

Valor nutritivo de una nueva microcápsula para larvas de almeja japonesa (*Tapes semidecussata* Reeve)

J. M. Vergara Martín

Dpto. Biología, Fac. Ciencias del Mar, Univ. de Las Palmas de Gran Canaria
Apartado 550. Las Palmas de Gran Canaria. España

RESUMEN

El presente trabajo fue realizado para evaluar el valor nutritivo de un nuevo tipo de microcápsulas producido por Frippak Feeds para larvas de moluscos bivalvos, como dieta única y mezclada en diferentes proporciones con la especie de alga utilizada como dieta control, *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano, para larvas de *Tapes semidecussata*.

Las microcápsulas como dieta única no produjeron crecimiento alguno en las larvas de almeja. Cuando éstas fueron alimentadas con las dietas mixtas y la dieta control, la dieta conteniendo 25 % de microcápsulas produjo un índice de crecimiento similar al producido por la dieta control. Conforme las larvas crecían, se incrementó su capacidad para utilizar las microcápsulas, produciendo la dieta artificial por sí sola un índice de crecimiento similar al producido por la dieta control cuando las larvas de almeja alcanzaron 202.74 μm de tamaño.

La suplementación de la dieta control con 75 % de microcápsulas produjo un 78 % del crecimiento de la dieta control (en base a la longitud de la concha).

La evaluación del nivel nutritivo se realizó atendiendo al crecimiento y composición bioquímica de las larvas. También se estimó la composición bioquímica de las microcápsulas y de la dieta de algas.

Palabras clave: *Tapes semidecussata*, almejas, larvas, nutrición, microcápsulas.

ABSTRACT

Nutritional value of a new type of microencapsulated diet for Manila clam (*Tapes semidecussata* Reeve).

The present work was carried out to assess the nutritional value of a new type of microcapsules produced by Frippak Feeds, as a single diet and mixed in different proportions with the algal species used as the control diet, *Chaetoceros calcitrans* (Paulsen) Takano, for larvae of *Tapes semidecussata*.

The microcapsules as a single diet did not support growth in the clam larvae. When the larvae were fed mixed diets and the control diet, the mixed diet containing 25 % microcapsules supported similar growth rate to that of the control algal diet. As the larvae grew their ability to utilize the microcapsules increased, the artificial diet supported a similar growth rate to that of the control algal diet when the clam larvae reached 202.74 μm mean shell length.

Substitution of the algal diet with 75 % microcapsules supported 78 % (on a shell length basis) of the control algal diet growth.

The differences in food value have been explained in terms of growth and biochemical composition of the larvae. Gross biochemical composition of the microcapsules and the algal diet was also considered.

Key words: *Tapes semidecussata*, clams, larvae, nutrition, microcapsules.

INTRODUCCION

La almeja japonesa (*Tapes semidecussata*) se está convirtiendo progresivamente en una especie de gran interés para los criaderos y granjas de engorde de bivalvos europeos, debido fundamentalmente a su alto índice de crecimiento y resistencia a enfermedades (Spencer, com. pers.).

La introducción de esta especie, así como el mantenimiento e incremento de la producción de otros bivalvos, hacen que hoy en día se considere esencial la práctica de producción de semillas en criaderos para su posterior distribución a granjas de engorde. Todos los moluscos bivalvos producidos en criaderos tienen en común la dependencia de cultivos en masa de algas o de algas obtenidas del medio natural para su alimentación. La idoneidad de una determinada especie de fitoplancton como alimento de bivalvos durante su cultivo se evalúa generalmente en función de su composición química, digestibilidad, toxicidad y tamaño celular.

Hasta la fecha se ha realizado un gran esfuerzo para obtener la dieta de algas más apropiada para cada especie de bivalvo cultivado comercialmente; sin embargo, los resultados han sido algunas veces contradictorios, principalmente porque el valor nutritivo de estas especies de algas no es constante, variando con su origen y condiciones particulares de cultivo (Webb y Chu, 1981; Helm y Laing, 1986; Laing y Millican, 1986).

