

Uso de microalgas vivas e inertes como alimento para *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae)

Victor M. Arriaga Haro¹ y Ana Denisse Re Araujo²

¹ Instituto de Limnología, Universidad de Guadalajara Apartado Postal 310 C.P. 45900 Chapala, Jalisco, México.

² Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada, Apartado Postal 2732, C.P. 22800 Ensenada, B.C.

(Recibido 11-I-1996. Corregido 19-VI-1996. Aceptado 17-IX-1996.)

Abstract: Three strains of microalgae and one combination were tested as food for *Artemia franciscana*. The combined diet was 90% *Spirulina maxima* (dry weight) and 10% *Chaetoceros* sp (wet weight). *Chaetoceros* sp. produced a survival rate of 94.1% and had the highest values on the proximal analysis. *A. franciscana* fed with the combined diet reached a greater final size than those fed pure microalgae, but individuals fed *S. maxima* grew faster until the metanauplius stage. *Artemia* fed *Dunaliella* sp were first to reach the adult stage and those fed *Chaetoceros* sp had the highest number of matings (mean 67.54).

Key words: *Artemia franciscana*, nutrition, microalgae.

A pesar de los diversos estudios para sustituir el alimento vivo con dietas artificiales, este sigue siendo de suma importancia en la Acuicultura. Entre las opciones resaltan microalgas, larvas, juveniles y adultos del crustáceo braquiópodo *Artemia* spp. como los más importantes y difundidos (Whyte 1987). Sin embargo el cultivo de *Artemia* requiere una dieta óptima para lograr que esta a su vez sea un excelente alimento para otros organismos marinos de importancia económica (Iolr 1982-1983).

Las microalgas se han estudiado por su importancia real y potencial como materia prima (Bonotto 1988) y su tipo y concentraciones son de importancia primaria en el cultivo de *Artemia*. Aunque este braquiópodo es un filtrador no selectivo, el alimento más abundante en su medio natural son microalgas halotolerantes como *Dunaliella*

sp. que probablemente constituyen su dieta principal (Provasoli *et al.* 1970). Por otra parte, *Spirulina maxima* es una microalga que se cultiva comercialmente con éxito y es considerada como un alimento barato y nutricionalmente adecuado para la acuicultura (Richmond 1988).

La selección de microalgas como dieta basal específica para *Artemia* podría permitir una alta tasa de crecimiento, permitiendo una optimización espacial de las instalaciones, del tiempo de cultivo, de la biomasa obtenida por unidad de volumen y del tiempo (Sommer *et al.* 1990).

Hasta el momento ninguna de las formulaciones alternativas de alimento inerte que se han sugerido para mejorar la calidad nutricional proporcionada por alimento vivo garantiza niveles comparables de sobrevivencia y de crecimiento como los que se pueden

obtener con microalgas vivas. Sin embargo, dietas combinadas de algas vivas e inertes pueden ofrecer alternativas que reduzcan los costos y además den un buen crecimiento y desarrollo de *Artemia*.

El objetivo de este estudio fue elegir de tres microalgas, dos vivas y una inerte, las que pudieran funcionar como dieta mixta y que, comparadas con una dieta unialgal, diesen mejores resultados en el cultivo de este braquiópodo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las microalgas fueron: *Spirulina maxima* proveniente de Spirulina mexicana S.A. de C.V. que se administró seca; *Chaetoceros* sp. y *Dunaliella* sp. que se cultivaron desde los cultivos primarios hasta el nivel productivo deseado (garrafones de 18 l con 10 l de cultivo), en medio "f" (Guillard y Ryther 1962). Para *Chaetoceros* sp el medio fue enriquecido con el doble de la cantidad de silicatos sugerida en la formulación original.

El medio se preparó con agua de mar (33 ppm) o pasada por un filtro rápido de arena y otro de diatomita, con una capacidad de retención de entre 1 y 2 μm , y tratada con luz U.V. Las demás condiciones de cultivo fueron: temperatura de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e iluminación constante, con una mezcla de tubos de neón de luz blanca fría y luz de día que proporcionaron una concentración de aproximadamente 0.11 a 0.15×10^{17} cuanta cm^2/s , medida en el centro de la pared del carboy expuesta a la luz. Las técnicas de cultivo para las microalgas fueron las tradicionales, que se mantuvieron con la técnica semicontinua, con tasas de dilución diaria del 50% para *Chaetoceros* sp. y del 30% para *Dunaliella* sp.

