

Análisis Próximo de *Brachionus plicatilis*, *Oithona ovalis*, *Methys* sp., *Metamisydosis insularis* y Nauplii de *Artemia*.

JESÚS ROSAS, JOSÉ MILLÁN y TOMAS CABRERA
Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente Nueva
Esparta. Boca De Río. Apdo. Postal 147
Isla de Margarita, Venezuela

RESUMEN

La acuicultura de los países en desarrollo se encuentra limitada, entre otras cosas por el desconocimiento de los contenidos de lípidos y proteínas en el zooplancton vivo que se suministra a las larvas de peces y crustáceos obtenidas en condiciones de laboratorio. Esto produce mortalidades masivas en las primeras fases de desarrollo larvario, donde la exigencia de nutrientes como lípidos y proteínas, calidad de agua y manejo son los factores determinantes en el éxito de la larvicultura. El presente estudio presenta los resultados obtenidos del análisis próximo inmediato en porcentaje (%) de contenido de materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, lípidos totales, proteína cruda y carbohidratos contenidos en diferentes organismos zooplanctónicos. Los resultados en el rotífero *Brachionus plicatilis* alimentados con la microalga *Tetraselmis chuii* fueron 3.71 ± 0.269 ; 52.79 ± 0.267 ; 47.21 ± 0.257 ; 1.63 ± 0.198 ; 12.07 ± 0.73 y 39.09 ± 0.686 respectivamente. Los copépodos en condiciones de cultivo mixto con rotíferos, ambos alimentados con *Chaetoceros gracilis* el análisis fue 8.96 ± 0.851 ; 60.05 ± 1.009 ; 5.72 ± 0.195 ; 13.09 ± 0.675 y 41.29 ± 1.200 respectivamente. Los copépodos y rotíferos bajo condiciones de cultivo mixtos alimentados con *Tetraselmis chuii*, los resultados fueron 9.97 ± 0.483 ; 62.65 ± 0.595 ; 37.35 ± 0.591 ; 5.52 ± 0.659 ; 12.53 ± 0.839 y 44.60 ± 1.386 . La composición del miscidáceo *Metamisydosis insularis* recolectados en un estanque de cultivo de camarones fue 3.86 ± 0.521 ; 74.18 ± 1.133 ; 25.82 ± 1.330 ; 7.81 ± 0.478 ; 23.9 ± 1.538 y 42.40 ± 2.546 respectivamente. Los resultados del copépodo harpacticóide *Methys* sp. colectado en un estanque de una granja fue 3.08 ± 0.529 ; 62.90 ± 1.560 ; 37.30 ± 1.570 ; 2.20 ± 0.692 ; 12.35 ± 0.410 y 48.35 ± 1.828 respectivamente. Los resultados de los nauplii de *Artemia* recién eclosionados de una cepa natural de la isla de Margarita fueron 2.21 ± 1.234 ; 61.56 ± 1.967 ; 37.87 ± 0.789 ; 2.21 ± 0.386 ; 10.19 ± 0.812 and 39.69 ± 1.230 . Los resultados indican que el contenido químico del zooplancton vivo que se suministra comúnmente a las larvas de peces, varía en su contenido lipídico y proteico en función del tipo de alimento que consume y de la especie de zooplancton.

PALABRAS CLAVES: *Brachionus plicatilis*, *Oithona ovalis*, *Artemia*.
Composición química.