Aun así, se puede decir que, a grandes rasgos, y desde el punto de vista de la acuicultura, estas dietas de algas se conocen ya hoy en día, pero todavía existe una gran dificultad en la comercialización de sistemas de cultivo intensivo de bivalvos, que consiste en la dificultad de cultivar económicamente cantidades masivas de estas especies de algas (Urban y Langdon, 1984).

Estos factores han promovido la búsqueda de materiales nutritivos no-algales que den lugar a crecimientos satisfactorios, por un lado, y que sean al mismo tiempo herramientas útiles en la evaluación de los requerimientos nutritivos de suspensívoros en general.

El uso de nutrientes microencapsulados para alimentar animales filtradores fue descrito por primera vez por Jones, Munford y

Gabbot (1974), y después han habido numerosos intentos de desarrollar dietas artificiales satisfactorias para bivalvos marinos (Castell y Trider, 1974; Langdon y Bolton, 1984; Langdon y Seigfried, 1984), habiéndose diseñado varios tipos de alimentos microencapsulados (Langdon, Levine y Jones, 1985).

Alimentando moluscos bivalvos con microcápsulas conteniendo suplementos dietarios específicos se ha conseguido cierta información preliminar sobre sus requerimientos nutritivos (Langdon y Waldock, 1981), pero aún no se ha conseguido desarrollar una dieta artificial completa.

El presente trabajo fue diseñado para evaluar el crecimiento de larvas de almeja japonesa al alimentarse con un nuevo tipo de dieta microencapsulada producido por Fripak Feeds, Basingstoke, Inglaterra.

La dieta artificial fue comparada con la diatomea *Chaetoceros calcitrans*, alga de un probado alto valor nutritivo para larvas de bivalvos (Laing, com. pers.).

En estos ensayos, las larvas de almeja fueron cultivadas en condiciones controladas en vasos de tres litros y en cubos de 40 litros, usando larvas de la misma puesta en cada experimento, obtenidas en el laboratorio.

La dieta microencapsulada fue evaluada en términos de valor nutritivo y composición bioquímica.

Conforme las larvas iban creciendo, se realizaron medidas de tamaño de concha, peso seco, peso seco libre de cenizas, lípidos, hidratos de carbono y proteínas. También se estimaron los índices de consumo de oxígeno.

MATERIAL Y METODOS

Sistema de cultivo de larvas

Todos los ensayos se realizaron en una habitación a temperatura constante (25 °C). Se utilizaron dos tipos de recipientes de cultivo:

- Vasos de cristal de 3 litros (ensayo 2).
- Cubos de polietileno de 40 litros (ensayo 1).

Las larvas se cultivaron en agua de mar filtrada a través de un filtro de tierra de diatomeas (British Filters Ltd., Mod. PF 30B) para eliminar partículas mayores de 2 μm de tamaño. El agua de mar también fue tratada con luz ultravioleta para su esterilización. La salinidad osciló entre 30-33 ‰ y todos los recipientes fueron aireados suavemente para mantener las algas y las partículas de alimento en suspensión. Tres veces por semana se realizaron cambios completos de agua y limpieza de todos los vasos y cubos.

Obtención de larvas

Las larvas de almeja se obtuvieron de puestas estimuladas térmicamente, de reproductores condicionados en el criadero (los animales se introdujeron alternativamente en baños de 20 °C y 32 °C, en intervalos de media hora). Al comenzar a liberar los gametos, los animales fueron colocados en vasos separados llenos de agua de mar.

La fertilización se consiguió añadiendo 2-5 ml de una suspensión densa de esperma en vasos de 3 litros conteniendo una suspensión uniforme de huevos. Transcurrida una hora se comprobó el desarrollo de los embriones y éstos eran transferidos a tanques de incubación de 125 litros, llenos con agua de mar tratada como se describe anteriormente.

Después de 24 horas aparecían las larvas-D, que eran entonces transferidas a los recipientes experimentales, con una densidad inicial de 500 000 larvas por cubo y 10 000 larvas por vaso.

Cultivo de algas

El alga empleada como dieta control, *Chaetoceros calcitrans*, se cultivó a 20-22 °C en botellas de 3 litros de forma no-axénica. La intensidad lumínica fue de 12 500 lux y la aireación suministrada se suplementó con 0.5 % de anhídrido carbónico. El diámetro de las células de *C. calcitrans* osciló entre 2.5 μm y 3 μm .

