

# Fotografía de siluetas aplicada en los estudios de crecimiento de *Daphnia sp.* y *Acartia clausi*

IRENE L. MONTERO GONZÁLEZ

## RESUMEN

El crecimiento del cladóceros de agua dulce *Daphnia sp.* y de una cohorte de *Acartia clausi* (Giesbrecht (Copepoda) fue estudiado a partir de medidas de talla y peso, a diferentes concentraciones de alimento y temperatura, haciendo uso de la técnica de *fotografía de siluetas*. Las tasas de crecimiento de *Daphnia sp.* fueron bajas y negativas a concentraciones escasas de alimento, experimentando un aumento progresivo a partir de una concentración media, y estabilizándose en los niveles superiores de alimentación. En *Acartia clausi* aumentaron exponencialmente con la concentración de alimento, sugiriendo que el crecimiento estuvo limitado por la cantidad de alimento disponible. No se observaron diferencias en los niveles de saturación experimentados a dos temperaturas.

## ABSTRACT

### *Growth study of Daphnia sp. and Acartia clausi in relation to food concentration and temperatures?*

*The growth of the freshwater cladoceran Daphnia sp. and a cohort of Acartia clausi Giesbrecht (Copepoda) was studied from size and weight measurements at different food concentrations and temperatures using silhouette photography. Growth rates were scarce and negative at low food levels, and immediately afterwards increased exponentially with food concentration in Acartia clausi experiments, suggesting that growth was limited by food availability. No differences in growth were observed at saturating food levels at the two experimental temperatures.*



## INTRODUCCIÓN

**T**radicionalmente se ha utilizado el microscopio para realizar estudios taxonómicos del zooplancton, y establecer, de forma directa, los espectros de talla de estos organismos. Este método consume mucho tiempo de trabajo y sólo puede emplearse con muestras de zooplancton muerto. Con el tiempo las muestras se deterioran debido a la acción de los productos químicos empleados para preservarlas, y las medidas efectuadas a partir de ellas no nos llevan a resultados reales (Davis, C.S. y Wiebe, P.H., 1985). En 1979 Ortner *et al.* sugieren la aplicación de la técnica fotográfica denominada *fotografía de siluetas* en los estudios de taxonomía del zooplancton. Con esta nueva técnica se consigue acortar el tiempo de procesado de las muestras, sin deteriorarlas, y además, da la posibilidad de trabajar con zooplancton vivo. También permite estudiar la importancia de la comunidad pelágica como estructura de talla, factor de gran trascendencia en el entendimiento general de los ecosistemas, ya que gobierna el metabolismo y la tasa de crecimiento de los organismos. Por tanto, la aplicación de esta reciente metodología en los estudios de crecimiento del zooplancton, con diferentes condiciones de temperatura y cantidad de alimento, representa un importante e innovador potencial de trabajo, puesto que hace posible el seguimiento diario del crecimiento de dichos organismos y el establecimiento de sus tasas específicas de crecimiento.

Numerosos estudios de laboratorio han descrito bien el efecto de la temperatura sobre el crecimiento (Kimmerer y McKinnon, 1987; Berggreen *et al.*, 1988; Es-



cribano y McLaren, 1992; Huntley y Lopez, 1992). La temperatura afecta al crecimiento en cuanto modifica el tiempo de desarrollo y el peso final de los individuos. Sin embargo, pocos estudios detallan el efecto de la concentración de alimento en el desarrollo y crecimiento de los copépodos juveniles. Berggreen *et al.* (1988) encontraron que las tasas de crecimiento y de desarrollo de *Acartia tonsa* dependían del alimento disponible, mientras que Huntley y Lopez (1992) sugirieron que los copépodos no están probablemente limitados por el alimento en la naturaleza. Argumentan que estos organismos pueden encontrar en el medio marino pequeñas «manchas» de alimento. Recientemente, Park y Landry (1993) demos-

traron que la producción de huevos *in situ* de *Undinula vulgaris* está estrechamente correlacionada con el carbono particulado ambiental, indicando que hay que tener precaución a la hora de realizar extrapolaciones de la relación que Huntley y Lopez (1992) establecen para la temperatura y el crecimiento. Lopez *et al.* (1993) también encuentran, en el Estrecho de Gerlache (Antártida), que la producción diaria de huevos de *Calanoides acutus* es una función hiperbólica de la clorofila integrada. Para establecer comparaciones en el crecimiento de diferentes especies del zooplancton de diversos medios ambientes es interesante estudiar el crecimiento somático usando métodos simples.





**TABLA 1**

**Diseño de los experimentos de crecimiento realizados con el cladócero *Daphnia sp.* a 20°C**

Nivel de alimento	Concentración media de Fitoplancton (10 <sup>6</sup> células/día)	Fracción de talla (mm)	Período de incubación (d)	Número inicial de individuos
0	0 (n=4)	500-1.000	4	40
1	107±19 (n=4)	500-1.000	4	39
2	320±58 (n=4)	500-1.000	4	49
3	555±327 (n=9)	500-1.000	10	10
4	925±546 (n=9)	500-1.000	10	11
5	1.300±764 (n=9)	500-1.000	10	11

El presente estudio de investigación fue llevado a cabo con *Daphnia sp.* (Cladocera) y *Acartia clausi* (Copepoda), con el objetivo principal de determinar y conocer las tasas de crecimiento de estos organismos a diferentes concentraciones de alimento y temperatura, a partir de medidas de talla corporal, haciendo uso de la técnica de *fotografías de siluetas*.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

*Daphnia sp.*

**E**l zooplancton requerido para estos experimentos de crecimiento fue recolectado de la Presa de Chira con una red WP-2 standard (UNESCO, 1968) simple de

100 µm, en arrastres verticales desde 10 m de profundidad hasta la superficie. Se realizaron numerosas capturas que se conservaron en recipientes con agua del lugar hasta su llegada al laboratorio. Las muestras colectadas fueron analizadas en el microscopio estereoscópico con el objeto de clasificar a los organismos y separar a aquellos que iban a ser fuente de estudio, que en este caso fueron las *Daphnia sp.* Para realizar los diferentes experimentos de crecimiento, se procedió a la selección de una fracción de talla de entre 500 y 1000 µm. Posteriormente se concentraron en diferentes recipientes de incubación y se dispusieron en un baño termostático a temperatura constante de 20°C. La fuente de alimentación se fundamentó en un cultivo multiespecífico de fitoplancton de agua dulce. En cada experimento se utilizó una concentración diferente de alimento (Tabla 1). Cada día se efectuó el cómputo de los individuos vivos y muertos de cada experimento.