Inicialmente se llevaron a cabo tres experimentos de alimentación de *Artemia franciscana* utilizando microalgas solas. Después, debido a que la microalga *Chaetoceros* sp ofrecía la mejor alternativa nutricional se eligió para probar la dieta mixta. En algunos preliminares se observó que aún en bajos porcentajes la dieta inerte se veía beneficiada con la presencia de la microalga viva, por lo que se probó una sustitución de sólo, 10% de *Chaetoceros* sp.

Las raciones diarias de alimento para

Artemia franciscana fueron las indicadas por Correa-Sandoval y Bückle-Ramírez (1993) en el caso de *Chaetoceros* sp, y por Paniagua-Chávez y Voltolina (1995) para *Dunaliella* sp. y *Spirulina maxima* se suministró en una cantidad de peso seco orgánico equivalente a la ración diaria de *Dunaliella* sp dividida en dos raciones.

Los quistes de *Artemia franciscana* Kellogg (1906) de San Francisco Bay Brand Inc. (Lote No.3457), se descapsularon con la técnica del hipoclorito de sodio modificada por Correa-Sandoval (1993) y se incubaron en agua de mar a 20°C durante 36 hr. Se recolectó los nauplios durante las primeras 8 hr posteclosión, de tal forma que fueran organismos de la misma cohorte. Para cada tipo de alimento se utilizaron 8000 nauplios, divididos en partes iguales en cuatro acuarios cónicos de 2.0 l de capacidad.

Diariamente se midió la temperatura con un termómetro de mercurio, la salinidad con un refractómetro, y la acidez y el oxígeno con equipo electrónico.

Los primeros tres acuarios de cada dieta se utilizaron para observar el crecimiento por estudio de los organismos (LT longitud total), el número de parejas formadas y la producción de progenie. El cuarto se utilizó para llevar a cabo los análisis bioquímicos y la sobrevivencia. La evaluación de la formación de parejas se hizo siguiendo una secuencia: al observar el primer apareamiento, cada pareja era separada y transferida a un recipiente, hasta que el número de parejas disminuía. La producción de crías se contabilizó en cada recipiente, a las 72 hr después de la primera aparición de la progenie (nauplios).

La composición bioquímica de *Artemia franciscana* se determinó usando las siguientes metodologías: Para las proteínas se siguió el método de Lowry *et al.* (1951) modificado por Farber-Lorda (1986). Para la extracción de carbohidratos totales se usó la técnica de White (1987) y para la cuantificación el método de Dubois *et al.* (1956) descrito por Malara y Charra (1972). Para la determinación de los lípidos se siguió la técnica de Pande *et al.* (1963), después de la extracción y separación de los lípidos con el método descrito por Bligh y Dyer (1959), mencionado en Chiaverini (1972).

Se aplicaron las pruebas de Bartlett y Kolmogorov-Smirnov a todos los datos

obtenidos, tanto de variables fisicoquímicas como biológicas, con el fin de comprobar su normalidad y homoscedasticidad. Los datos que no fueron normales ni homoscedásticos se contrastaron utilizando las técnicas de análisis estadístico no paramétrico, con límite de

aceptación o rechazo de $\alpha = 0.05$, paramétrico de Kruskal-Wallis de una vía con límite de aceptación de rechazo de $\alpha = 0.05$ y la prueba a posteriori de comparación múltiple con el método de Dunn para número de datos desiguales.

CUADRO 1

Análisis de varianza de una vía (KW: Kruskal Wallis) para la comparación de tallas desde nauplioshasta adulto de *Artemia franciscana* alimentada durante nueve días con *Chaetoceros sp.*, *Dunaliella sp.* y *Spirulina maxima*

