

An. Inst. Invest. Mar. Punta Betón	23	165 - 171	Santa Marta-Colombia, 1994	ISSN 0120-3959
------------------------------------	----	-----------	----------------------------	----------------

USO DE LA LEVADURA TORULA (*TORULOPSIS UTILIS*) EN LA OBTENCION DE BIOMASA DE ARTEMIA.

Rafael Tizol Correa

RESUMEN

Se llevaron a cabo estudios para determinar la factibilidad del uso de la levadura torula (*Torulopsis utilis*), como fuente de alimento en cultivos intensivos de *Artemia*. Se alcanzaron rendimientos máximos de biomasa de 5.14 g/l y 8.43 mm de largo medio total en la variante de mejores resultados. Concentraciones de levadura de 1 g/l/día en el período inicial de 6 días pueden considerarse adecuadas para el crecimiento de la *Artemia*, mientras que concentraciones de 3.5 y 7 g/l/día son excesivas. A partir del séptimo día 3 g/l/día constituye una concentración apropiada de alimento mientras que 1 g/l/día es insuficiente para obtener un crecimiento satisfactorio en esta etapa. Las ecuaciones de crecimiento para este cultivo en las condiciones descritas son las siguientes: variante de 1 g/l/día, $L = -0.5214 + 0.4837 T$; variante de 3 g/l/día, $L = -1.1707 + 0.738 T$.

ABSTRACT

Studies were carried out to determine the possibilities of use torula yeast (*Torulopsis utilis*), as a source of feed in intensive cultured *Artemia*. Maximum biomass yields of 5.14 g/l and 8.43 mm of average total length were obtained for the treatment with the best results. Yeast concentration of 1 g/l/day in the initial 6 days period, can be considered adequate for *Artemia* growth while the concentration of 3.5 and 7 g/l/day is insufficient to obtain a satisfactory growth. The growth equations in the described culture conditions were as follow: treatment 1 g/l/day, $L = -0.5214 + 0.4837 T$; treatment 3 g/l/day, $L = -1.1707 + 0.738 T$.

INTRODUCCION

En los sistemas de cultivo intensivos para la obtención de biomasa de *Artemia*, ya sea de tipo abierto o cerrado, se emplean altas densidades de organismos (en el orden de varios miles por litro), lo que requiere un alto consumo de alimento,

especialmente en los de circuito abierto. Aunque las microalgas son consideradas como el alimento más adecuado, no se pueden valorar estas como alimento único en los cultivos intensivos, pues en producciones en gran escala de biomasa no es económicamente rentable por los grandes volúmenes necesarios (Sotolongo, 1988). Desde la demostración por diferentes autores como Sorgeloos (1973), Cognie (1975) y Person-le Ruyet (1975) (citados por Sorgeloos, 1976), que la *Artemia* puede ser cultivada con diferentes tipos de alimentos inertes, la producción controlada de sus adultos se convirtió en económicamente viable. El empleo de productos inertes como harinas de trigo y arroz, yema de huevo, polvo y salvado de arroz, levaduras, etc, además de disminuir significativamente los costos, simplifica marcadamente los procesos de obtención de biomasa.

Debido a su pequeño tamaño de partículas, su alto contenido protéico y su bajo costo de producción, las levaduras han sido consideradas como un sustituto parcial o total de las microalgas en los cultivos de especies filtradoras como rotíferos, *Artemia* y moluscos bivalvos (Cotteau *et al*, 1990). En el caso de la producción de biomasa de *Artemia*, son simplemente empleadas las levaduras panaderas, sin embargo no se tienen referencias sobre el uso en esos cultivos de levadura torula. Este producto posee hasta el 48% de la proteína cruda y una baja producción de fibra (»2.1%) (Tacón, 1987); por otra parte es un subproducto de la producción de caña de azúcar, la cual constituye una de las principales industrias de Cuba.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la factibilidad del uso de levadura torula como alimento para la obtención de biomasa de *Artemia*, así como su régimen adecuado de alimentación.