*Acartia clausi*

**L**os organismos fueron obtenidos de un cultivo de laboratorio de una cohorte de *Acartia clausi* dominada por nauplios en su última fase y copepoditos iniciales (CI). Los experimentos de crecimiento fueron realizados a las temperaturas de 12 y 18°C en cámaras de temperatura constante, siendo el medio de cultivo aireado muy suavemente. El alimento suministrado fue *Rhodomonas baltica* e *Isochrysis galbana* en presencia del dinoflagelado heterotrófico *Oxyrrhis marina*. Los experimentos fueron llevados a cabo durante un período de siete días. Los organismos aclimatados a 18°C en los tanques de 77 l fueron dis-

**TABLA 2**

**Diseño de los experimentos de crecimiento realizados con el copépodo *Acartia clausi***

Nivel de alimento	Agua de mar filtrada (%)	Concentración media de alimento (mgClaxl <sup>-1</sup> )	T (°C)	Volumen de cultivo (l)
0	100	0,21	18	5
1	75	1,39±0,81 (n=6)	18	5
2	50	2,77±1,63 (n=6)	18	5
3	25	4,16±2,44 (n=6)	18	5
4 (Alta)	0	5,55±3,26 (n=6)	18	5
4 (Alta)	0	9,12±3,41 (n=2)	12	77

El porcentaje de agua de mar filtrada es la proporción añadida al nivel de alimentación en el cual fueron incubados los animales en los tanques de 77 litros a una concentración de alimento de saturación.  
El número inicial de organismos incubados fue de 100 ind X l-1 a 18°C y de 50 ind X l-1 a 12°C.



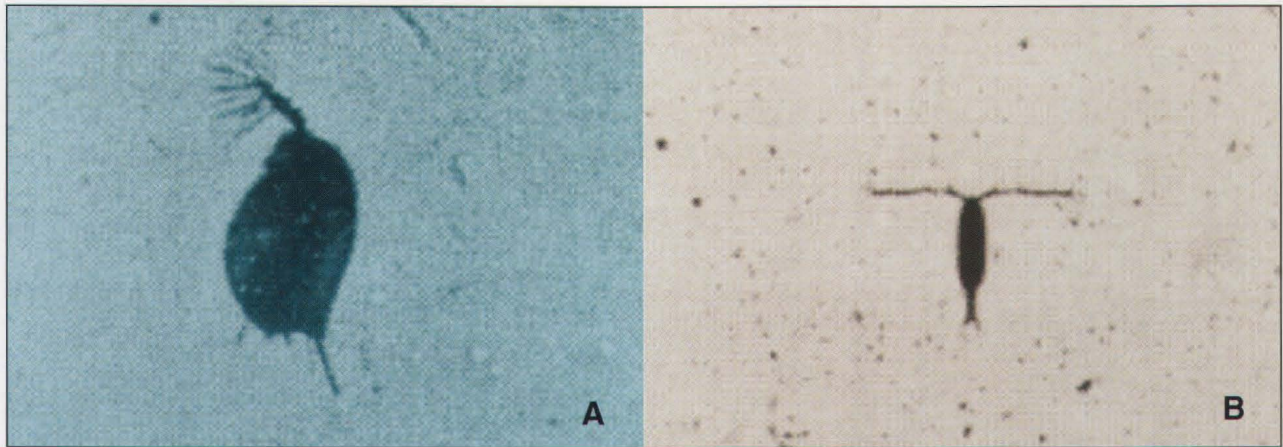


Fig. 1: Fotografía de siluetas de a) *Daphnia* sp. y b) *Acartia clausi*, procesadas a través de un sistema de adquisición de imágenes (se ha invertido el color original de la fotografía para su mejor tratamiento).

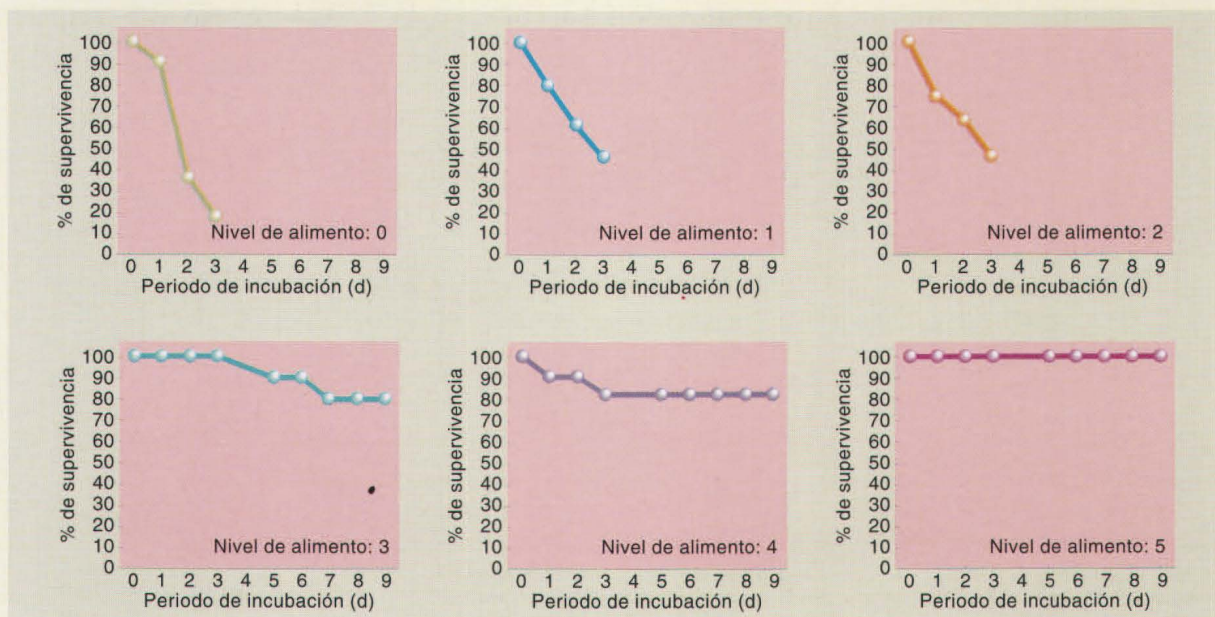
tribuidos en cinco recipientes de 5 l (aproximadamente  $100 \text{ ind} \times \text{l}^{-1}$ ) y alimentados a cinco concentraciones diferentes de clorofila, por dilución con agua de mar filtrada del nivel de alimento de saturación en el cual estaban creciendo (Tabla 2). Los organismos incubados a  $12^\circ\text{C}$  en un tanque de 77 l (aproximadamente  $50 \text{ ind} \times \text{l}^{-1}$ ) fueron alimentados cada día a la mayor concentración de alimento (Tabla 2).