DIETA	DIA (ESTADIO)	DATOS	CRECIMIENTO PROM. (mm)	GRUPOS HOMOGENEOS
DU	1 (NF)	90	0.537 (0.049)	*
SM	1 (NF)	90	0.537 (0.049)	*
CH	1 (NF)	90	0.573 (0.097)	*
DU	2 (MI)	90	0.830 (0.048)	*
CH	2 (MI)	90	0.878 (0.049)	*
SM	2 (MI)	90	1.074 (0.048)	*
CH	3 (MM)	90	1.049 (0.025)	*
DU	3 (JI)	90	1.318 (0.146)	*
SM	3 (MF)	90	1.513 (0.097)	*
CH	5 (MF)	90	1.610 (0.098)	*
SM	5 (JI)	90	2.147 (0.147)	*
DU	5 (AI)	30	2.245 (0.005)	*
CH	7 (JI)	90	2.739 (0.140)	*
SM	7 (JM)	90	3.050 (0.268)	*
DU	7 (AM)	30	4.392 (0.683)	*
SM	9 (JF)	90	3.514 (0.390)	*
CH	9 (JF)	90	3.611 (0.244)	*
DU	9 (AM)	30	5.246 (0.512)	*

(NF=nauplio final, MI=metanauplio inicial, MM=metanauplio intermedio, MF=metanauplio final, JI=juvenil inicial, JM=juvenil intermedio, JF=juvenil final, AI=adulto inicial y AM=adulto intermedio).

RESULTADOS

Las condiciones físicas y químicas durante los experimentos fueron relativamente constantes; la temperatura se mantuvo a $21 \pm 1^\circ\text{C}$, el oxígeno disuelto fluctuó de 6.0 a $6.4 \pm 1 \text{ mg l}^{-1}$, la salinidad en $33 \pm 1 \%$ y el pH se mantuvo entre 7.60 ± 0.27 y 7.85 ± 0.17 .

Los cultivos de *Chaetoceros sp* se mantuvieron relativamente estables durante el período que duró el experimento, con una concentración promedio de $5 \pm 1 \times 10^6$ células ml^{-1} . La estabilidad de la concentración de biomasa con respecto al tiempo se comprobó mediante una prueba de correlación entre estas variables, que no resultó significativa ($r=0.36$, g.l.=17 y $p>0.05$).

La sobrevivencia de *Artemia franciscana* alimentada con las tres dietas monoalgales varió

ampliamente en un ámbito de : *Dunaliella sp* (2.1 % a 18.7%), *Spirulina maxima* (3.4 a 0.6%) y *Chaetoceros sp* (37.4 a 94.1%), así mismo se notó una amplia variabilidad entre acuarios con la misma dieta..

El crecimiento de *Artemia franciscana* alimentada con *Chaetoceros sp.* *Dunaliella sp.* y *Spirulina maxima* durante los primeros nueve días de vida se muestra mediante un análisis de varianza no paramétrico en la Cuadro 1 donde se observa que al día 1 no hay diferencias en el crecimiento de los organismos, al segundo y tercer día los organismos alimentados con *Spirulina maxima* presentaron un mayor crecimiento (1.07 mm y 1.51 mm), pero a partir del día cinco (2.24 mm) hasta el día nueve (5.24 mm) los organismos alimentados con *Dunaliella sp.* presentaron un crecimiento mayor.