Antes e inmediatamente después de suministrar esta dieta se determinaba cada día la concentración de células en los recipientes usando un contador de partículas elec-

trónico (Coulter, Mod. ZM). Con estos valores se calculó el número de células eliminadas de la suspensión por día.

Dieta artificial

La dieta artificial aquí ensayada fue elaborada por Frippak Feeds, Basingstoke, Inglaterra, y suministrada como polvo seco congelado (Patentes U.K. n.º 2040863 B y 2103568 B).

La cantidad que se añadía cada día a los recipientes experimentales era equivalente a la dieta de algas en base al peso seco. El polvo seco era rehidratado añadiendo agua dulce, se agitaba durante 2-3 minutos y se mantenía a 4 °C durante al menos una hora antes de su uso.

Esta dieta era añadida cada día en dos tomas iguales, una por la mañana y la otra 6-8 horas más tarde. Se utilizaron muestras para estimación de rangos de tamaño de partícula y número, utilizando un contador de partículas electrónico descrito anteriormente. También se determinaron pesos secos libres de ceniza y se realizaron análisis bioquímicos de las cápsulas.

Tratamientos experimentales

Ensayo 1 (cubos de 40 litros)

En este ensayo las larvas se cultivaron durante 12 días desde el estadio de larva-D. La alimentación se inició desde el primer día y consistió en la dieta control de algas y las siguientes dietas mixtas:

- (i) *C. calcitrans*, 125 cels. μl^{-1} (Control)
- (ii) 75 % *C. calcitrans* + 25 % microcápsulas
- (iii) 50 % *C. calcitrans* + 50 % microcápsulas
- (iv) 25 % *C. calcitrans* + 75 % microcápsulas
- (v) Microcápsulas
- (vi) Sin alimentar

Se estimó la composición bioquímica (lípidos, hidratos de carbono y proteínas), pesos secos y pesos secos libres de cenizas de las larvas los días 1, 5, 9 y al final del experimento. Los números y tallas de las larvas se estimaron en cada cambio de agua.

Ensayo 2 (vasos de 3 litros)

En este ensayo las larvas se cultivaron durante 23 días desde el estadio de larva-D. La alimentación se inició desde el primer día, e inicialmente todos los recipientes recibieron la dieta control de algas. Cuando las larvas alcanzaron las tallas de 124.93 μm , 148.14 μm , 175.68 μm , 191.45 μm y 202.74 μm fueron entonces tratadas con la dieta control, la dieta artificial y sin alimentar, todos por duplicado.

Los números y tallas de las larvas se estimaron en cada cambio de agua.

Métodos analíticos

Las técnicas empleadas en los análisis de lípidos, hidratos de carbono y proteínas fueron las descritas por Holland y Gabbott (1971). Los pesos secos se estimaron secando muestras de larvas y dietas durante 48 horas a 60 °C, y los pesos secos libres de ceniza incinerando muestras secas de larvas y dietas en un horno muffle Gallen Kamp a 450 °C durante 4 horas. Ambos pesos se calcularon por larva y por millón de células de alga.

Consumo de oxígeno

Se emplearon botellas BOD de borosilicato de 0.5 litros. Un número comprendido entre 150×10^3 y 5×10^3 larvas, dependiendo del tamaño, fueron transferidas a las botellas previamente llenas con agua de mar estabilizada a 100 % de saturación de oxígeno y a 25 °C. El consumo de oxígeno atribuido a las larvas, medido con un sensor YSI, Mod. 58, fue calculado para un período de 6 horas.

RESULTADOS

Dietas

Las microcápsulas rehidratadas resultaron menores de 20 μm de diámetro, con aproximadamente un 91 % dentro del rango 2.5-5 μm de diámetro.

La composición bioquímica de las algas y microcápsulas empleadas aparecen en el cuadro I.

CUADRO I.—Composición bioquímica de las algas y microcápsulas empleadas en los ensayos 1 y 2. (Valores medios de tres estimaciones.)