ABSTRACT

The aquaculture in developing countries is limited in one way for the lack of knowledge of the lipid and protein content of the live zooplankton supplied to the fish and crustaceans larvae. This cause mass mortality in the first stage of larval development, related with lipid and protein content of live food, water quality and management which are the main factors that affect the larval survival. This paper show the results of the chemical composition in percentage (%) of dry matter, organic matter, inorganic matter, crude lipid, crude protein and carbohydrate of different zooplankters. From the analysis of the rotifer *Brachionus plicatilis* reared in the microalgae *Tetraselmis chuii*, the percentage of the different components were 3.71 ± 0.269 ; 52.79 ± 0.267 ; 47.21 ± 0.257 ; 1.63 ± 0.198 ; 12.07 ± 0.73 and 39.09 ± 0.686 respectively. The percentage of the components of the mix culture, *B. plicatilis* and the copepodite *Oithona ovalis*, reared in *Chaetoceros gracilis* were 8.96 ± 0.851 ; 60.05 ± 1.009 ; 5.72 ± 0.195 ; 13.09 ± 0.675 and 41.29 ± 1.200 , respectively. The percentage of the components of the same mixture, but reared in *Tetraselmis chuii*, were 9.97 ± 0.483 ; 62.65 ± 0.595 ; 37.35 ± 0.591 ; 5.52 ± 0.659 ; 12.53 ± 0.839 and 44.60 ± 1.386 , respectively. The percentage of the components from the mysidaceo *Metamysidosis insularis* from a farm pond were 3.86 ± 0.521 ; 74.18 ± 1.133 ; 25.82 ± 1.330 ; 7.81 ± 0.478 ; 23.97 ± 1.538 and 42.40 ± 2.546 , respectively. The percentage of the components from the harpacticoid copepodite *Methys* sp. from a farm pond, were 3.08 ± 0.529 ; 62.90 ± 1.560 ; 37.30 ± 1.570 ; 2.20 ± 0.692 ; 12.35 ± 0.410 and 48.35 ± 1.828 respectively. The percentage of the components from *Artemia* nauplii newly hatched from a natural salt lake of Margarita island were 2.21 ± 1.234 ; 61.56 ± 1.967 ; 37.87 ± 0.789 ; 2.21 ± 0.386 ; 10.19 ± 0.812 and 39.69 ± 1.230 , respectively. The results shown that the chemical composition of the live zooplankton, that is supplied to the fish larvae, varied according the feed consumed and the zooplankton species.

KEY WORDS: *Brachionus plicatilis*, *Oithona ovalis*, *Artemia*, Chemical composition.

INTRODUCCION

El desarrollo de la acuicultura de los piases en desarrollo se encuentra limitada, entre otros factores, por el desconocimiento de los contenidos de nutrientes, como proteínas y lípidos, presentes en el zooplancton vivo que se suministra como alimento a las larvas de peces y crustáceos marinos y dulceacuícolas, en condiciones de laboratorio. En el cultivo de larvas se producen mortalidades masivas en las primeras fases de desarrollo larvario; donde la exigencia de nutrientes (lípidos, carbohidratos y proteínas), calidad de agua y

manejo son los factores determinantes en el éxito de la larvicultura (Fox, 1983; Watanabe *et al.*, 1983; Volkman *et al.*, 1989; Brown y Miller, 1992; Reitan *et al.*, 1994; Lavens y Sorgeloos, 1996).

El conocimiento de los requerimientos nutricionales de las larvas de peces y crustáceos ha permitido la incorporación de nuevas especies a la industria acuícola, obteniendo mayor éxito los países industrializados con avanzada tecnología en donde el uso de diferentes modelos de alimentos han incrementado la sobrevivencia (Rouse *et al.*, 1992; Naess y Bergh., 1994; Watanabe y Kiron, 1994).

Desde hace más de tres décadas, se han iniciado estudios sobre el cultivo de zooplancton (Fukusho, 1980; Barnabé, 1990; Delbare *et al.*, 1996) así como su contenido de ácidos grasos, proteínas, carbohidratos y energía (Watanabe *et al.*, 1983; Cabrera, 1993; Lavens y Sorgeloos, 1996) logrando un avance en la piscicultura y camaronicultura.

Los objetivos del presente trabajo fueron determinar el análisis proximal inmediato: porcentaje (%) de contenido de materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, proteína cruda, carbohidratos y lípidos totales, contenidos en el rotífero *Brachionus plicatilis* alimentados con la microalga *Tetraselmis chuii*. Asimismo los copépodos *Oithona ovalis* en condiciones de cultivo mixto con el rotífero *B. plicatilis* ambos alimentados con la microalga *Chaetoceros gracilis* y *T. chuii*. y el copépodo Harpacticóide *Methys* sp. Así como el misidáceo *Metamysidosys insularis* y los nauplii de *Artemia* procedentes del medio natural.