Diariamente se renovó el agua de los recipientes de incubación y se añadió el alimento establecido para cada una de las concentraciones experimentadas (Tabla 1 y 2). Debido a que la concentración de clorofila por nivel de alimento varió de un día a otro, se estimó la concentración media de alimento (por nivel de alimentación) en todo el período de estudio para así comparar los diferentes experimentos.

Cada 24 horas, se tomaron muestras de los individuos de los diversos experimentos realizados a diferentes niveles de alimentación. Inmediatamente después, se tomaron las fotografías de siluetas (Edgerton, 1981a; 1981b) en un cuarto oscuro con luz roja (Fig. 1). Cada muestra fue transferida a una placa de petri transparente y colocada sobre una lámina de película. La lámpara estrobos-

FIGURA 2

*Daphnia* sp. Porcentaje de supervivencia de los individuos de cada experimento de crecimiento (en los seis niveles de alimentación) a lo largo del período de incubación (d)

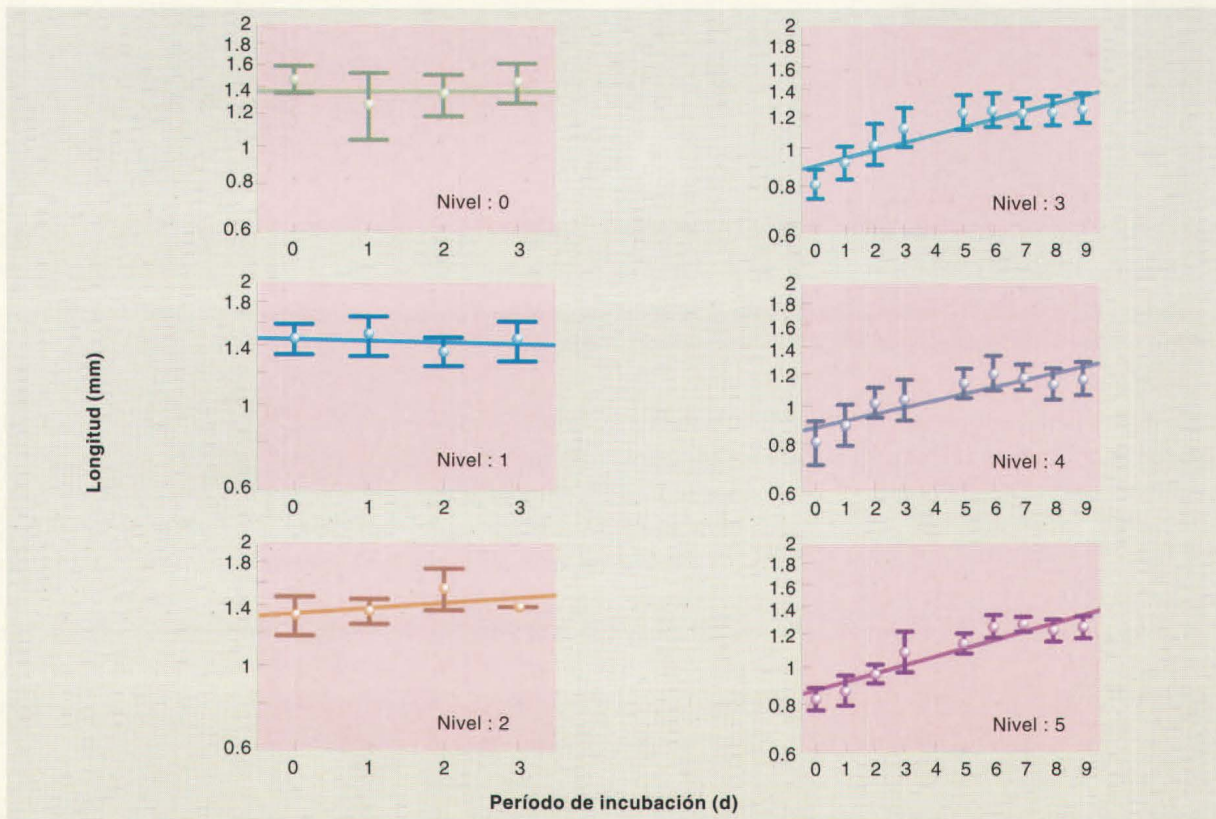




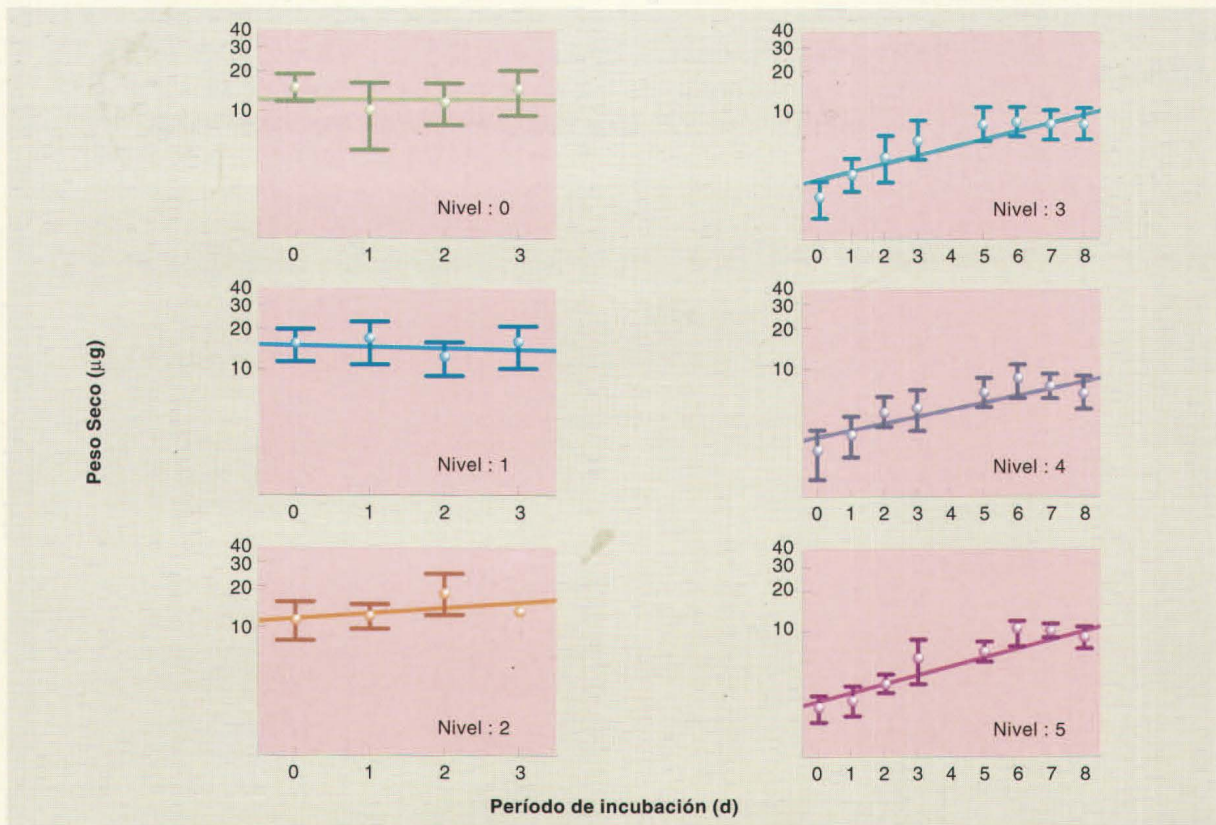
**FIGURA 3**

*Daphnia sp.*

**a) Aumento de la longitud media ( $\pm$ SD) con el tiempo en los diferentes niveles de alimentación**



**b) Aumento del peso seco medio ( $\pm$ SD) con el tiempo en los diferentes niveles de alimentación**





cópica se disparó a 50 cm de distancia de la película y seguidamente se reveló utilizando los procedimientos tradicionales. Las longitudes de las siluetas (longitud total no incluyendo la espina apical para *Daphnia sp.*; longitud del cefalotórax para los copepoditos de *Acartia clausi*) fueron medidas con un microscopio estereoscópico. El crecimiento de los nauplios de *Acartia clausi* no se incluyó en este estudio, debido a que sus siluetas no pudieron ser medidas convenientemente al utilizar una película de grano fino no adecuada. Las tallas obtenidas