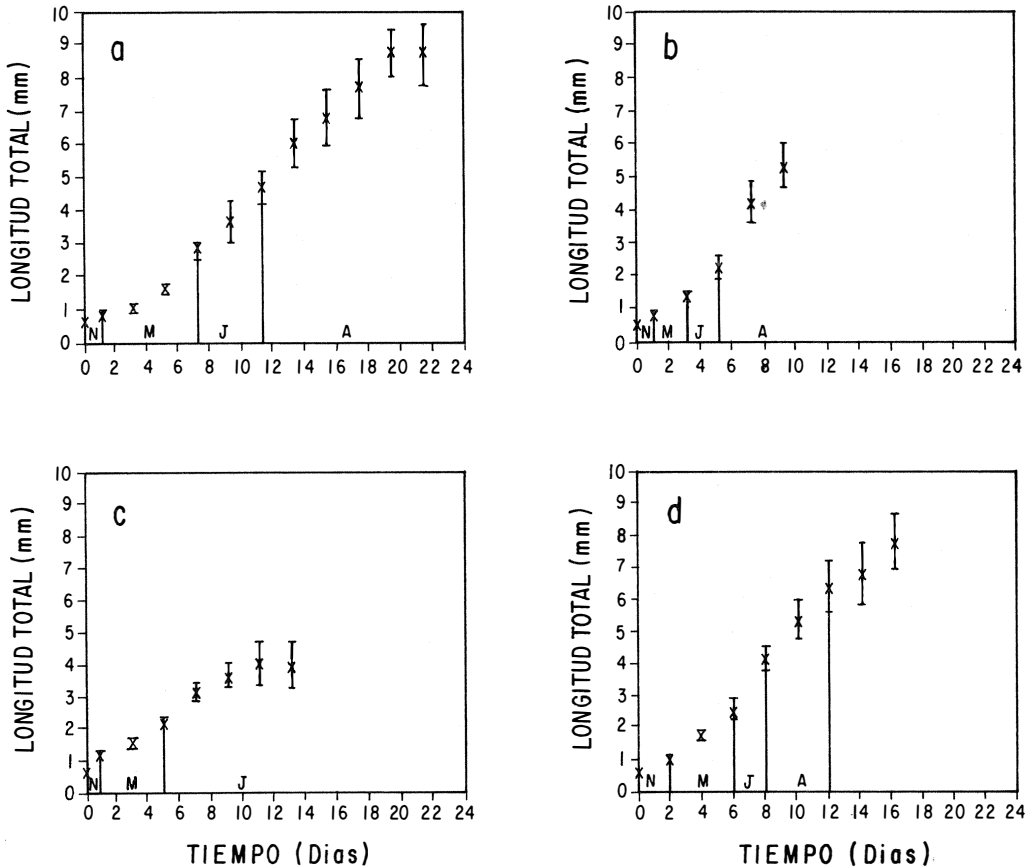


Fig. 1. Crecimiento de *Artemia franciscana* alimentada con las cuatro dietas a) *Chaetoceros* sp., b) *Dunaliella* sp., c) *Spirulina maxima* y d) 90% *Spirulina maxima* + 10% *Chaetoceros* sp. (X=L.t. observada, \pm = desviación estándar. Las líneas verticales indican el día de cambio de estadio y en (a) y (d) la última de éstas indica el día de primer apareamiento (N=nauplius, M=metanauplius, J=juveniles y A=adultos).

Los organismos que se lograron aparear fueron los alimentados con *Chaetoceros* sp. (día 13) y con la mezcla de 90 % de *Spirulina maxima* + 10% de *Chaetoceros* sp. (día 12), estos se empezaron a aparear siguiendo un patrón de incremento paulatino en la formación de parejas y llegando a un máximo entre el 14avo. y 15avo. día (Cuadro 2). El número máximo de parejas se obtuvo en el acuario 2 con el 97.57% y en los acuarios 1 y 3 con un porcentaje de 51.46 % y 53.59 % (71 y 86 parejas respectivamente), para los alimentados con *Chaetoceros* sp. Para los organismos alimentados con la dieta mixta el porcentaje de la población que formó parejas fue inferior, en comparación a aquellos alimentados con

Chaetoceros sp y no muy diferentes para los tres acuarios (38.82, 31.22 y 46.41 %).

Se observaron diferencias importantes en la duración de los estadios de los organismos alimentados con las diferentes dietas y estas fueron estadísticamente significativas en las tallas iniciales, en todos los casos (Fig.1 y Cuadro 1).

La producción de nauplios se inició seis días después de la fecha de apareamiento en el caso de la dieta mixta, mientras que los organismos alimentados con *Chaetoceros* sp. tardaron dos días más. Esta producción varió entre 32.2 y 37 nauplius producidos por cada pareja en el caso de los organismos alimentados on *Chaetoceros* sp. y entre 31.5 y 49.5 para la dieta mixta

Formación diaria de parejas de *Artemia franciscana* alimentada con A) *Chaetoceros* sp. y B) 90% de *Spirulina maxima* + 10% de *Chaetoceros* sp.