	$\mu\text{g} \times 10^6$ células		Lípidos		Proteínas		H. de carbono	
	Peso seco	Peso seco libre de cenizas	$\mu\text{g} 10^6$ céls. ⁻¹	% de peso seco libre de cenizas	$\mu\text{g} 10^6$ céls. ⁻¹	% de peso seco libre de cenizas	$\mu\text{g} 10^6$ céls. ⁻¹	% de peso seco libre de cenizas
C. calc.	4.701	4.198	0.563	13.41	3.284	78.22	0.351	8.36
Microc. (w/w)		80%		34.20		62.18		3.62

Larvas

El efecto de los diferentes tratamientos en los ensayos 1 y 2 sobre el crecimiento de las larvas de almeja queda reflejado en la figura 1 y cuadro II, respectivamente, y las ecuaciones de regresión correspondientes al ensayo 1 aparecen en el cuadro III.

En el ensayo 1, los resultados del análisis de la varianza (ANOVAR) sobre el crecimiento en relación con los diferentes trata-

mientos indicaron que hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$). El análisis de la menor diferencia significativa (L.S.D.) sobre los mismos parámetros indicó que la dieta control de algas produjo un crecimiento significativamente mejor que el resto de las dietas hasta el día 12 de tratamiento, cuando la dieta mixta conteniendo un 25 % de microcápsulas no presentó diferencia significativa con la dieta control.

Las pendientes correspondientes a las rec-

CUADRO II.—Efecto de los diferentes tratamientos sobre el crecimiento de larvas y semilla de *T. semidecussata* en el ensayo 2.

Talla inicial (μm)	Talla al final del experimento (μm)			Tiempo (días)
	Dieta algal	Dieta microc.	No aliment.	
124.93	177.12	138.15	145.70	4
148.14	193.81	164.21	166.60	5
175.68	197.54	185.41	182.89	5
191.45	210.47	200.00	193.82	7
202.74	210.96	209.33	203.75	7

CUADRO III.—Ecuaciones de regresión de la figura 1. (X = día; Y = long. de concha.)

Dieta	Intersección (A)	Pendiente (B)	r	g. lib.	Nivel signif.	Tipo de relación
<i>C. calcitrans</i>	4.53	0.0649	0.976	4	$p < 0.001$	$Y = Ae^X$
75% <i>C. calc.</i>	4.48	0.0617	0.985	4	$p < 0.001$	»
50% <i>C. calc.</i>	4.46	0.0546	0.855	3	$0.10 < p < 0.05$	»
25% <i>C. calc.</i>	4.49	0.0382	0.738	3	n.s.	»
Microcáps.	4.55	0.0133	0.904	2	$0.10 < p < 0.05$	»
Sin alimentar	4.55	0.0124	0.959	2	$0.05 < p < 0.02$	»

tas de regresión de la figura 1 muestran que el mejor crecimiento en el ensayo 1 después de 9 días de tratamiento estaba producido por la dieta control (dándole un valor de 100 % a la longitud de la concha alcanzado con esta dieta), con las restantes dietas siguiendo en el orden: (ii): 90 %, (iii): 88 %, (iv): 78 %.

En el ensayo 2, partiendo de una talla inicial de 175.68 μm , aproximadamente un 80 % de las larvas alimentadas con la dieta control alcanzaron el estadio de pediveliger, con una talla media de 197.54 μm , mientras que ninguna de las larvas alimentadas con la dieta de microcápsulas alcanzó la metamorfosis. Cuando las tallas iniciales fueron 191.45 μm y 202.74 μm , alrededor del 10 % de las larvas alimentadas con microcápsulas alcanzaron la metamorfosis, frente a un 90 % de las larvas alimentadas con la dieta control.

La relación entre pesos secos libres de ceniza y las tallas de las larvas alimentadas con la diferentes dietas en el ensayo 1 se

muestran en el cuadro IV. Las larvas alimentadas con las dietas mixtas eran más pesadas en relación a su tamaño que las alimentadas con algas, pero tenían un porcentaje de peso seco libre de cenizas de peso seco ligeramente inferior los días 9 y 12.

La relación entre el consumo de oxígeno y la talla en el ensayo 1 se muestra en el cuadro V. El índice neto de consumo de oxígeno de larvas alimentadas con dietas mixtas fue inferior a aquel de larvas alimentadas con la dieta control.