fueron convertidas a peso seco usando las relaciones entre talla y peso seco establecidas para cada una de las especies zooplanctónicas estudiadas. Para *Acartia clausi* se utilizó la relación  $\ln PS = -17.67 + 2.966 \times \ln L$  (Tabla 3). Las tallas corporales de *Daphnia sp.* se transformaron a peso seco mediante la relación talla-peso establecida por Bottrell *et al.* (1976) para *Daphnia pulex*:  $\ln PS = 1.47 + 3.19 \times \ln L$ ; donde  $PS$  es el peso seco (en  $\mu\text{g}$ ) y  $L$  es la longitud total sin incluir la espina apical (en mm).

## RESULTADOS

La mortalidad de las *Daphnias* disminuyó a la vez que se incrementó la cantidad de alimento en el medio de cultivo (Fig. 2). A la máxima concentración de alimento ( $1300 \times 10^6$  células/d) la mortalidad fue nula, mientras que a concentraciones menores se observó siempre una pérdida del orden del 20% a partir del séptimo día de incubación. La evolución temporal de la talla

**TABLA 3** Relación entre  $\ln$  Peso Seco -  $\ln$  Longitud del Prosoma para copepoditos de *Acartia sp.*

Estadio	Longitud del Prosoma (mm)	Peso Seco (mg)
C1	360	0,81
C2	450	1,56
C3	540	2,69
C4	620	4,05
C5	740	6,84
C6 hembras	900	12,23
C7 machos	830	9,62

$\ln PS = \ln a + b \times \ln L$ ;  $PS$  = peso seco;  $L$  = longitud del prosoma;  $a$  = factor de condición;  $b$  = factor alométrico;  $\ln PS = -17,67 + 2,966 \times \ln L$ .

(Fig. 3a) y del peso seco (Fig. 3b) muestran el efecto de los diferentes niveles de alimentación sobre las tasas de crecimiento de *Daphnia sp.* Se apreció un incremento del crecimiento con el aumento de la cantidad de alimento suministrado (Fig. 4; Tabla 4a). En los niveles más bajos de alimentación el crecimiento fue despreciable e incluso negativo. Al añadir más alimento, las tasas de crecimiento aumen-

taron, estabilizándose en los niveles 3, 4 y 5.