A

EDAD	ACUARIO I	ACUARIO II	ACUARIO III
DIA 13	29(5.45%)	-	15(2.87%)
DIA 14	67(13.31%)	14(3.57%)	86(16.94%)
DIA 15	71(16.42%)	34(9.00%)	74(17.56%)
DIA 16	60(16.11%)	76(22.12%)	57(16.40%)
DIA 17	47(14.44%)	112(41.86%)	48(16.52%)
DIA 18	-	105(67.52%)	-
DIA 19	-	41(81.19%)	-
TOTAL	548(51.46%)	764(97.57%)	560(53.59%)

B

EDAD	ACUARIO I	ACUARIO II	ACUARIO III
DIA 12	3(2.53%)	5(4.22%)	6(5.06%)
DIA 13	5(4.33%)	6(5.29%)	10(8.89%)
DIA 14	11(9.95%)	7(6.51%)	15(14.63%)
DIA 15	15(15.07%)	6(5.97%)	7(8.00%)
DIA 16	5(5.92%)	6(6.35%)	13(9.94%)
DIA 17	7(8.80%)	7(7.91%)	4(5.92%)
TOTAL	92(38.82%)	74(31.22%)	110(46.41%)

En paréntesis, el porcentaje de la población total a esa fecha; Total: número de organismos y % que representa al total de la población.

(Cuadro 3 a, b)

Para determinar la composición proximal de *Artemia franciscana* se tomaron muestras de los organismos adultos, los cuales fueron preservados a -30°C pero, contrariamente a lo encontrado en pruebas anteriores (Paniagua-Chávez y Voltolina 1995) o paralelas (Cordero-Esquivel, com. pers.) llevadas a cabo en el laboratorio de Acuicultura del CICESE, se encontró que este procedimiento, o la descongelación sucesiva, causó pérdidas importantes de biomasa. Sin considerar diferencia entre dietas, el peso seco de un organismo de nueve días de edad esta en un ámbito de 0.01 mg y de 0.03 mg a la fecha de su primer apareamiento, las diferencias fueron aproximadamente de un orden de magnitud inferior a los pesos secos por organismo encontrados, en los ensayos ya mencionados (Cuadro 4).

A los nueve días de edad de los organismos,

los datos no indicaron diferencias importantes de composición entre *Artemia franciscana* alimentada con *Dunaliella* sp y con *Chaetoceros* sp. Mientras que a la fecha del primer apareamiento (día 13) es probable que las diferencias entre los organismos que recibieron la dieta de *Chaetoceros* sp y los alimentados con la dieta mixta, reflejaran una diferencia real entre dietas (Cuadro 5).

CUADRO 3

Producción de nauplios durante 72 horas por pareja de Artemia franciscana alimentada con A) Chaetoceros sp. y B) 90% de Spirulina maxima + 10% de Chaetoceros sp.

A

DIA APAR.	EDAD	ACUARIO I	ACUARIO II	ACUARIO III
(13)	día 21	39	-	30
(14)	día 22	26	36	24
(15)	día 23	17	13	14
(16)	día 24	34	15	43
(17)	día 25	45	39	50
(18)	día 26	-	61	-
(19)	día 27	-	59	-
PROMEDIO		32.2	37	32.2

B

DIA APAR.	EDAD	ACUARIO I	ACUARIO II	ACUARIO III
(12)	día 18	18	25	46
(13)	día 19	50	29	51
(14)	día 20	41	31	43
(15)	día 21	42	38	78
(16)	día 22	42	44	25
(17)	día 23	28	22	54
PROMEDIO		36	31.5	49.5

Edad de las parejas al día de primera aparición de nauplios, en paréntesis, el día de apareamiento

CUADRO 4

Comparación proximal (promedio y en paréntesis, desviación estandar) de Artemia franciscana a los nueve días de vida alimentada con la microalga Dunaliella sp. (DU-X-2) (DU) y Chaetoceros sp.

	DU		CH	
	% P.S.	% P.S.O.	% P.S.	% P.S.O.
PROTEINAS (%)	11.46(0.72)	12.55(0.85)	8.90(0.60)	10.53(0.85)
CARBOHIDRATOS (%)	2.48(0.03)	2.92(0.05)	2.95(0.31)	3.49(0.51)
LIPIDOS (%)	6.19(2.2)	7.24(2.50)	9.48(0.49)	7.24(2.50)
CENIZAS (%)	0.21		0.21	
% EXPLICADO	20.34	22.71	21.18	21.26

(CH-X-1) (CH) previamente congeladas. % de P.S. y % P.S.O. indican los porcentajes de peso seco y de peso seco orgánico, respectivamente.