MATERIALES Y METODOS

El cultivo de las microalgas *T. chuii* se realizó utilizando el fertilizante f/2 (Guillard, 1974), en tanques cilindrocónicos transparentes de 250 l de capacidad, por triplicado, provistos de aireación constante e iluminación. Cuando las microalgas se encontraban en su fase exponencial (6×10^5 cel./ml) se inocularon con el rotífero *B. plicatilis* tipo L aislada de una población de organismos presentes en una laguna costera de la población de Juan Griego, Venezuela (González, 1994) en una concentración de 25 rot/ml. Los rotíferos fueron alimentados con la microalga *T. chuii* hasta el cuarto día cuando alcanzaron la densidad media de 100 rot/ml, cuando aún la concentración promedio de microalgas era de 30×10^3 cel./ml en los tres recipientes. Se filtró el contenido de cada cilindro, con la ayuda de un tamiz de 40 μ m de abertura. El material filtrado se colocó en cápsulas de Petri de 100 ml y fue introducido en una estufa a una temperatura de 57°C hasta la estabilidad del peso seco (48 horas). Las muestras parcialmente secas se colocaron en recipientes de vidrios para su análisis según el método descrito en AOAC (1980).

El cultivo de la microalga *Chaetoceros gracilis* utilizada en el cultivo mixto de *B. plicatilis* y el copépodo *Oithona ovalis*, se realizó empleando la misma metodología y el mismo medio de cultivo pero se adicionó metasilicato de sodio como complemento. Cuando las microalgas se encontraban en fase exponencial (1.5×10^6 cel./ml) se inoculó *B. plicatilis* y *O. ovalis* a una relación de 5:3. La cosecha se realizó cada dos días determinando la concentración de rotíferos y copépodos. El volumen cosechado se remplazaba de inmediato a la misma concentración inicial de microalgas. La muestra cosechada se colocó en cápsulas de Petri de 50 ml de capacidad que se colocó dentro de la estufa hasta alcanzar peso seco constante, y almacenado para su análisis.

Las muestras del copépodo harpacticoide *Methys* sp., se colectó en los estanques de una granja, en las instalaciones del Instituto de Investigaciones Científica (IIC), donde existía un cultivo de peces marinos. Esta población de copépodos rojos aparece durante los meses de febrero, marzo y abril. Se colectaron muestras en recipientes de 10 l, cuantificando la concentración del copépodos. Luego se pasó el volumen por un tamiz de 200 μm . Las colectas de los copépodos se realizaron cuando la concentración era de 27 y 75 copépodos/ml, ubicada en los cuatro extremos de los estanques de la granja. La muestras se secaron en una estufa a 65 $^{\circ}\text{C}$ luego almacenadas para su análisis.

Asimismo los misidaceos *Metamysidosys insularis*, se colectaron en un estanque de la granja de cultivo del IIC, utilizando una red de 450 μm , la muestra colectadas se colocaron en recipientes para ser secadas a peso seco y analizadas.

La obtención de los nauplii de *Artemia* se realizó a partir de quistes desinfectados y descapsulados (Lavens y Sorgeloos, 1996) procedentes de Boca Chica. Se determinó los parámetros morfométricos, seco (húmedos y descapsulados), el porcentaje de eclosión y el tiempo de sincronismo según lo descrito por Hontoria (1991). Las muestras fueron secados y almacenados para su análisis.

RESULTADOS Y DISCUSION

El rotífero *B. plicatilis* cepa Juan Griego presentó un tamaño promedio de 185.88 ± 1.22 μm , siendo la cepa del tipo (L) (Fu et al., 1991). El contenido porcentual de proteína de *B. plicatilis* alimentados con la microalga *T. chuii* fue de 12.07 ± 0.73 %. Estos resultados son ligeramente menores a los que se presentan cuando se analiza la harina producto del cultivo mixto entre rotíferos y copépodos (Tabla 1). *B. plicatilis* presenta una gran diversidad de contenidos de aminoácidos que influye directamente en el porcentaje de proteína; y depende de la dieta utilizada en su alimentación (Watanabe et al., 1983).