El crecimiento en *Acartia clausi* fue exponencial y constante en todos los niveles de alimentación (Fig. 5). Por lo tanto, las tasas de crecimiento fueron estimadas a partir de las pendientes de las regresiones exponenciales (Tabla 4b). Las tasas de crecimiento aumentaron gradualmente y de forma exponencial con la concentra-

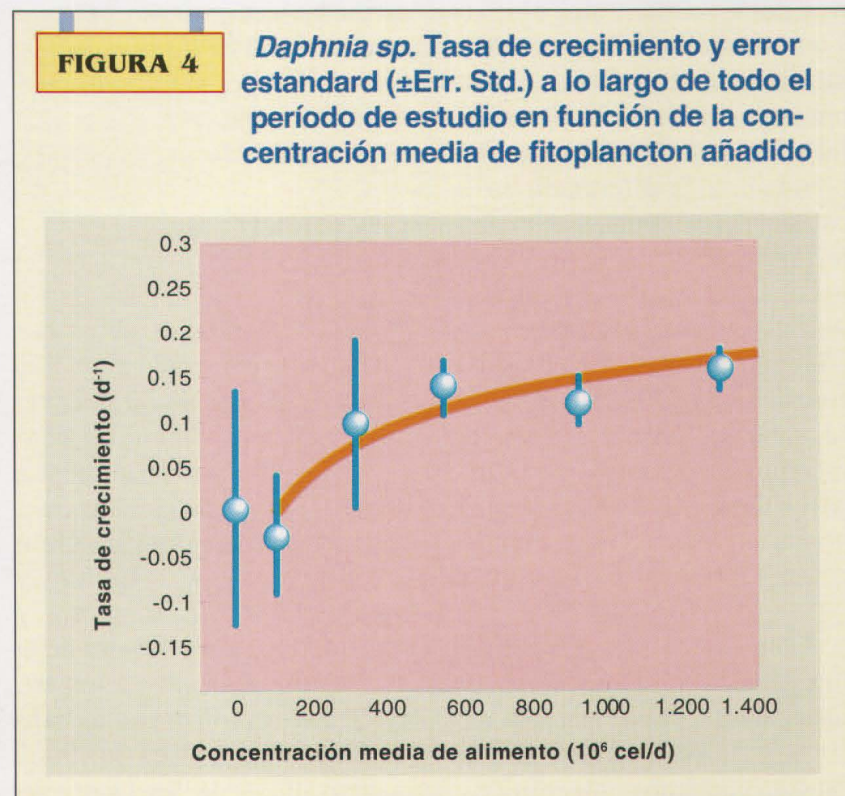
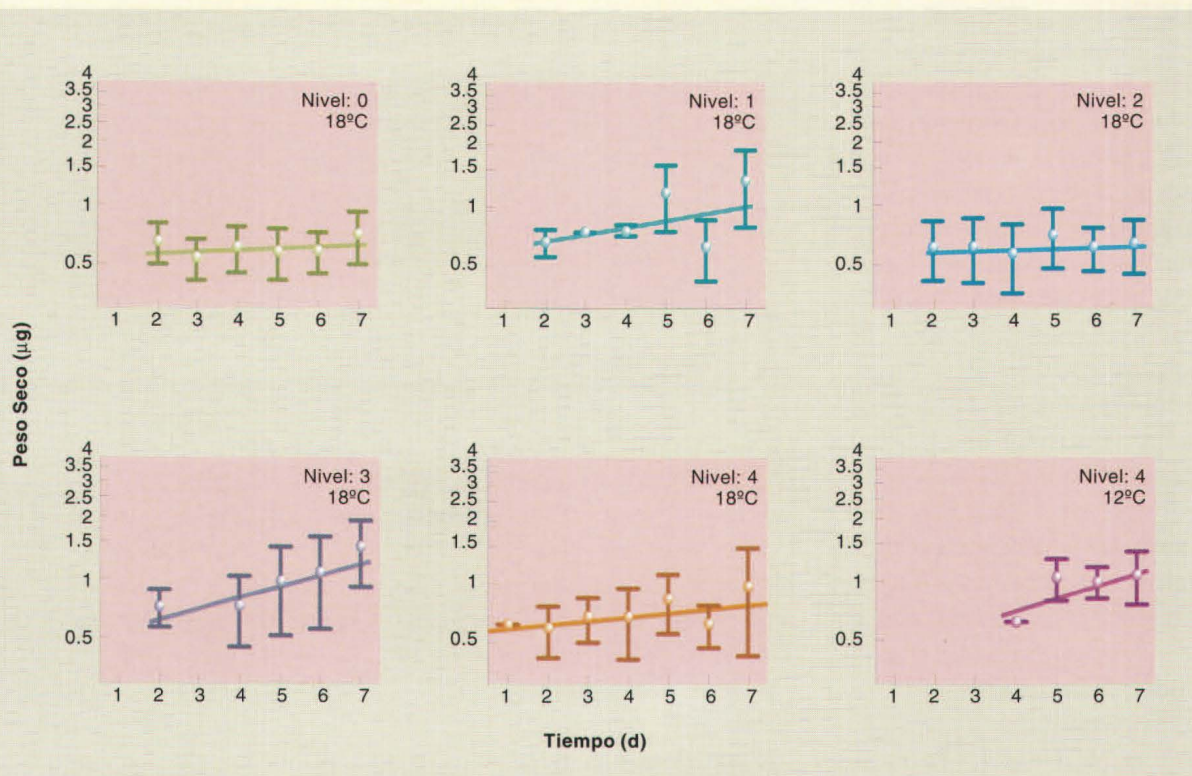




FIGURA 5

*Acartia clausi*. Incremento del peso seco medio ( $\pm$  Desv. Std.) con el tiempo a los diferentes niveles de alimentación y temperatura



ción de alimento (Fig. 7). No hubo un incremento significativo del crecimiento en el nivel 1 en relación con el nivel de alimentación 0 (a 18°C). El crecimiento a 12°C y 18°C fue similar (Fig. 6d) debido probablemente a la diferencia en la calidad del alimento, como posteriormente se discutirá. Las máximas tasas de crecimiento diario fueron alcanzadas en las concentraciones de alimento cercanas a los 2 mg Claxl<sup>-1</sup> (Fig. 8), siendo similares a la tasa de crecimiento máxima predicha a partir de la relación entre temperatura y crecimiento establecida por Huntley y Lopez (1992).

