

Utilización de moluscos bivalvos para el tratamiento de efluentes en granjas camaroneras

Nancy Morillo¹
Jean C. Belandria²

Investigador¹, Licenciado². INIA.
Centro de Investigaciones Agrícolas del Estado Zulia.
Correo electrónico: nmorillo@inia.gov.ve; jbelandria7@yahoo.com

Los métodos tradicionales para el tratamiento de las aguas residuales son deficientes y sumamente costosos para su aplicación a los efluentes de piscinas camaroneras. Una alternativa potencialmente viable es el tratamiento biológico, usando moluscos bivalvos (ostras) y macroalgas para remover nutrientes y partículas suspendidas (Shpigel *et al.* 1993). El componente orgánico de los efluentes de las piscinas camaroneras pueden proveer de una fuente rica en nutrientes para los bivalvos, ellos pueden facilitar la remoción de materia orgánica fina proveniente de la columna de agua.

Comparaciones cuantitativas de efluentes de granjas camaroneras han demostrado que estas vertientes pueden contener concentraciones elevadas de nutrientes disueltos, fitoplancton, bacterias y otros sólidos orgánicos e inorgánicos suspendidos (Ziemann *et al.* 1992). El potencial impacto nocivo en el medio ambiente de efluentes no tratados no hace sustentable el desarrollo de granjas camaroneras. Esto promueve la búsqueda de métodos efectivos y económicamente viables para mejorar la pobre calidad de agua que presentan las descargas.

Tasa de filtración

Se han realizado múltiples estudios en bivalvos, la mayoría de estos enfocados al crecimiento, respiración y tipo de alimentación. Pero pocos han sido enfocados exclusivamente a determinar la tasa de filtración

En los moluscos bivalvos, el crecimiento está directamente relacionado con la tasa de filtración, tasa de bombeo, concentración de alimento, las condiciones fisicoquímicas del medio, así como la capacidad de retención y asimilación (Walne 1985).

La tasa de filtración se define como el volumen de agua filtrada, libre de partículas, por unidad de tiempo. A menudo se le confunde con la tasa de bombeo, que es el volumen de agua que fluye a través de las branquias. Cabe señalar que la tasa de bombeo se mide por métodos directos, donde se cuantifica el agua expulsada por el organismo, mientras que la tasa de filtración es determinada por métodos indirectos que miden la disminución de la concentración de partículas suspendidas en un volumen conocido por unidad de tiempo (Schulte 1975).

La tasa de filtración está directamente relacionada con la temperatura, talla del organismo, concentración del alimento, ritmo de las mareas y velocidad de la corriente y presumiblemente con la salinidad.

Parámetros que afectan la tasa de filtración

Temperatura

Es conocido que la actividad fisiológica y, por tanto, la tasa de filtración de los bivalvos está relacionada con la temperatura; ésta en muchos animales no es constante sino que varía de acuerdo con la temperatura del medio ambiente. Estos organismos se denominan animales de sangre fría o poiquiloterma, calificativo que es equívoco, ya que no necesariamente es fría la sangre de éstos. Lo que sucede es que su temperatura corporal está sujeta a los cambios del medio ambiente. Cuando baja la temperatura del ambiente, la temperatura del animal también disminuye, incluyendo su metabolismo, y por ende su tasa de filtración; éstos se hacen menos activos e incluso pueden llegar a hacerse completamente inactivos. A medida que la temperatura ambiental sube, aumenta también la temperatura corporal y se incrementa su meta-

bolismo y con ello su actividad de filtración (Welch 1979).

Características nutricionales del hábitat

Los sustratos móviles se constituyen por la asociación de diversos elementos:

- Partículas sedimentarias de origen mineral.
- Materia orgánica de origen vegetal y animal.
- Agua intersticial.
- Material de origen vivo (restos de esqueletos o caparazones calcáreos o silíceos, de origen bentónico o planctónico).

La proporción relativa de estos diversos elementos determina la estructura física del sustrato y el microclima del sedimento en el cual viven los organismos bentónicos. Los depósitos de los sedimentos van a depender del sistema hidrodinámico de la zona, por ejemplo: en zonas de resaca y corrientes de fondo existe una sedimentación gruesa (gravas y arenas gruesas) y en zonas abrigadas como bahías, estuarios y medios profundos corresponde una sedimentación más fina (arenas finas, más o menos fangosas, fangos). Los sedimentos después de su depósito pueden sufrir modificaciones biológicas y mecánicas.