Tabla 1. Contenido de materia seca, materia orgánica, materia inorgánica, lípidos totales, proteína cruda y carbohidratos totales (%) en los organismos zooplanctónicos estudiados

Organismo	Materia seca (%)	Mat.		Lípidos totales (%)	Proteína cruda (%)	Carbohidratos totales (%)
		Orgánico (%)	Inorgánica (%)			
Rotíferos	3.71 ± 0.27	52.79 ± 0.26	47.21 ± 0.26	1.63 ± 0.19	12.07 ± 0.73	39.09 ± 0.69
Copépodos	8.96 ± 0.85	60.05 ± 1.07	39.91 ± 1.01	5.72 ± 0.19	13.09 ± 0.67	41.29 ± 1.20
Rot/Cop*	9.97 ± 0.48	62.65 ± 0.59	37.35 ± 0.59	5.52 ± 0.66	12.53 ± 0.84	44.60 ± 1.39
<i>Methys</i> sp.	3.08 ± 0.53	62.90 ± 1.56	37.30 ± 1.57	2.20 ± 0.62	12.35 ± 0.41	48.35 ± 1.83
<i>M. insularis</i>	3.86 ± 0.52	74.18 ± 1.13	25.82 ± 1.33	7.81 ± 0.48	23.97 ± 1.54	42.40 ± 2.55
<i>Artemia</i>	2.21 ± 0.82	61.56 ± 1.97	37.87 ± 0.79	2.21 ± 0.36	10.19 ± 0.81	39.67 ± 1.23

*ROT/COP=Rotíferos/Copépodos

El contenido de proteínas en *B. plicatilis* puede ser incrementado utilizando formulaciones químicas que también repercuten en la sobrevivencia de las larvas de peces y crustáceos (Dhert, 1996). El contenido de lípidos totales (Tabla 1) suele ser bajo $1.63 \pm 0.19\%$, y está influenciado por el tipo de microalga utilizada como alimento (*T. chuii*). Esta microalga está indicada como una de las que aporta baja cantidad de ácidos grasos en la nutrición de *B. plicatilis* (Watanabe et al., 1983). El valor de carbohidratos en *B. plicatilis* fue de $39.09 \pm 0.69\%$, este valor es alto para ser utilizado en la alimentación de larvas de peces y no se considera porque la atención se dirige hacia los contenidos de grasas y de proteína.

Los valores del contenido de proteína cruda obtenida en condiciones de cultivo mixto entre el copépodo *O. ovalis* y el rotífero *B. plicatilis* alimentados con *Ch. gracilis* (Tabla 1) fue mayor si se compara con los señalados por Watanabe et al. (1983) al trabajar con *Tigriopus japonicus* utilizando diferentes tipos de dietas. Sin embargo, estos valores son menores que los que indican Delbare et al. (1996) para *T. brevicornis*. El porcentaje de lípidos totales es mayor que los obtenidos por Watanabe et al. (1983) en la nutrición de *T. japonicus*.

Los resultados obtenidos del contenido de proteína y de lípidos totales en la experiencia de cultivo mixto entre el copépodo y rotíferos alimentados con *T. chuii* son menores a los que obtuvieron cuando se alimentaron con *Ch. gracilis* (Tabla 1). Esto indica que ambas microalgas realizan el mismo aporte nutricional a las especies cultivadas.

El copépodo *Methys* sp. alcanzó densidades de 125 copépodos/ml ubicándose en los extremos de los estanques de la granja, esto está relacionado con la abundancia de materia orgánica producida en los estanques durante los meses de febrero, marzo y abril. El contenido de proteína de este copépodo fue de $12.35 \pm 0.41\%$, valor inferior al señalado por Watanabe et al. (1983) y Delbare et al. (1996).

El contenido de proteína y lípidos totales en *M. insularis* colectados en la granja de IIC duplican la cantidad de estos nutrientes presentes en otros organismos, procedentes del medio natural (Tabla 1).