El contenido en lípidos, hidratos de carbono y proteína de las larvas en el ensayo 1, inicialmente, el día 5, 9 y 12 se presentan en la figura 2 como porcentaje de materia orgánica. El cuadro VI muestra los pesos secos, pesos secos libres de cenizas y la composición bioquímica por larva durante los muestreos realizados en este ensayo.

Los valores de mortalidad en los ensayos 1 y 2 se muestran en la figura 3 y en los cuadros VII y VIII.

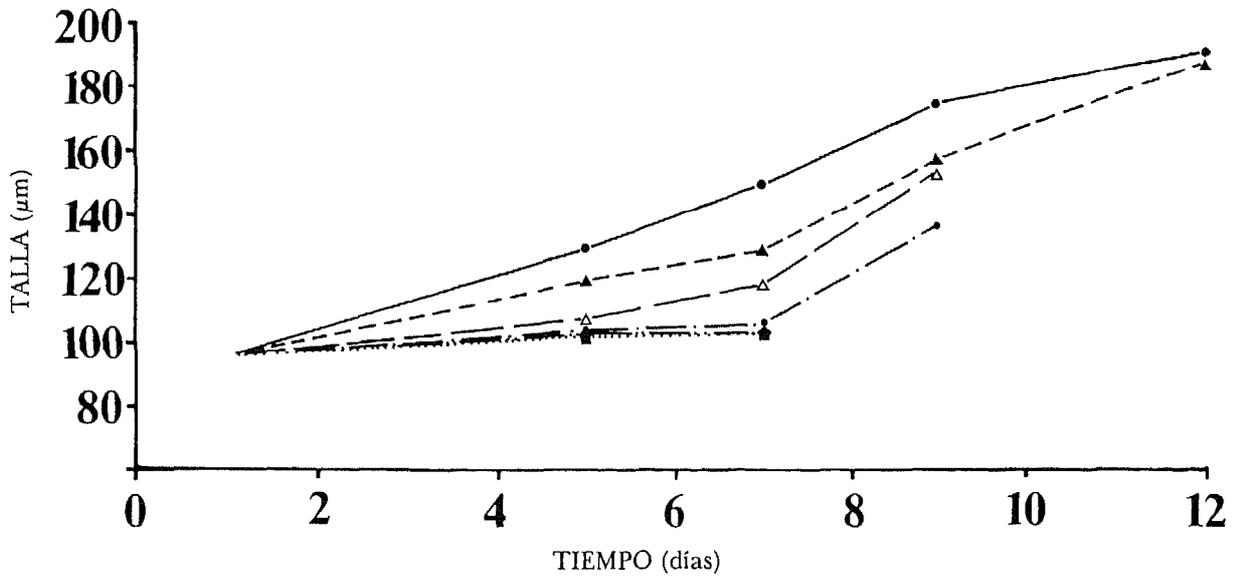


Fig. 1.—Efecto de los diferentes tratamientos sobre el crecimiento de larvas de *T. semidecussata* en el ensayo 1. (• —• *C. calc.*; Δ — — Δ 75 % *C. calc.* + 25 % Microc.; Δ — — Δ 50 % *C. calc.* + 50 % Microc.; • — · — · 25 % *C. calc.* + 75 % Microc.; — · · — Microcápsulas; ■ · · · · ■ Sin alimentar.)