Como se puede apreciar, la fotografía de siluetas supuso un instrumento eficaz para la determinación del crecimiento de estos organismos planctónicos,

dado que las diferencias de talla obtenidas, cuando se alcanzaron las condiciones óptimas de desarrollo de estas especies, fueron siempre significativas.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio muestran la dependencia del crecimiento frente a la concentración de alimento, hecho argumentado por diferentes autores (Vidal, 1980; Klein Breteler *et al.*, 1982; Huntley y Boyd, 1984; Kimmerer y McKinnon, 1987; Berggreen *et al.*, 1988; Rothhaupt y Lampert, 1992). Al suministrar más cantidad de alimento en la dieta, la mortalidad de las Daphnias

fue disminuyendo (Fig. 2) y las tasas de crecimiento fueron aumentando de forma gradual (Fig. 4, Tabla 4a), estabilizándose a partir del nivel 3 de alimentación y haciéndose independiente de la concentración de alimento añadido (0.14 - 0.15 d<sup>-1</sup>). Esto sugiere un comportamiento exponencial de las tasas de crecimiento frente al alimento, comportamiento que fue observado por Berggreen *et al.* (1988) con *Acartia tonsa*. Las mayores tasas de crecimiento establecidas para *Daphnia sp.* en este experimento (0.14 - 0.15 d<sup>-1</sup>) se corresponden con las observadas por Rothhaupt y Lampert (1992) para *Daphnia pulicaria* incubada a 20°C y alimentada con *Scenedesmus* a una concentración de 0.04 mgC/l. Esto nos indica que en el presente estudio se dieron las condiciones



apropiadas para el óptimo crecimiento de *Daphnia sp.* (925 - 1300×10<sup>6</sup> células/d).

En cuanto a *Acartia clausi*, las tasas medias de crecimiento observadas a 18°C aumentaron con la concentración de alimento (Fig. 5; Tabla 4b). Sin embargo, las tasas de crecimiento en términos de carbono fueron bajas en comparación con las establecidas para otros copépodos del mismo género. *Acartia tonsa* presenta una tasa de crecimiento máxima de 0.41-0.45 d<sup>-1</sup> para 16-18°C (Berggreen *et al.*, 1988), *Acartia tranteri* crece a 0.13 d<sup>-1</sup> a 12°C y 0.25 d<sup>-1</sup> a 18°C (Kimmerer y McKinnon, 1987) y *Acartia clausi* tiene una tasa de crecimiento instantánea de 0.17 d<sup>-1</sup> a 12°C y 0.33 d<sup>-1</sup> a 18°C (Huntley y Lopez, 1992). Esto sugiere que la concentración o la calidad del alimento a 18°C no fue la apropiada para hacer que estos organismos pudieran crecer a tasas máximas, o quizás, que la media de la concentración de alimento estimada para cada nivel de alimentación no fue significativa. De hecho, si el crecimiento a 18°C es estimado en períodos de 24 horas (Fig. 8), como función de la concentración de alimento durante ese tiempo, las tasas de crecimiento se acercan a los valores observados en la literatura. Aunque indican una alta variabilidad en el tiempo y sugieren que el crecimiento no es uniforme, no es constante.

El crecimiento está influenciado por la temperatura, como ha sido observado por muchos autores. El mejor ejemplo es probablemente el modelo de dependencia de la temperatura de Huntley y Lopez (1992). Kimmerer y McKinnon (1987)

**TABLA 4a**

**Regresión del peso seco (PS, mg) frente al tiempo (t, d) en los diferentes niveles de alimentación para *Daphnia sp.***

Nivel de Alimento	g ± Err. Std.	r	n	T (°C)
0	0,002 ± 0,13	0,01	4	20
1	-0,03 ± 0,07	-0,28	4	20
2	0,097 ± 0,09	0,59	4	20
3	0,14 ± 0,03	0,90	9	20
4	0,12 ± 0,02	0,88	9	20
5	0,15 ± 0,02	0,94	9	20

$\ln PS_t = \ln PS_o + gxt$ ; g = tasa de crecimiento; r = coeficiente de correlación; n = número de determinaciones.

**TABLA 4b**

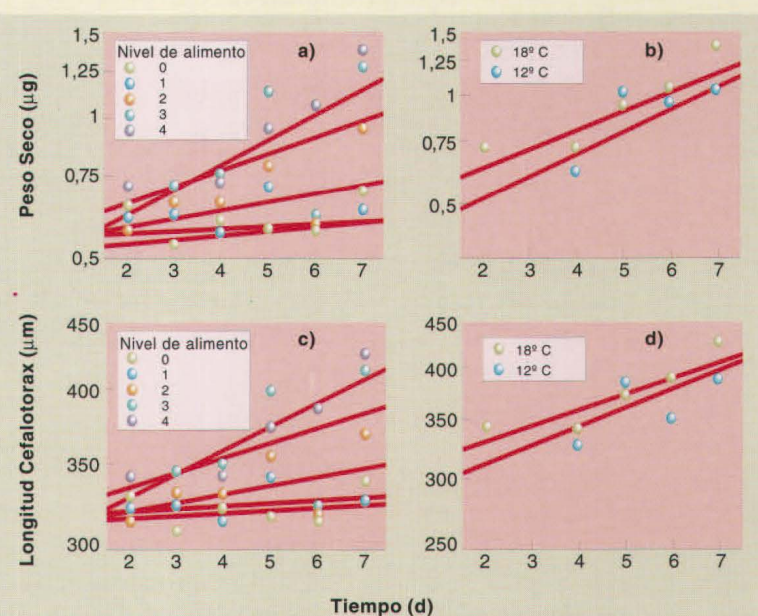
**Regresión del peso seco (PS, mg) frente al tiempo (t, d) en los diferentes niveles de alimentación para *Acartia clausi***