MATERIALES Y METODOS

En un sistema de circuito abierto en tanques rectangulares de 100 l con tres réplicas, se cultivó *Artemia* desde el nauplio hasta la fase adulta, alimentada exclusivamente con la levadura torula (*Torulopsis utilis*) previamente hidratada. La levadura, para ser suministrada, se diluyó en agua de mar en tanques de 50 l con aireación fuerte, dosificando la misma desde éstos por goteo, con el fin de obtener un flujo constante de alimento en los tanques de cultivo. Se emplearon concentraciones de 1, 3, 6 y 7 g/l/día.

En el experimento se utilizó filtro de arena para el tratamiento del agua y un recambio del 200 % diario en una primera fase de 6 días, incrementando el mismo hasta 400% en los días sucesivos. El agua excedente escurrió por un rebozo frontal cubierto con malla de 120, 200 y 300 micras en dependencia del tamaño de los animales. En el interior de éste rebozo se mantuvo una aireación fuerte para evitar la colmatación de la malla. En el tanque de cultivo se incluyó una aireación

intensa utilizando una piedra difusora, garantizando la suspensión del alimento. Diariamente se monitorearon el pH, la concentración de oxígeno disuelto, la salinidad y la temperatura, para conocer las variaciones de los mismos durante el experimento.

Se empleó una densidad inicial de 2000 nauplios/l, los cuales fueron eclosionados según la metodología convencional descrita por Sorgeloos *et al* (1986). Durante las primeras 24 horas después de la eclosión los organismos no fueron alimentados. Antes de incorporar los nauplios a los estanques de cultivo, se realizó una composición por largo a 50 ejemplares, determinando el largo medio inicial. Posteriormente en los días 4, 6, 8, 10 y 12 se repitió este proceso, tomando una muestra similar de cada variante de cultivo y observando la tasa de crecimiento diario de los organismos. Paralelamente se observaron aspectos tales como estadios de desarrollo, sucesión de mudas, el estado fisiológico de los animales, etc. Al final del experimento se determinó la biomasa obtenida en cada variante y se calculó el peso medio de los organismos.

Se aplicó el análisis de varianza para determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos considerando solamente los que alcanzaron la fase final de cultivo. Mediante el test de rangos múltiples de Duncan se compararon los valores del largo medio correspondientes a cada tratamiento para cada uno de los muestreos, para establecer el momento en que ocurrió el desfasaje entre los mismos. El análisis de regresión fue empleado para obtener una ecuación que describiera el crecimiento en este período, lo que permitirá predecir el largo de los organismos en las diferentes etapas del cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSION

De las cuatro variantes estudiadas, las que incluyeron un régimen de alimentación de 5 y 7 g/l/día de levadura torula presentaron una mortalidad total al sexto día, como resultado de la disminución del oxígeno disuelto a concentraciones extremas de 0.3 y 0.1 mg/l respectivamente (tabla 1). En la variante de 3 g/l/día, aunque ocurrió igualmente una disminución brusca de la concentración de oxígeno por debajo de los valores considerados críticos (2 mg/l) (Laine, comunicación personal; Sorgeloos et al. 1986), alcanzando hasta 1.6 mg/l, no se produjeron mortalidades como en los casos anteriores; por el contrario en la variante de 1 g/l/día no se observaron casos extremos en cuanto a la presencia de oxígeno en el agua.

En los primeros días de vida de estos organismos se suceden intensamente los procesos de muda, con el objetivo de formar y perfeccionar los diferentes sistemas biológicos, hasta llegar al animal completamente constituido. Aunque el ritmo de ingestión de alimento en esa primera fase es elevado, el consumo total es

Tabla 1. Intervalos de los valores observados de pH, oxígeno (mg/l), salinidad (S o/oo) y temperatura (T °C) en las diferentes concentraciones de alimento experimentadas.

PARAMETROS	CONCENTRACIONES			
	7 g/l/día	5 g/l/día	3 g/l/día	1 g/l/día
pH	6.8-7.7	7.0-7.8	7.1-7.9	7.3-8.0
Oxígeno	0.1-6.1	0.3-5.2	1.6-6.0	5.0-7.4
Salinidad	38-40	38-40	38-40	38-40
Temperatura	24-27	24-27	24-26	24-26

inferior que en etapas posteriores. Así, en las variantes de 3, 5 y 7 g/l/día se observó en el medio de cultivo una alta concentración de alimento no consumido, especialmente en las variantes de 5 y 7 g/l/día, lo que provocó un deterioro en el medio y la mortalidad consecuentes.