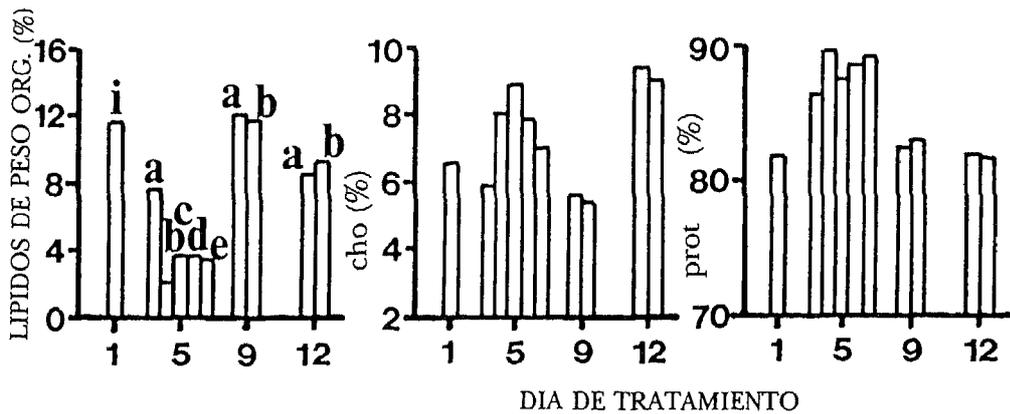


Fig. 2.—Composición bioquímica de larvas de *T. semidecussata* alimentadas con diferentes dietas en el ensayo 1. (i: inicial; a: *C. calc.*; b: 75 % *C. calc.* + 25 % Microc.; c: 50 % *C. calc.* + 50 % Microc.; d: 25 % *C. calc.* + 75 % Microc.; e: Microcápsulas) (cho: hidratos de carbono).

CUADRO IV.—Relación entre peso seco y peso orgánico con las tallas de larvas de *T. semidecussata* en el ensayo 1.

Dieta	Día	P. seco ng. larva ⁻¹	P. seco libre de ceniza ng. larva ⁻¹	% P. seco libre de ceniza de peso seco	Longitud de concha (µm)
<i>C. calcitrans</i>	Inicial	57.150	41.310	71.83	95.88
	5	325.400	123.375	37.91	129.57
	9	745.800	323.700	43.40	174.94
	12	1 205.833	594.500	49.30	191.45
75 % <i>C. calc.</i> + 25 % Microc.	5	196.650	84.075	42.75	119.56
	9	873.550	325.000	37.20	157.23
	12	1 398.833	625.000	44.68	187.72
50 % <i>C. calc.</i> + 50 % Microc.	5	204.900	80.925	39.49	107.56
25 % <i>C. calc.</i> + 75 % Microc.	5	150.525	91.875	61.03	104.61
Microcápsulas	5	259.425	104.200	40.16	103.17

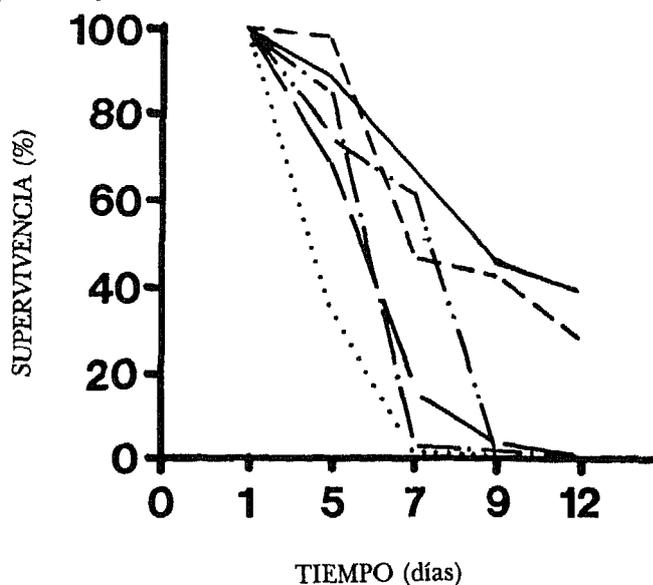


Fig. 3.—Indices de supervivencia de larvas de *T. semidecussata* alimentadas con diferentes dietas en el ensayo 1. (— *C. calc.*; - - - 75 % *C. calc.* + 25 % Microc.; — · — 50 % *C. calc.* + 50 % Microc.; · · · 25 % *C. calc.* + 75 % Microc.; · · · · · Microcápsulas; — · · — Sin alimentar.)

CUADRO V.—Relación entre consumo de oxígeno y talla de las larvas en el ensayo 1.

Tratamiento	Talla larvaria (μm)	$\text{ml O}^2 \cdot 24 \text{ h}^{-1} \cdot \text{larva}^{-1} \cdot 10^{-6}$
<i>C. calcitrans</i>	129.57	38.095
	150.00	26.330
	174.94	49.019
75 % <i>C. calc.</i> + + 25 % Microc.	119.56	21.848
	128.77	16.806
	157.23	14.005

CUADRO VI.—Pesos secos y composición bioquímica por larva en ensayo 1.

