

Influencia de dietas microalgales sobre la tasa de ingestión y crecimiento en juveniles de la ostra de roca

Alfredo Loor

Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM),
Escuela Superior Politécnica del Litoral, San Pedro de Manglaralto -
Ecuador

alfgloor@espol.edu.ec

Introducción

La ostra de roca, *Striostrea prismatica* (Gray, 1825), también conocida como *Crassostrea iridescens* u *Ostrea iridescens*, es un molusco bivalvo que se encuentra en la costa del Pacífico tropical americano, entre Baja California en México y Máncora en Perú. En el Ecuador, *S. prismatica* representa uno de los recursos pesqueros más importantes a lo largo de toda la costa, generando fuentes de empleo y contribuyendo con la economía de comunidades dedicadas a su extracción.

No existe un inventario o plan de manejo del recurso en nuestro país, sin embargo, pescadores artesanales indican que la disponibilidad de este bivalvo ha decrecido en los últimos años. Se puede mitigar la amenaza de la sobre-pesca a través de la acuicultura, ya que la producción de semillas podría constituir una fuente de organismos para programas de repoblación o fomentar el cultivo en las diversas comunas costeras del país. Recientemente, el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas (CENAIM) ha iniciado estudios para desarrollar técnicas de producción y obtener información básica sobre la maduración gonadal y desove de esta ostra nativa.

Dentro de las operaciones de cultivo de los moluscos bivalvos, las microalgas son utilizadas como alimento vivo para todas sus etapas de desarrollo y la selección de estos microorganismos re-

presenta un componente importante en la optimización de las actividades productivas. El tamaño de la microalga, digestibilidad y composición bioquímica son factores que determinan su calidad nutricional y utilidad como alimento natural para los bivalvos. Estos factores varían considerablemente dependiendo del bivalvo a investigar. Debido a los costos asociados con la producción de microalgas en laboratorio, los sistemas de cultivos actuales para engorde de juveniles (crecimiento hasta tallas adultas) son ubicados generalmente en ambientes naturales. Sin embargo, el conocimiento del tipo de alimentos adecuados para optimizar el crecimiento del molusco puede ser implementado en otras etapas de desarrollo, tales

como la fase larvaria o posterior a la metamorfosis (semillas).

Con la finalidad de proveer información para su cultivo, el presente estudio tuvo como objetivos: 1) comparar el desempeño de la ostra nativa alimentada con cultivos mono-específicos de tres microalgas e individuos cultivados en ambientes naturales (long-lines en mar abierto y reservorio de una camaronera); y 2) estimar la tasa de ingestión en juveniles de la ostra de roca.

Materiales y Métodos

Un grupo de 75 juveniles de *S. prismatica* (Fig. 1) mantenidos en el Laboratorio de Moluscos del CENAIM, con un peso inicial de 6.31 ± 1.64 gramos, fue dividido de forma aleatoria en cinco grupos, tres de ellos para ser expuestos a cultivos mono-específicos de microalgas y dos para ser cultivados en sistemas naturales.

Dietas mono-específicas: Del total de juveniles, 45 fueron ubicados en nueve tanques cilindro-cónicos de 50 litros (5 juveniles por tanque) dentro de pearl nets, con agua de mar filtrada (100 μm , recambio diario del 100%)



Figura 1: Ejemplares de la ostra de roca *Striostrea prismatica* producidos en laboratorio.

y aireación (Fig. 2). Los tratamientos consistieron en tres dietas mono-específicas proporcionadas durante cuatro semanas de experimentación. Las microalgas utilizadas fueron *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana* y *Tetraselmis maculata*. Cada tratamiento tuvo tres réplicas y cada tanque fue cubierto con un plástico negro para reducir el crecimiento de las microalgas en las unidades experimentales. La temperatura del agua se mantuvo en $27.2 \pm 0.5^\circ\text{C}$ y la salinidad fue de 33-34 gramos por litro.

La ración diaria de microalgas fue suministrada basándose en el 2% de la biomasa de los juveniles (peso seco), mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{(S \times 0.02)}{(W \times C)}$$

donde:

V = Volumen de microalgas (en litros) necesario para suministrar la ración diaria;

S = Peso vivo de biomasa de juveniles;

W = Peso de un millón de células de la microalga utilizada (*C. gracilis* = 0.037 mg; *I. galbana* = 0.031 mg; *T. maculata* = 0.2 mg – mediciones realizadas previo al experimento);

C = Densidad celular del cultivo de microalga (células por microlitro).