CUADRO 5

Comparación proximal (promedio y en paréntesis, desviación estandar) de *Artemia franciscana* a los 13 días de vida alimentada con la microalga *Chaetoceros* sp. (CH-X-1) (CH) y 90% de *Spirulina maxima* + 10% *Chaetoceros* sp. (90% SM y 10% CH) a los 12 días (previamente congeladas),

	CH		90% SM + 10% CH	
	% P.S.	% P.S.O.	% P.S.	% P.S.O.
PROTEINAS (%)	28.88(0.66)	33.84(0.92)	9.07(0.76)	10.53(0.85)
CARBOHIDRATOS (%)	18.27(0.86)	21.41(1.00)	3.72*	4.36*
LIPIDOS (%)	32.06(0.39)	37.62(0.45)	8.19*	9.59*
CENIZAS (%)	0.21		0.21	
% EXPLICADO	79.42	92.87	21.19	24.48

% de P.S. y % P.S.O. indican los porcentajes de peso seco y peso seco orgánico, respectivamente (* una muestra).

DISCUSIÓN

El control de las variables ambientales hizo posible el mantener estables los cultivos de *Chaetoceros* sp y obtener una producción constante de la biomasa necesaria para los fines del ensayo de alimentación. En el caso de *Dunaliella* sp, a pesar de haber mantenido las condiciones dentro de los intervalos físico-químicos sugeridos por Paniagua-Chávez y Voltolina (1995) para esta cepa, no se pudo mantener el cultivo.

El mejor porcentaje de sobrevivencia (94.1%) se obtuvo con la dieta de *Chaetoceros* sp. cultivado con luz blanca. Otros estudios indican que esta microalga es un buen alimento para los diferentes estadios de *Artemia franciscana*. Correa-Reyes (1993) utilizó *Chaetoceros* sp cultivado con tres diferentes tipos de luz (blanca, azul y azul mezclada) para alimentar a *Artemia franciscana* y obtuvo una sobrevivencia de 89.80% con luz azul, 81.22% con luz azul mezclada, aunque el porcentaje de sobrevivencia con luz blanca fue de 30.41% inferior al que se obtuvo en este trabajo.

Castro *et al.* 1987 utilizaron tres dietas para *Artemia* sp. (*Spirulina* fresca, salvado de arroz y algas, y encontraron que la dieta más eficiente fue *Spirulina* con un porcentaje de 70 a 80% de sobrevivencia pero, el sistema experimental se llevó a cabo al aire libre. En este caso, las dosis elegidas para este trabajo no fueron efectivas, ya que la sobrevivencia fue muy baja (0.6%). La discrepancia tan grande con este trabajo pudiera deberse a que aparte de las

condiciones experimentales disímiles, *Spirulina maxima* deshidratada sola o combinada se adhiere a los toracópodos de los organismos, impidiendo su natación y originando un incremento en la mortalidad.

Los organismos alimentados con *Dunaliella* sp. presentaron también una baja sobrevivencia (2.1%), observándose una alta mortalidad durante los primeros estadios de vida, estos resultados no son totalmente desalentadores y de hecho no se sugiere que se deseché la posibilidad de usar esta microalga, ya que aún con tan baja sobrevivencia la anamorfosis fue más rápida que con *Chaetoceros* sp. El valor nutricional de esta microalga es adecuado (32.5 % de proteína Paniagua-Chávez y Voltolina 1995) pero se requiere llevar a cabo mas estudios, en cuanto a la dosis.

El crecimiento de *Artemia franciscana* alimentada con *Chaetoceros* sp. y con la dieta mixta fue bueno, comparado con los organismos alimentados con *Spirulina maxima* y *Dunaliella* sp. ya que la utilización de las dos primeras permitió llegar hasta la producción de progenie probablemente por su nivel nutricional.

La diferencia entre las dos dietas que permitieron la formación de parejas fueron notorias, ya que con *Chaetoceros* sp. el número de adultos que formaron parejas fue superior al 50 % del total, en seis días. En el caso de la dieta mixta, esta tendencia no se notó y el porcentaje de adultos que copularon fue, en seis días, inferior al 50 % del total. Es posible que esta dieta mixta no cubra todas las

necesidades nutricionales en la etapa de apareamiento como lo hace la microalga viva.