Los bivalvos son animales de régimen micrófago que se alimentan principalmente de fitoplancton y otras partículas orgánicas. En medio litoral, dos máximos anuales de materia orgánica y mineral son habitualmente detectados en la columna de agua. Sus orígenes son distintos: el primer pico, generalmente primaveral, resulta de la producción primaria fitoplancton, y el segundo pico otoño-invernal, resulta de aportes terrígenos continentales detríticos y eventualmente de la degradación de los macrofitos (biomasa algal)

En los sedimentos, la primera fuente de materia orgánica, estival y exógena proviene así de la sedimentación sobre los fondos marinos de las partículas presentes en las masas de agua; la segunda fuente, invernal y local, está constituida por los aportes terrígenos y de la degradación de los macro y micro bentónicos.

Salinidad

Es uno de los factores más importantes que influyen en el crecimiento y sobrevivencia de los organismos acuáticos. Este es un factor ambiental que controla la distribución de las especies e influye en los procesos fisiológicos de los organismos marinos y estuarinos.

La salinidad juega un papel osmorregulador, no sólo en los bivalvos sino también en una gran variedad de organismos acuáticos. La importancia energética de la osmorregulación ha sido convencionalmente estimada por el consumo de oxígeno. Por lo tanto, esa energía que es almacenada o utilizada para otras necesidades fisiológicas, como la alimentación y el crecimiento, es desviada para soportar el estrés salino, producto de las diferentes salinidades o concentraciones osmóticas, razón por la cual el organismo deja de alimentarse y crecer para tolerar el estrés salino.

En consecuencia, este disminuye su tasa de filtración. También se ha reportado que los moluscos que habitan en estuarios, como el caso de las almejas (*Polymesoda solida*), son expuestos a cambios de salinidad por períodos variables de tiempo. Durante estos lapsos, los organismos están sujetos a condiciones extremas no favorables que generan en ellos un importante factor de estrés, disminuyendo su metabolismo, su actividad de filtración y por ende su crecimiento. Los animales invierten mucha energía para tolerar los cambios de salinidad. Por estar sometidos a estos cambios de salinidad, los organismos requieren y necesitan hacer ajustes fisiológicos que les permitan vivir bajo estas condiciones.

Tratamiento biológico de efluentes de granjas camaroneras

Los recambios regulares de las aguas de las piscinas de cultivo de camarón, son requeridos para mantener una adecuada calidad de agua y, por lo tanto, obtener un adecuado crecimiento de los animales. En particular, los efectos tóxicos ocasionados por las altas concentraciones de amonio en el camarón, puede ser un factor crítico en la determinación del número de recambios de agua. Las ostras pueden reducir la concentración de partículas y nutrientes disueltos en el agua.

Estudios realizados han demostrado que la filtración por moluscos bivalvos (ostras) puede reducir significativamente la concentración de bacterias, fitoplancton, nitrógeno total (N) y fósforo total (P) y otras partículas suspendidas de los efluentes de piscinas camaroneras (Jones y Preston 1999). Sin embargo, cuando la concentración de los sedimentos es alta, la filtración puede verse reducida. El nitrógeno absorbido por las ostras es utilizado, en 10% para su crecimiento, otro 10% para la formación de gametos, 2% para su tasa basal con 50% de pérdida por biodescomposición y 27% es excretado, como producto de su metabolismo.

En Australia, en la bahía de Moretón existe la experiencia, en forma experimental de una granja camaronera comercial, como los camarones de la especie *Penaeus japonicus*, donde se utilizaron tres tratamientos: sedimentación, filtración por ostras (*Saccostrea commercialis*) y absorción macroalgal (*Gracilaria edulis*), cada uno de los cuales tuvo una duración de 24 horas (Ver cuadro).

Los resultados obtenidos en los tres métodos empleados fueron los siguientes: durante la sedimentación se observó una reducción efectiva de sólidos totales suspendidos de 12%, adicionalmente hubo una reducción significativa del nitrógeno total en 70%, 47% de fósforo total y 72% de clorofila de la concentración inicial. Estos resultados indican que la mayoría del nitrógeno en los efluentes está asociado con la presencia de fitoplancton y bacterias.