Nivel de Alimento	g ± Err. Std.	r	n	T (°C)
0	0,02 ± 0,02	0,32	6	18
1	0,01 ± 0,02	0,36	6	18
2	0,04 ± 0,02	0,64	7	18
3	0,08 ± 0,07	0,50	6	18
4	0,12 ± 0,04	0,89	5	18
5	0,14 ± 0,08	0,79	4	12

$\ln PS_t = \ln PS_o + gxt$ ; g = tasa de crecimiento; r = coeficiente de correlación; n = número de determinaciones.

**FIGURA 6**

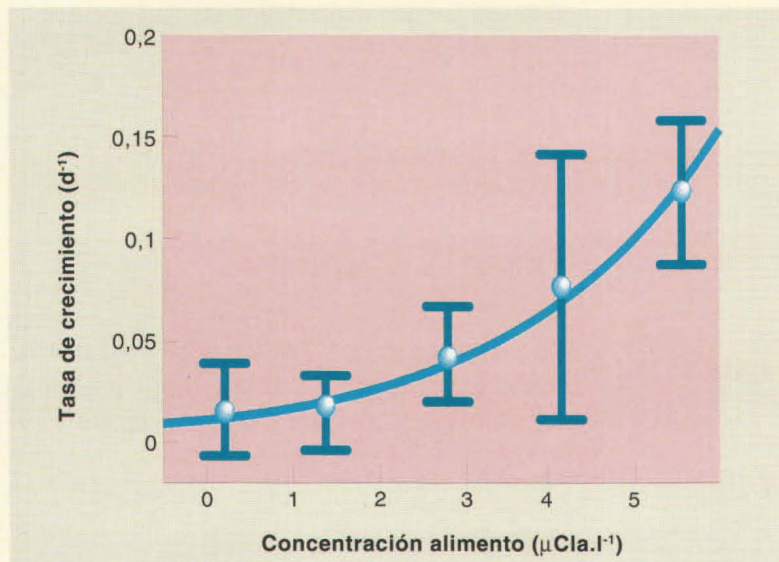
***Acartia clausi***





**FIGURA 7**

***Acartia clausi*. Tasa de crecimiento y error estándar ( $\pm$ Err.Std.) durante todo el período de estudio a 18°C (Tabla 4b), como función de la concentración de clorofila de *Rhodomonas baltica*, *Isochrysis galbana* y *Oxyrrhis marina***

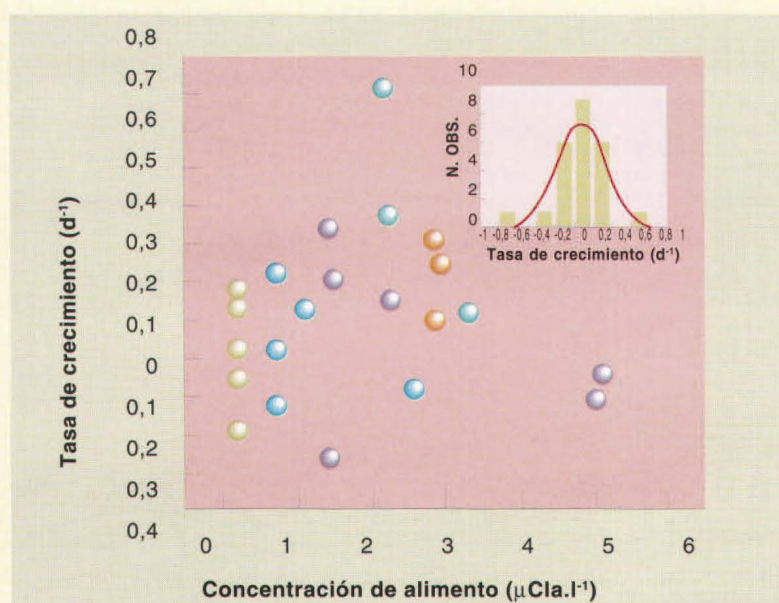


también encuentran una relación lineal significativa entre la tasa de crecimiento y la temperatura para *Acartia tranteri*. En los experimentos realizados con *Acartia clausi*, la tasa me-

dia de crecimiento estimada a 12°C no está lejos de los máximos valores encontrados en la literatura y está en el rango de tasas de crecimiento obtenidas a través del modelo de depen-

**FIGURA 8**

***Acartia clausi*. Tasa de crecimiento diaria a 18°C como función de la concentración de clorofila**



dencia de la temperatura (Huntley y Lopez, 1992). El crecimiento de los copépodos alimentados a la concentración más alta e incubados a 12°C y 18°C fue similar (Fig. 6). La cantidad y calidad del alimento pudo ser la causa de este hecho. Los organismos incubados a 12°C fueron alimentados con una concentración más alta que los de 18°C (Tabla 2). Además, cuando se midió la cantidad de *Oxyrrhis marina* en los tanques de 77 l de la cámara a 18°C, se comprobó que se presentaba en una baja proporción. Por lo tanto, este resultado puede ser un buen ejemplo de como la cantidad y calidad del alimento afecta a la tasa de crecimiento del zooplancton.