Dieta	Día	<i>P. seco</i> ng. larva^{-1}	<i>P. seco</i> libre de ceniza ng. larva^{-1}	Lípidos ng. larva^{-1}	Hidratos de carbono ng. larva^{-1}	Proteínas ng. larva^{-1}
<i>C. calcitrans</i>	Inicial	57.150	41.310	4.765	2.726	33.819
	5	325.400	123.375	9.616	7.249	106.510
	9	745.800	323.700	39.185	17.183	266.332
	12	1 205.833	594.500	50.498	56.139	487.863
75 % <i>C. calc.</i> + 25 % Microc.	5	196.650	84.075	1.923	6.723	75.429
	9	873.550	325.000	38.092	17.789	269.119
	12	1 398.833	625.000	58.319	56.666	510.015
50 % <i>C. calc.</i> + 50 % Microc.	5	204.900	80.925	3.013	7.249	70.663
25 % <i>C. calc.</i> + 75 % Microc.	5	150.525	91.875	3.432	7.223	81.220
Microcápsulas	5	259.425	104.200	3.726	7.394	93.080

CUADRO VII.—Número de larvas $\times 10$ para cada tratamiento en el ensayo 1 para 5 períodos de tiempo.

Período (día)	C. calc.	75 % C. calc. + + 25 % Micr.	50 % C. calc. + + 50 % Micr.	25 % C. calc. + + 75 % Micr.	Microc.	Sin alim.
1	500	500	500	500	500	500
5	445	492	345	427	178	376
7	331	233	82.5	11.8	4.5	310
9	228	214	22	1.8	0	0
12	191	137	0	0	—	—

CUADRO VIII.—Mortalidad larvaria en el ensayo 2 con los diferentes tratamientos.

Talla inicial (μm)	% mortalidad larvaria al final del experimento		
	Dieta algal	Dieta microc.	Sin alimentar
124.93	7.64	54.26	59.00
148.14	42.27	66.80	43.61
175.68	24.17	89.27	32.41
191.45	56.00	76.50	65.00
202.74	44.93	54.46	49.35

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Crecimiento

En estos ensayos las microcápsulas como dieta única no dieron lugar a crecimiento alguno en las larvas de almeja. No obstante, al ensayar una dieta conteniendo 75 % de algas y 25 % de microcápsulas, el crecimiento fue similar al producido por la dieta control. Conforme las larvas crecieron se incrementó su capacidad para utilizar las microcápsulas, de tal modo que en el ensayo 2 el crecimiento producido por la dieta artificial fue similar al de la dieta control cuando el tamaño medio inicial de las larvas fue de 202.74 μm .

El crecimiento como porcentaje de la dieta control fue mayor que el índice de suplementación con cápsulas, sugiriendo bien que las microcápsulas pudieron ser asimiladas y que tenían cierto valor nutritivo, o que la dieta control cubriera los requerimientos nutritivos de las larvas en exceso. No obstante, el hecho de que las tasas de creci-

miento decrecieran conforme se incrementaba el porcentaje de cápsulas en las dietas indica que la dieta artificial era nutricionalmente inadecuada.

Una explicación pudiera ser la deficiencia en algún factor nutricional tal como ácidos grasos poliinsaturados; sin embargo, incluso un 50 % de *C. calcitrans* en la dieta debiera haberlos aportado (Webb y Chu, 1981). Por lo tanto, quizás habría que considerar además factores tales como una pobre digestibilidad de las microcápsulas.

Bioquímica

En el ensayo 1 el ligero incremento en el valor medio de porcentaje de lípidos en materia orgánica, observado en aquellas larvas con crecimiento satisfactorio el día 9 de tratamiento respecto al valor medio inicial, parece concordar con los resultados obtenidos por Holland y Spencer (1973), y Hamilton (1986) con larvas de bivalvos, siendo sugerido por estos autores que este incremento de lípidos se debe a su almacenamiento para uso como fuente energética durante la metamorfosis posterior. El hecho de no haber dispuesto en este ensayo de suficientes larvas de la totalidad de tratamientos para análisis bioquímicos desde el día 9, no nos permitió comprobar si estos valores descendían conforme aumentaba el nivel de sustitución con microcápsulas en las dietas, a fin de poder relacionar este descenso con una deficiencia nutricional.