El análisis de varianza arrojó diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre los tratamientos de 1 y 3 g/l/día. En la tabla 2 se presentan los valores del incremento diario en la talla de los organismos; en las variantes de 1 y 3 g/l/día no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los dos tratamientos en los primeros 6 días, según arrojó la prueba de Duncan, incluso el largo medio de los organismos en la variante de 1 g/l/día (1.58 mm) es ligeramente superior a la de los animales de la variante 3 g/l/día (1.49 mm). Esto nos muestra que concentraciones de 1 g/l/día durante los primeros 6 días de cultivo son suficientes para garantizar un crecimiento adecuado, posibilitando que las condiciones del medio se mantengan dentro de los parámetros favorables. De la misma forma podemos considerar que las concentraciones de 3, 5 y 7 g/l/día, son excesivas para este período y pueden provocar altas mortalidades al deteriorar la calidad del medio.

Es importante señalar que si en un primer período la concentración de 1 g/l/día resultó adecuada para el desarrollo y crecimiento de los organismos, después del sexto día resulta insuficiente para garantizar el adecuado ritmo de crecimiento. En esta variante se observó un retardo en el incremento diario del largo en comparación con la del 3 g/l/día, a partir del séptimo día, lo cual se mantiene hasta el final del experimento, obteniendo una talla media final inferior a los 12 días de cultivo (1 g/l/día con 6.05 mm; 3 g/l/día con 8.43 mm).

Constituye un elemento importante en los cultivos de *Artemia* la

Tabla 2. Incremento diario del largo y largo medio de *Artemia* durante el experimento para dos diferentes concentraciones de alimento.

CONCENTRACION 1 g/l/día			CONCENTRACION 3 g/l/día		
PERIODO (días)	INCREMENTODIARIO (mm)	LARGOMEDIO (mm)	PERIODO (días)	INCREMENTODIARIO (mm)	LARGOMEDIO (mm)
		0.43			0.43
1-4	0.19	1.01	1-4	0.21	1.073
5-6	0.29	1.58	5-6	0.21	1.49
7-8	0.29	2.17	7-8	0.82	3.13
9-10	1.41	4.98	9-10	2.41	7.95
11-12	0.54	6.05	11-12	0.24	8.425

determinación del momento de la cosecha. En la primera fase, de aproximadamente 6 días y cuando aún no ha concluido el proceso de formación total del organismo, la mayoría de los nutrientes son empleados en llevar a cabo mudas de formación y no de crecimiento. Al concluir éste período, comienza una etapa de crecimiento intenso que llega a su máximo desarrollo a 9-10 días de cultivo, en que el animal alcanza su estado de preadulto donde está completamente formado pero no ha alcanzado aún una fase reproductora. A partir de este momento disminuye bruscamente el ritmo de crecimiento, debido al comienzo de la formación de las estructuras reproductoras en los machos y los sacos de puesta en las hembras. Los períodos señalados pueden variar en el tiempo en diferentes condiciones de cultivo, pero el conocimiento de este esquema general de crecimiento es de gran importancia, pues nos permite aplicar el régimen de alimentación y cosechar en el momento oportuno.

Sorgeloos *et al* (1986) alcanzaron un sistema intensivo de cultivo de organismos con un largo medio total de 8 mm a las 2 semanas, con 5-7 g/l de biomasa. En nuestras experiencias los ejemplares alcanzaron un largo medio de 8.43 mm con largos máximos de 11.5 mm y 5.14 g/l de biomasa para la variante de 3 g/l/día y un largo medio de 6.05 mm con máximos de 7.5 mm con una biomasa de 1.9 g/l para la variante de 1 g/l/día. Estos resultados muestran que el empleo de la levadura torula como alimento en cultivos de *Artemia* ofrece resultados satisfactorios y constituye una variante válida en la obtención de biomasa mediante cultivos intensivos. Con el empleo de salvado de arroz se han obtenido relaciones de

biomasa vs. alimento de 1:1.4 (Guitart y González, 1987); en nuestro caso la eficiencia ha sido menor con una relación de 1:2.