## CONCLUSIONES

Los grandes programas que estudian el papel del océano en la regulación del cambio climático, tanto a nivel de la denominada «bomba biológica» (JGOFS) como de la importancia de las relaciones predador-presa sobre dicha bomba, y en el devenir de los ecosistemas marinos (GLOBEC), coinciden en el papel mediatizador del zooplancton sobre el destino de la materia particulada en el océano. Y es por ello por lo que se considera de gran interés el estudio de la producción secundaria, y la estandarización y automatización de sus métodos de medidas. En el presente estudio se ha comprobado la utilidad y trascendencia de la técnica de *fotografía de siluetas* en estas investigaciones. No sólo por el hecho de ser un tratamiento rá-



vido y eficaz en los estudios de crecimiento de organismos zooplanctónicos, sino porque nos permite disponer de un registro permanente de las muestras estudiadas y de una elevada cantidad de información, tanto en el tiempo como en el espacio. Estos aspectos son de suma importancia para alcanzar la automatización y estandarización de los métodos de estudios de producción secundaria.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que la temperatura y la disponibilidad del alimento afectan a la tasa de crecimiento del zooplancton, y que además es en gran medida dependiente de la calidad del alimento. Por lo tanto, en futu-



ros trabajos de experimentos de crecimiento debería incluirse la calidad del alimento como un factor más a tener en cuenta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berggreen, U.; Hansen, B.; y Kiorboe, T.** (1988). «Food size spectra, ingestion and growth of the copepod *Acartia tonsa* during development: implications for determination of copepod production». *Marine Biology*, 9: 341-352.
- Bottrell, H.H.; Duncan, A.; Gliwicz, Z.M.; Grygierek, E.; Herzig, A.; Hillbricht-Ilkowska, A.; Kurasawa, H.; Larsson, P.; y Weglenska, T.** (1976): «A review of some problems in zooplankton production studies». *Norw. J. Zool.*, 24: 491-456.
- Davis, C. y Wiebe, P.** (1985): «Macrozooplankton Biomass in a Warm-Core Gulf Stream Ring: Time Series Changes in Size Structures, Taxonomic Composition, and Vertical Distribution». *J. Geophys. Res.*, Vol. 90, No. C5: 8871-8884.
- Edgerton, H.E.** (1981a): «Use of blue-sensitive film». *Photomethods*. Vol. 24, No. 5: 38-40.
- Edgerton, H.E.** (1981b): «Electronic flash sources and films for plankton photography». *Journal of Biology Photography*. Vol. 49, No. 1: 25-26.
- Escribano R. y McLaren, I.A.** (1992): «Influence of food and temperature on lengths and weights of two marine copepods». *J. Exp. Mar. Ecol.*, 159: 77-88.
- Huntley, M.E. y Boyd, C.** (1984): «Food-limited growth of marine zooplankton». *The American Naturalist*, Vol. 124, No. 4: 455-478.
- Huntley, M.E. y López, M.D.G.** (1992): «Temperature-dependent production of marine copepods: a global synthesis». *The American Naturalist*, Vol. 140, No. 2: 201-242.
- Kimmerer, W.J. y McKinnon, A.D.** (1987): «Growth, mortality, and secondary production of the copepod *Acartia tranteri* in Westernport Bay, Australia». *Limnol. Oceanogr.*, 32: 14-28.
- Klein Breteler, W.C.M.; Fransz, H.G.; y González, S.R.** (1982): «Growth and development of four calanoid copepod species under experimental and natural conditions». *Netherlands Journal of Sea Research*, 16: 195-207.
- López, M.D.G.; Huntley, M.E.; y Lovette, J.T.** (1993): «Calanoides acutus in Gerlache Strait, Antarctica. I. Distribution of late copepodite stages and reproduction during spring». *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol. 100: 153-165.
- Ortner, P. B.; Cummings, S.R.; Aftring, R.P.; y Edgerton, H.E.** (1979): «Silhouette photography of ocean zooplankton». *Nature*, Vol. 277.



Rothhaupt, K.O. y Lampert, W. (1992): «Growth-rate dependent feeding rates in *Daphnia pulicaria* and *Brachionus rubens*: adaptation to intermediate time-scale variations in food abundance». *J. Plankton Res.*, Vol.

14, No. 5: 737-751.

Park, C. y Landry, M.R. (1993): «Egg production by the subtropical copepod *Undinula vulgaris*». *Marine Biology*, 177: 415-421.

Vidal, J. (1980): «Physioecology of zooplankton. I. Effects of phytoplankton concentration, temperature and body size on growth rate of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus sp.*». *Marine Biology*, 56: 111-134.

## BIOGRAFÍA

### Irene L. Montero González

Nació en Las Palmas de Gran Canaria. Licenciada en Ciencias del Mar por la Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (1991). Actualmente realiza estudios de Tercer Ciclo para la consecución de su tesis doctoral en el Departamento de Biología de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, bajo la dirección del Dr. D. Santiago Hernández León. Su proyecto de investigación se fundamenta en el estudio del crecimiento del zooplancton marino (copépodos) en términos de talla corporal -mediante la técnica de fotografía de siluetas y el sistema de adquisición de imágenes-, peso seco y contenido en carbono y nitrógeno, por géneros y/o especies, en relación con la temperatura, la cantidad y la calidad de alimento. Ha estudiado el crecimiento de copépodos de diferentes áreas -Aguas de Canarias, Mar Báltico, Storfjorden (Noruega) y el Mar de Weddell (Antártida)- en las investiga-

ciones realizadas en los dos últimos Workshops que el Consejo Internacional para la Exploración del Mar (ICES) organizó en Bergen (Noruega); también ha participado en cuatro Campañas Oceanográficas y en siete Proyectos de Investigación. Es autora del artículo: «*The use of aspartate transcarbamylase (ATC) activity to estimate growth rates in zooplankton*», en el *Journal of Marine Science*, cuya aportación se fundamentó en el estudio realizado con *Acartia clausi* y que se presenta en esta revista.

Dirección:

Departamento de Biología  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
Campus Universitario de Tafira  
Edificio de Ciencias Básicas  
P.O. Box 550 (35017)  
Teléfono: (928) 45 45 46 Fax: (928) 45 29 22

Este trabajo ha sido patrocinado por:

**JOSÉ SÁNCHEZ PEÑATE, S.A. (J.S.P.)**