Los niveles porcentuales de hidratos de carbono y proteína no se correlacionaron con el crecimiento, lo que sugiere que las cantidades relativas de estos nutrientes son

menos importantes para mantener un buen crecimiento (Webb y Chu, 1981).

Mortalidad

En general, las mortalidades estuvieron en proporción al porcentaje de suplementación con microcápsulas en las dietas, aunque incluso para la dieta control estos valores fueron mayores que los esperados. Se podría, pues, haber obtenido valores más altos de supervivencia en condiciones optimizadas. Las larvas que sobrevivieron crecieron razonablemente bien.

En general, estos resultados parecen indicar que la composición nutritiva de la dieta artificial ensayada no era idónea para las larvas de almeja. Asimismo, el hecho de que en el ensayo 2 el crecimiento producido por la dieta artificial mejorara desde un tamaño inicial medio de larvas de 124.93 μm hasta alcanzar unos índices similares a los producidos por la dieta control cuando las larvas alcanzaron 202.74 μm de talla media inicial puede sugerir que hay un cambio en los requerimientos nutritivos conforme la larva se acerca al estadio de pediveliger. El tamaño de las cápsulas pudo también haber influido en su mejor utilización por las larvas mayores. Es posible que la pobre respuesta de las larvas más pequeñas fuera debido a un efecto adverso de las microcápsulas de mayor tamaño.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a todo el personal del Laboratorio de Pesquerías del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de Conwy, en Gales (G.B.), donde fueron realizados estos experimentos, por su inestimable ayuda y consejo.

BIBLIOGRAFIA

- CASTELL, J. D. & D. J. TRIDER 1974. Preliminary feeding trials using artificial diets to study the nutritional requirements of oysters (*Crassostrea virginica*), *J. Fish. Res. Board Can.* 31: 95-99.
- HAMILTON, C. G. R. 1986. *The nutritional value of four prymnesiophytes for some bivalve larvae*, MSc Thesis. University of Stirling, Stirling, Scotland.
- HELM, M. M. & I. LAING (en prensa). *Preliminary observations on the nutritional value of «Tahiti Isochrysis» to bivalve larvae.*
- HOLLAND, D. L. & P. A. GABBOTT. 1971. A microanalytical scheme for the determination of protein, carbohydrate, lipid and RNA levels in marine invertebrate larvae, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 51: 659-668.
- HOLLAND, D. L. & B. E. SPENCER. 1973. Biochemical changes in fed and starved oysters, *Ostrea edulis* L. during larval development, metamorphosis and early spat growth, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 53: 287-298.
- JONES, D. A., J. G. MUNFORD & P. G. GABBOTT. 1974. Microcapsules as artificial food particles for aquatic feeders, *Nature (London)* 247: 233-235.
- LAING, I. & P. F. MILLICAN. 1986. Relative growth efficiency of *Ostrea edulis* L. spat fed various algal diets, *Aquaculture* 54: 245-262.
- LANGDON, C. J. & E. T. BOLTON. 1984. A microparticulate diet for a suspension-feeding bivalve mollusc, *Crassostrea virginica* (Gmelin), *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 82: 239-258.
- LANGDON, C. J., D. M. LEVINE & D. A. JONES. 1985. Microparticulate feeds for marine suspension feeders, *J. Microencapsulation* 2: 1-11.
- LANGDON, C. J. & C. A. SEIGFRIED. 1984. Progress in the development of artificial diets for bivalve filter feeders, *Aquaculture* 39: 135-153.
- LANGDON, C. J. & M. J. WALDOCK. 1981. The effect of algal and artificial diets on the growth and fatty acid composition of *Crassostrea gigas* spat., *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 61: 431-448.
- URBAN, E. R. & C. J. LANGDON. 1984. Reduction in costs of diets for the American oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin), by the use of non algal supplements, *Aquaculture* 38: 277-291.
- WEBB, K. L. & F. L. CHU. 1981. Phytoplankton as a food source for bivalve larvae. In: *Proceedings of the Second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological Approaches to Shellfish Nutrition*, pp. 272-292. Ed. G. D. Pruder, C. J. Langdon & D. Conklin. Louisiana State University, Baton Rouge, L.A.

Manuscrito recibido en junio de 1989