Correa-Reyes (1993) encontró también un incremento paulatino en la formación de parejas, con un máximo al tercer día. Castro *et al.* 1987 reportaron porcentajes de formación de parejas de 32 % y 63.6 % en *Artemia* alimentada con salvado de arroz y *Spirulina* fresca a los 25 y 28 días respectivamente. En este estudio el apareamiento se dio entre el 12 y 13avo día y en el de Castro *et al.* (*op. cit.*) hasta el 25avo. día lo que indica que la dieta juega un papel importante para que se den estas condiciones.

La producción de progenie fue similar (34 y 39 en promedio) para *Chaetoceros* sp. y para la dieta mixta, e inició a los 21 días con la primera y a los 18 con la segunda, lo cual indica una mejor calidad con esta dieta, por lo menos en lo que se refiere a este criterio de evaluación. Correa-Reyes (*op.cit.*) informó la producción de nauplios a los 15 días (media 34.32 nauplios). Amat (1985) indicó que en la primera puesta *Artemia* produce de 10 a 30 nauplios o huevos císticos, dependiendo de la cepa y de las condiciones del medio ambiente. Aparentemente este estudio no dio promedios significativamente mas altos, por lo que se requeriría estudiar mejor los requerimientos nutricionales en esta etapa para establecer un optimo.

El contenido bioquímico de *Artemia franciscana* alimentada con *Chaetoceros* sp. con respecto a proteínas, lípidos y carbohidratos coincide con lo reportado por Correa-Reyes (1993). Se considera que hay diferencias debido principalmente a la preservación de las muestras; ya que en general el porcentaje de proteína de la microalga *Chaetoceros* sp varía de 35.9 a 45.46% (López-Elías y Voltolina 1993; Cordero-Esquivel *et al.* 1993).

Paniagua-Chávez y Voltolina (1995) utilizaron *Dunaliella* sp. como dieta para *Artemia franciscana* . Estos autores reportan en *Artemia franciscana* 12.7% y 9.3% de proteínas, 7.7% y 2.9% de carbohidratos y 29.1% y 2.5% de lípidos utilizándola fresca y congelada respectivamente. En este estudio el análisis proximal de *Artemia* es inferior reflejando que la dieta no fue asimilada o que la estimación no fue optima.

El alto porcentaje de sobrevivencia, así como la obtención de organismos de tallas

grandes refleja la calidad del alimento, particularmente en los organismos alimentados con *Chaetoceros* sp. donde se demuestra con base en los resultados obtenidos en este estudio y en otros, tales como los de Correa-Sandoval (1993), Cordero-Esquivel (1993) y Sánchez-Saavedra (en proc.) que est. dieta reúne los requerimientos nutricionales para *A. franciscana*.

El objetivo de este estudio se cumplió en forma parcial ya que definitivamente *Chaetoceros* sp es una microalga adecuada y que permite ser utilizada en forma sola o combinada. Sin embargo con respecto al porcentaje de combinación es probable que este se deba incrementar en 15 ó 20%. La utilización de *Dunaliella* sp como alimento vivo no presenta ventajas significativas con respecto a otras microalgas mas fáciles de cultivar; pero en una dieta mixta en la que no sea el principal ingrediente puede aportar nutrientes adecuados para *Artemia* sp. En el caso de *Spirulina maxima* sola no es recomendable pero su contenido proteico la hace un buen candidato como alimento inerte; lo que sigue siendo un reto es su administración, lo que deja abierta la puerta a otras formas de presentación como microencapsulados.

RESUMEN

Se alimentó *Artemia franciscana* con tres cepas de microalgas (vivas e inerte) y una combinación de dos de ellas. La combinación fue 90 % *Spirulina maxima* y 10 % *Chaetoceros* sp.(peso húmedo). La mejor sobrevivencia y mayor valor en el análisis proximal se obtuvieron con la dieta de *Chaetoceros* sp (94.1 %). Las *A. franciscana* alimentadas con la dieta mixta fueron significativamente mas grandes al final de la prueba, aunque con *Spirulina maxima* crecieron más rapidamente hasta la etapa de metanauplio. Los organismos alimentados con *Dunaliella* sp. alcanzaron primero el estadio adulto. Las artemias alimentadas con *Chaetoceros* sp. se aparearon más (67.54 promedio).