En la tabla 2, se observa la variación del largo medio de los organismos durante los 12 días de cultivo. Se debe destacar que durante los primeros 6 días, el crecimiento para ambas variantes posee el mismo comportamiento, haciéndose más acentuado a partir del séptimo día, especialmente en la variante de 3 g/l/día. Al comparar entre si los valores del largo medio de ambas variantes para los diferentes muestreos, mediante la prueba de Duncan, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas entre 1 y 6 días para $\alpha=0.05$, sin embargo en las comparaciones de las medias desde el séptimo al doceavo día el test arrojó diferencias significativas entre las mismas.

Considerando los resultados expresados anteriormente, es posible recomendar como esquema de alimentación para cultivos de *Artemia* con el empleo de levadura torula como alimento el siguiente: una fase inicial de 6 días con una adición de 1 g/l/día y a partir del séptimo día incrementar la cantidad de alimento en el medio a 3 g/l/día hasta la cosecha.

De forma general los factores abióticos controlados durante el experimento, como son la salinidad, la temperatura y el pH se mantuvieron dentro de los rangos adecuados para el cultivo de esta especie (tabla 1), excepto el oxígeno disuelto que presentó variaciones bruscas en las variantes de 3, 5 y 7 g/l/día, como se explicó anteriormente. La salinidad mostró un comportamiento relativamente estable con valores entre 38 y 40 o/oo en todas las variantes de cultivo. La temperatura alcanzó valores de 27 °C al inicio, estabilizándose posteriormente entre 24 y 25 °C. El pH varió poco durante la experiencia sin mostrar alteraciones bruscas y se mantuvo en un rango entre 7 y 8, valores adecuados para el cultivo de esta especie (Sorgeloos *et al.*, 1986).

Al aplicar el análisis de regresión se obtuvieron las ecuaciones que describen el crecimiento de esta especie en el período de trabajo, para un 95% de confiabilidad (variante 1 g/l/día, $L = -0.5214 + 0.4837 T$; variante 3 g/l/día, $L = -1.1707 + 0.738 T$). Se comprobó que existía un mejor ajuste en el crecimiento tradicional de Von-Bertalanffy, lo cual consideramos acertado si tenemos en cuenta que este estudio incluye la parte inicial de la vida de esta especie donde el crecimiento es relativamente intenso. Esta ecuación nos permite conocer el largo de los organismos en cualquier momento del cultivo, con el empleo de las variantes de alimentación y cultivo aquí usadas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Dr. J.J. Laine especialista en *Artemia* de France Aquaculture.

BIBLIOGRAFIA

- Coutteau, P; P. Lavens y P. Sorgeloos. 1990. Baker's yeast as a potential substitute for live algae in aquaculture diets: artemia as a case study. *Jour. World Aquac. Soc.*, 21(1): 1-9
- Guitart, B. y E. González. 1987. Sinopsis de datos biológicos sobre *Artemia* y su uso en acuicultura. Inf. Proy., Centro Invest. Pesq., Cuba, 10 p.
- Sorgeloos, P. 1976. The brine shrimp *Artemia salina*: a bottleneck in mariculture ?. Confer. Tecn. FAO Acuic. FIR/AQ/Conf./76/E. 77: 1-5.
- Sorgeloos, P.; P. Lavene; P. Leger; W. Tackaert y D. Versichele. 1986. Manual para el cultivo y uso de la artemia en la acuicultura. FAO Documento de Campo, 10: 100-115.
- Sotolongo, M.E. 1988. The evaluation of various diets for optimal growth and survival of different life stages of artemia. Gen. Aquac. Course. Inf. Proy., Kanagawa Inter. Fish. Training Center. JICA. Japón. pag. 73-78.
- Tacón, G.J. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training manual 2. Nutrient sources and composition. GCP\RLA\075\ITA. Field Doc. S/E FAO: 45-72.

DIRECCION DEL AUTOR

Centro de Investigaciones Pesqueras, Subdirección de Maricultivo, Barlovento, Santa Fé. La Habana, CUBA.