Sistemas naturales: Para comparar las dietas experimentales con alimentos provistos en medios naturales, los dos grupos restantes de animales (15 ostras cada uno) fueron llevados a: 1) sistemas tipo long-line en mar abierto en la comuna de Ayangué, Santa Elena ($01^\circ 59' 16''$ S; $80^\circ 45' 32''$ W), donde la temperatura del agua fue de $27.5 \pm 0.4^\circ\text{C}$, con una salinidad de 34 gramos por litro y una concentración de clorofila *a* de 26.9 ± 7.5 microgramos por litro; y 2) en el canal reservorio de la Estación Experimental del CENAIM, en la comuna de Palmar, Santa Elena ($02^\circ 00' 57''$ S; $80^\circ 43' 28''$ W), donde la temperatura del agua fue de $29.7 \pm 1.4^\circ\text{C}$, con una salinidad que osciló entre 32 y 36 gramos por litro, una concentración de clorofila *a* de 83.3 ± 8.2 microgramos por litro y una concentración de sólidos totales en suspensión de 96.1 ± 4.5 miligramos por litro.



Figura 2: Set experimental utilizado para el estudio de las dietas mono-específicas de microalgas.

Después de las cuatro semanas de cultivo, los organismos fueron cosechados y llevados a los laboratorios del CENAIM, donde fueron limpiados de epibiontes y posteriormente pesados.

Tasa de Crecimiento Específica (TCE) y Tasa de Ingestión (TI):

Se calculó la Tasa de Crecimiento Específica (TCE) mediante la siguiente fórmula:

$$TCE = \frac{100 (\ln W_t - \ln W_0)}{t}$$

donde:

W_t = peso final promedio;

W₀ = peso inicial promedio;

t = tiempo del experimento (días).

Paralelamente se midió la cantidad de microalgas removidas desde la columna de agua, o Tasa de Ingestión (TI), los días 7, 10, 16, 19, 22 y 28, para lo cual se tomó tres mililitros de agua en cada tanque justo después de la adición del alimento natural en la mañana y así determinar la concentración inicial de las microalgas (**C₀**) con la ayuda de un hematocitómetro. A las seis horas se tomó una segunda muestra para determinar la concentración final de las microalgas (**C_t**). Estas concentraciones fueron comparadas con las concentraciones medidas en tanques controles sin juveniles de ostras.

La TI fue calculada de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TI = \left(\frac{V}{N \times t} \right) [(C_0 - C_t) - (C'_0 - C'_t)]$$

donde:

TI = Tasa de ingestión (células por individuo y por hora);

V = volumen del tanque;

N = número de ostras por tanque;

t = tiempo (horas);

C₀ = concentración inicial de microalgas en el tanque con bivalvo (células por mililitro);

C_t = concentración final de microalgas en el tanque con bivalvo (células por mililitro);

C'₀ = concentración inicial de microalgas en el tanque control (células por mililitro);

C'_t = concentración final de microalgas en el tanque control (células por mililitro).

En base a estos resultados se estimó la biomasa de microalgas ingeridas de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$BI = TI \times P$$

donde:

BI = Biomasa ingerida (miligramos por individuo y por hora);

TI = Tasa de ingestión (células por individuo y por hora);

P = peso de la microalga (miligramos por célula).

Finalmente, se estimó el porcentaje de microalgas ingeridas luego de 24 horas, los días 10, 16 y 22 del experi-

mento mediante la siguiente fórmula:

$$\%I = (C_0 - C_{t24}) \left(\frac{100}{C_0} \right)$$

donde:

C_0 = concentración inicial de microalgas (células por mililitro);

C_{t24} = concentración de microalgas a las 24 horas (células por mililitro).

Con los datos obtenidos se realizó un análisis de varianza de una vía y prueba de comparación múltiple de Scheffé para determinar si existen diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las medias de cada tratamiento.

Resultados y Discusión

La Tabla 1 presenta los pesos registrados durante el estudio y las estimaciones de la tasa de crecimiento específica (TCE), tasa de ingestión (TI) y biomasa ingerida (BI). De estos resultados se destaca que las ostras juveniles mantenidas en el sistema long-line en el mar y las alimentadas con las microalgas *C. gracilis* e *I. galbana* presentaron las mayores tasas de crecimiento. En contraste, los juveniles alimentados con *T. maculata* y los mantenidos en el reservorio de la estación experimental mostraron un crecimiento menor.