En este trabajo, la población de *Artemia*, raza Boca Chica tiene un rendimiento conformado por 245000 quistes a partir de 1 g de peso seco de organismo. Estos quistes secos poseen un diámetro medio menor a los señalados por Amat et al. (1990) pero el número de quistes producidos fue mayor. El tiempo de eclosión fue de 65% a las 90 horas luego de la hidratación. Este resultado es debido a la calidad del quiste y por las variables que afectan la eclosión. Los nauplii producidos son de mayor talla que los reportados por Amat (1990) que es un problema al trabajar con cepas de *Artemia* local debido a la

dificultad que se produce al momento que van a ser consumidos por las larvas de peces (Sorgeloos, 1981; Sorgeloos *et al.*, 1983).

El porcentaje de proteína cruda de los nauplii de *Artemia* raza Boca Chica son menores al compararlos con los presentados por Amat *et al.* (1987); Gozalbo y Amat (1988); Hontoria *et al.* (1989); Van Stappen (1996). El contenido de ácidos grasos contenidos en los nauplii de *Artemia* son muy importantes (Lavens *et al.*, 1995), y la raza Boca Chica contiene lípidos totales en porcentajes bajos ($2.21 \pm 0.39\%$) que refleja la deficiencia de los quistes cuando se utilizan en la alimentación de larvas (Gozalbo y Amat, 1988).

De los resultados obtenidos, se puede inferir que el copépodo *O. ovalis* y el misidáceo *M. insularis* poseen la mejor calidad nutricional, entre los organismos zooplantónicos aquí estudiados para ser empleados en el cultivo de larvas de peces.

LITERATURA CITADA

- Amat, F., Hontoria, F., Navarro, J. y M. Gonzabo. 1987. Resultados preliminares sobre el valor nutritivo de nauplius de *Artemia* para larvas de crustáceos decápodos en cultivo. *Invest. Pesq. Scintia Marina* 51(1) :533 - 534
- Amat, F., F. Hontoria, J. Navarro y Y. Varo. 1989. Caracterización de tres poblaciones de *Artemia* originarias de la zona Mediterránea con vista a su aprovechamiento en acuicultura. Conselleria de Pesca, Marisqueo y Acuicultura. Punta Galicia. Santiago de Compostela. 687 - 692 p.
- A.O.A.C. 1980. Official method of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. W. Horwitz (De.) Washintong, D.C. 1018 p.
- Barnabé, G. 1990. Harvesting zooplankton. In: G. Barnabé (ed). *Aquaculture. Vol. 1*. Ellis Horwood Ltd., UK, p. 265-272.
- Brown, M and K. Miller. 1992. The ascorbic acid content of eleven species of microalgae used in mariculture. *J. Appl. Phycol.* 4:205 - 215.
- Cabrera, T. 1993. *Nutritional value of live feeds and egg quality on the larval growth and survival of flounder (Paralichthys olivaceus Temminck et Schlegel)*. Ph .D. Dissertation. National Fisheries University of Pusan. South Korea. 194 p.
- Delbare, D., P. and J. Dhert and P. Lavens. 1996. *Zooplankton. Manual on the production and use of live food for aquaculture*. Published by: Food and Agriculture Organization of the United Nations 150 p.
- Fukusho, K. 1980. Mass production of a copepod, *Tigriopus japonicus* in combination culture with a rotifer *Brachionus plicatilis*, fed w-Yeast as a food source. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 46(5):625 - 629.

- Naess, T. and O. Bergh. 1994. Calanoid copepod resting eggs can be surface-disinfected. *Aquacultural Engineering* **13**:1 - 9.
- Lavens, P. and P. Sorgeloos. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos (Eds.) Published by: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 375pp.
- Reitan, K., J. Rainuzzo and Y. Olsen. 1994. Influence of lipid composition of Live feed on growth, survival and pigmentation of turbot larvae. *Aquaculture International* **2**:33 - 48.
- Rouse, D., C. Webster and I. Radwin. 1992. Enhancement of the fatty acid composition of the nematode *Panagrellus redivivus* using three different media. *Jour. World Aqua. Soc.* **23**(3):89 - 95.
- Volkman, J., S. Jeffrey, P. Nichols, G. Rogers and C. Garland. 1989. Fatty acid and lipid classes of ten species of microalgae used in mariculture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **128**:219 - 240.
- Watanabe, T. and V. Kiron. 1994. Prospects in larval fish dietetics. *Aquaculture* **124**:223 - 251.