) en que es la especie que más acusa las variaciones de este parámetro. En este caso es debido sin duda, a que el periodo de permanencia de la especie en el plancton coincide con la fase ascendente del ciclo térmico de las aguas.

Las variaciones que experimenta el potencial reproductor a lo largo del ciclo no son acusadas, exceptuando los valores alcanzados al comienzo del mismo.

Los resultados obtenidos muestran que las primeras generaciones, correspondientes a los meses de primavera, son las que alcanzan las mayores tallas y las más productivas en cuanto a número de embriones. Las diferencias observadas en los valores medios de la fecundidad en los dos ciclos estudiados, son debidas a la ausencia de muestreos en marzo y abril de 1975, meses en que los valores de fecundidad se suponen altos, tal como se ha puesto en evidencia al comparar la fecundidad en ambos ciclos excluyendo dichos meses. Por la misma razón, la reducción progresiva de la fecundidad desde el comienzo del ciclo, que existe en ambos años, sólo ha resultado significativa en 1974.

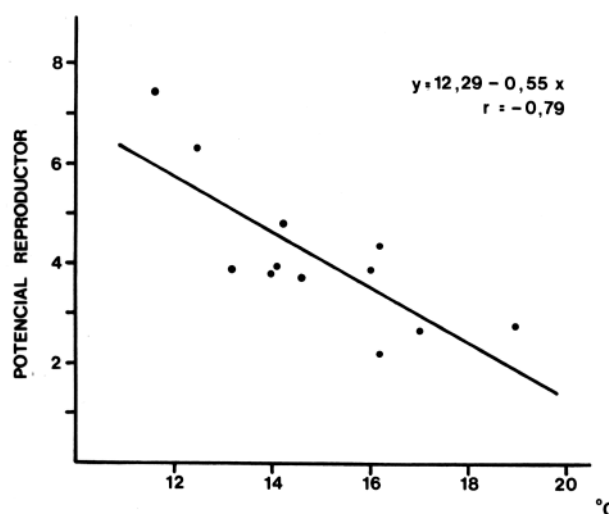


Figura 2.—Relación entre el potencial reproductor de *Evadne nordmanni* y la temperatura del agua (°C).

A lo largo de los dos ciclos estudiados se ha observado que, tanto las variaciones de tamaño, como el poder de reproducción están relacionados fundamentalmente con la temperatura, siendo el recurso trófico una variable a considerar, especialmente cuando la temperatura del medio se aparta de los valores óptimos requeridos por la especie.

En este área *E. nordmanni* se reproduce principalmente por vía partenogenética, aunque durante cinco meses consecutivos aparecen individuos gamogenéticos. La proporción en que aparecen éstos no guarda relación con la fecundidad de las hembras partenogenéticas, aunque algunos autores han señalado una correspondencia negativa entre ambos parámetros (ONBE, 1974; RAMIREZ y PEREZ, 1985).

Las referencias sobre la reabsorción de los embriones tempranos durante el desarrollo son escasas y se basan en el análisis de un número muy reducido de ejemplares, procedentes de muestreos esporádicos. BAINBRIDGE (1958) menciona este hecho indicando una pérdida de poder de reproducción que no cuantifica. La reducción del número de embriones durante el desarrollo se ha puesto de manifiesto en todas las muestras analizadas, acusándose una pérdida de poder de reproducción de hasta un 48% en los meses de verano, que corresponde a la etapa de «depresión fisiológica» o «estado crítico» que experimentan las hembras partenogenéticas y que puede ser o no coincidente con el tránsito de la partenogénesis a la gamogénesis (PEREZ, 1989).

BIBLIOGRAFIA

- BAINBRIDGE, V.
1958 Some observations on *Evadne nordmanni* Lovén. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 37: 349-370.
- CORNI, M. G. y G. GARDENGHI
1974 Osservazioni anatomiche e biometriche su *Evadne nordmanni* Lovén (Crustacea, Phyllopoda) del medio Adriatico. *Boll. Pesca Piscic. Idrobiol.* 29 (2): 157-167.
- CHENG, C.
1947 On the fertility of marine Cladocera with a note on the formation of the resting egg in *Evadne nordmanni* Lovén and *Podon intermedius* Lilljeborg. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 26 (4):551-561.
- JORGENSEN, O. M.
1933 On the marine Cladocera from the Northumbrian plankton. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 19: 177-266.
- KUTTNER, O.
1911 Mitteilungen über marine Cladoceren. *Sber. Ges. Naturf. Freunde, Berlin* 2: 84-93.
- ONBE, T.
1974 Studies on the ecology of marine cladocerans. *J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ.* 13: 83-179.
- ONBE, T.
1985 Seasonal fluctuations in the abundance of populations of marine cladocerans and their resting egg in the Inland Sea of Japan. *Mar. Biol.* 87: 83-88.
- PEREZ, M. C.
1980 Primeros datos sobre los Cladóceros de la costa asturiana (Norte de España). *Bol. Cien. Nat. I.D.E.A.* 26: 93-103.
- PEREZ, M. C.
1989 *Cladóceros planctónicos de la zona central del Cantábrico (Asturias)*. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. 312 pp.
- PEREZ, M. C.
(en prensa) *Penilia avirostris* Dana, 1849 (Crustacea, Cladocera) en aguas de la plataforma costera asturiana (Mar Cantábrico): Características biométricas y variaciones estacionales. *Thalassas*.
- PEREZ, M. C.; I. MORENO; F. ALVAREZ-MARQUES; M. C. RODRIGUEZ y M. L. VILLEGAS
1984 Estudio del zooplancton epiplanctónico de la zona costera de Gijón. IV. Cladóceros. *Cuad. Invest. Biol. Bilbao* 5: 1-12.
- RAMIREZ, F. C. y G. M. PEREZ SEIJAS
1985 New data on the ecological distribution of cladocerans and first local observations on reproduction of *Evadne nordmanni* and *Podon intermedius* (Crustacea, Cladocera) in Argentine sea waters. *Physis (B. Aires). Secc. A-43* (105): 131-143.
- SPECCHI, M.; L. DOLLINAR y S. FONDA UMANI
1974 I Cladoceri del genere *Evadne* nel Golfo di Trieste. Notizie sul ciclo biológico di *E. nordmanni*, *E. tergestina* ed *E. spinifera*. *Boll. Pesca Piscic. idrobiol.* 29 (2): 107-122.
- THIRIOT, A.
1972 Influence de la temperature sur les caractéristiques des populations des Cladóceres du genre *Evadne* dans le Golfe du Lyon (Méditerranée occidentale). *Fifth Europ Mar. Biol. Sympos.* 17: 197-206.
- THIRIOT, A.
1973 Les cladocères de Méditerranée occidentale. III. Cycle et répartition à Banyuls sur Mer (Golfe du Lion). Synthèse des années 1965-1969. *Vie Milieu* 23(2-B): 243-295.
- THIRIOT, A. y F. VIVES
1969 *Evadne nordmanni* Lovén en Méditerranée occidentale. *Vie Milieu* 20 (1-B): 145-157.