Estos resultados sugieren que los sistemas long-line en mar abierto permiten que las microalgas – u otra materia del sestón – presentes en estos ambientes naturales satisfagan los requerimientos nutricionales de la ostra nativa, permitiendo su rápido crecimiento. Además, su relativo bajo costo los hace muy adecuados para el engorde de esta especie.

Los valores de la TI fueron más altos para las microalgas *C. gracilis* e *I. galbana*, sin embargo, no se observó una diferencia significativa entre las tres microalgas para la biomasa ingerida (Tabla 1). Además, al medir el porcentaje ingerido luego de 24 horas, se comprobó que los tres tipos de microalgas fueron removidos del agua por las ostras con alta y similar eficiencia. Finalmente, los resultados demuestran que a pesar de que el volumen de microalgas suministrado varió entre los tratamientos, la biomasa expresada en peso seco fue suministrada de forma equitativa. Por lo tanto las diferencias observadas para el crecimiento de la ostra *S. prismatica* son el resultado de las condiciones nutricionales o digestibilidad de cada microalga.

Varios estudios reportan la importancia de dos ácidos grasos esenciales en la nutrición de los bivalvos, los ácidos eicosapentaenoico (20:5n-3, EPA) y docosahexaenoico (22:6n-3, DHA). La diatomea *C. gracilis* y el flagelado *I. galbana* contienen grandes cantidades de estos ácidos grasos. En el presente estudio, el suministro individual de estos dos microalgas dio como resultado un buen desempeño productivo de la ostra nativa. Un estudio publicado en el 2002 demostró el valor nutricional de las diatomeas para semillas de la ostra japonesa (*Crassostrea gigas*) y varios estudios publicados en el 2006 recomiendan el uso de una combinación de varias diatomeas (por ejemplo, *I. galbana* y *Chaetoceros calcitrans*) para la alimentación de semillas de ostras.

Otro estudio realizado en 1996 reporta un buen crecimiento de la ostra

Crassostrea virginica alimentando con *Tetraselmis chui* y *Tetraselmis striata*, no así con la especie *T. maculata*, argumentando que quizás su bajo contenido en lípidos podría explicar esta diferencia.

En el presente estudio, las ostras mantenidas en el reservorio de la estación experimental presentaron un crecimiento relativamente bajo. Las siguientes hipótesis podrían explicar estos resultados: (1) las microalgas que proliferan en dicho ambiente pueden no ser del tamaño, digestibilidad o valor nutritivo apropiado (a pesar de que los registros de clorofila *a* sugirieron una mayor disponibilidad de microalgas en relación con el sistema de cultivo en el mar); (2) ambiente de cultivo adverso debido a las variaciones de salinidad y temperatura observadas; (3) presencia excesiva de sedimentos en suspensión que pudieron ocasionar el cierre total de las valvas de las ostras, impidiendo la ingesta de alimentos.

A pesar de que se utilizaron ostras juveniles en este estudio, la información obtenida sobre las preferencias nutricionales puede ser aplicada en etapas más tempranas del desarrollo de la ostra de roca, tales como el período larval y post-fijación (semillas), o cuando el organismo ha alcanzado la etapa de adultez (para su maduración bajo sistemas controlados en laboratorio). ■

La lista de las referencias bibliográficas está disponible contactando directamente al autor del artículo (alfgloor@espol.edu.ec).

Tabla 1: Resultados de producción de juveniles de la ostra *S. prismatica* alimentados con tres dietas mono-específicas o mantenidos en ambientes naturales (Promedio ± Error Standard). Promedio en una misma línea y con letras distintas son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

	<i>C. gracilis</i>	<i>I. galbana</i>	<i>T. maculata</i>	Mar abierto	Reservorio
Peso inicial (gramos)	6.85 ± 0.47	5.64 ± 0.61	6.31 ± 0.30	6.14 ± 0.61	6.61 ± 0.45
Peso final (gramos)	10.88 ± 0.62	8.79 ± 0.53	7.09 ± 0.42	10.23 ± 0.67	8.86 ± 0.63
Ganancia peso (gramos/semana)	4.03	3.15	0.78	4.08	2.25
TCE (%/día)	1.66 ^a	1.59 ^a	0.41 ^c	1.83 ^a	1.05 ^b
TI (10 ⁶ células/hora)	227 ^a ± 89	252 ^a ± 91	29 ^b ± 16	-	-
BI (mg/hora)	6.6 ± 3.3	7.8 ± 2.8	5.8 ± 3.1	-	-
%I	91 ± 13	99 ± 1	96 ± 5	-	-