REFERENCIAS

- Amat, F. 1985. Utilización de *Artemia* en Acuicultura. Inf. Técn. Inst. Inv. Pesq. 128-129: 3-7.
- Bligh, E.G. & W.J. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 911-917.
- Bonotto, S. 1988. Food Chemicals from microalgae. Prog. Oceanog. 21: 207-215.
- Castro, T. & C. Gallardo. 1985. *Artemia* sp. Cuadernos 2

- CBS. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. 43 p.
- Castro, T. Y G. Castro & R. de Lara 1987. Experimental production of an introduced *Artemia* strain in alkaline waters in the state of Mexico. In *Artemia* research and its implications Vol 3 P. P. Sorgeloos *et al.* (eds) Universa, Wetteren, Bélgica. 556 p.
- Chiaverini, J. 1972. Techniques d'extraction et d'analyse des lipides. Université de Paris. Station Zoologique Villefranche-Sur-Mer. Notes de travail No. 12. 12 p.
- Cordero-Esquivel, B. D. Voltolina & F. Correa-Sandoval. 1993. The biochemical composition of two diatoms after different preservation techniques. *Com. Biochem. Physiol.* 105B: 369-373.
- Correa-Reyes, J.G. 1993. Alimentación de *Artemia franciscana* con microalgas cultivadas bajo diferentes tipos de luz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Baja California, México. 55 p.
- Correa-Sandoval, F. & L.F. Bückle Ramírez 1993. Morfología y biometría de cinco poblaciones de *Artemia franciscana* (Anostraca: Artemiidae). *Rev. Biol. Trop.* 41: 103-110.
- Dubois, M. K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers & F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28: 350-356.
- Farber-Lorda, J. 1986. Etudes biologiques, enertiques et biochemiques du Krill antarctique *Euphasia superba* et *Thysanoessa macrura* recolte au cours de la campagne Fibex. Tesis de doctorado, Université de Aix-Marseille, Marsella. 214 p.
- Guillard, R.R.L. & J.H. Ryther. (1962). Studies on marine planktonic diatoms. I. *Cyclotella nana* Hustedt and *Detonula confervacea* (Cleve). *Can. J. Microbiol.* 8: 229-239.
- Iolr, 1982-1983. Israel oceanographic and limnological research. Biennial Report 1982-1983, Tel Shikmona, Haifa, Israel. 74 pp.
- Léger, P. D. Bengtson, K. Simpson & P. Sorgeloos. 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 24: 521-623.
- López-Elías J. & D. Voltolina 1993. Cultivos semicontinuos de cuatro especies de microalgas con un medio no convencional *Ciencias Marinas*, 19: 169-180.
- Lowry, O.H. N.J. Rosebrough, A.L. Farr & R.J. Randall. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193: 265-273.
- Malara, G. & R. Charra. 1972. Dosage des glucides particuliers de phytoplancton selon la méthode de Dubois. Université de Paris. Station Zoologique. Villefranche-Sur-Mer. Notes de Travail. No 6. 12 p.
- Pande, S.V. R.P. Khan & T.A. Venkitasubramanian. 1963. Microdetermination of lipids and serum total fatty acid. *Analyt. Biochem.* 6: 415-423.
- Paniagua Chávez, C.G. & D. Voltolina. 1995. Fresh and frozen *Dunaliella* sp. (Chlorophyceae, Volvocales) as feed for *Artemia franciscana* Kellogg (Crustacea, Branchiopoda). *Riv. Ital. Acquacolt.* 30: 19-23.
- Provasoli, L. D.E. Conklin & A.D'Agostino. 1970). Factors inducing fertility in aseptic crustacea. *Helgolander Wiss. Meeresunters.* 20: 443-454.
- Richmond, A. 1988. *Spirulina*. p. 85-121 In M.A. Borowitzka & L.J. Borowitzk (eds.) *Micro-Algal Biotechnology*, vol. 4. Cambridge University, Cambridge.
- Sommer, T.R. W.T. Potts & N.M. Morrissy. 1990. Recent progress in the use of processed microalgae in aquaculture. *Hydrobiologia* 204/205: 435-443.
- White, J. 1987. Biochemical composition and energy content of six species of phytoplankton used in mariculture of bivalves. *Aquaculture* 60: 231-241