El tratamiento con ostras, se ve beneficiado si previamente existe una sedimentación de partículas suspendidas, porque se produce un incremento en la concentración de partículas orgánicas (23-31%) siendo esto más atractivo para las ostras, ya que asimilan mejor y mayor cantidad de nutrientes. Observándose que con la utilización de ostras se reduce la concentración de nitrógeno total en 28% y fósforo total en 14% de la concentración inicial de los efluentes. Destacándose el hecho de que estos organismos son capaces de remover más nitrógeno del que excretan. Dame *et al.* (1989) opinan que probablemente las ostras al momento de la filtración no discriminan entre fitoplancton y otras partículas además de bacterias y detritos. Las ostras, en particular, tienen la capacidad de asimilar fosfatos directamente de la columna para el metabolismo de carbohidratos y transferencia de energía.

En el estudio con el uso de macroalgas se observó que éstas necesitan más tiempo del que requieren las ostras para captar amonio, nitratos y fosfatos, pero los asimilan eficientemente, lo cual se demuestra por la reducción significativa de los valores de éstos al final del tratamiento. La remoción de partículas de nutrientes especialmente (nitratos) se ve favorecida con el incremento de la luz solar, ya que se acelera el proceso de fotosíntesis, todo esto favoreciendo la actuación filtradora de la macroalga dentro de la columna de agua.

Comparación de tres métodos de filtración de los efluentes de piscinas camaronera

Mediciones	Sedimentación		Filtración/ostras		Absorción/ macroalgal	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Clorofil	180 µg/l	130 µg/l	130 µg/l	11 µg/l	11 µg/l	1,5 µg/l
Sólidos suspendidos	0,60 g/l	0,17 g/l	0,17 g/l	0,02 g/l	0,02 g/l	0,02 g/l
Contenido orgánico	23%	31%	31%	24%	24%	24%
Bacterias	19 x 10 ¹⁰	19 x 10 ¹⁰	19 x 10 ¹⁰	6 x 10 ¹⁰	19 x 10 ¹⁰	19 x 10 ¹⁰
Oxígeno disuelto (aireación)	6,3 mg/l	2,6 mg/l	2,6 mg/l	6,3 mg/l	6,3 mg/l	7 mg/l
Nitrógeno total	290 µmol/h	205 µmol/h	205 µmol/h	138 µmol/h	138 µmol/h	81 µmol/h
Fósforo total	21 µmol/h	9,7 µmol/h	9,7 µmol/h	6,1 µmol/h	6,1 µmol/h	2,9 µmol/h
Amonio	1,7 µmol/h	18 µmol/h	18 µmol/h	51 µmol/h	51 µmol/h	1,3 µmol/h
Nitratos-nitritos	1,0 µmol/h	1,0 µmol/h	1,0 µmol/h	13 µmol/h	13 µmol/h	0,3 µmol/h
Fosfatos	0,5 µmol/h	0,5 µmol/h	0,5 µmol/h	3,3 µmol/h	3,3 µmol/h	0,16 µmol/h

Fuente: Jones *et al.* 2001.

Bibliografía consultada

- Jones, A. B.; Dennison, W. C.; Preston, N. P. 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. *Aquaculture* no. 193:155-178.
- Jones, A. B.; Preston, N. P. 1999. Oyster filtration of shrimp farm effluent, the effects on water quality. *Aquaculture. Res.* 30:51-57.
- Schulte, E. H. 1975. Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. *Marine Biology* 30:331-341.
- Shpigel, M.; Neori, A.; Popper, D. M.; Gordin, H. 1993. A proposed model for "environmentally clean" land-based culture of fish. Bivalves and seaweeds. *Aquaculture* 117. 115-128.
- Walne, P. 1985. Cultivo de moluscos bivalvos: 50 años de experiencia en Conmway. Editorial Acribia, Zaragoza, España. p. 200.
- Welch, A. 1979. Ciencias biológicas de las moléculas del hombre. Ediciones Continental. México, p. 970.
- Ziemann, D. A.; Walsh, W. A.; Saphore, E. G.; Fulton-Bennet, K. 1992. A survey of water quality characteristics of effluent from Hawaiian aquaculture facilities, *J. World Aquaculture. Soc.* 23, 180-191.

Caña de azúcar

Revista Científica Semestra



Inventario de enfermedades de cultivo en el estado Barinas

Nancy Contreras
Manuel S. Fernández
María Navas
Novis Moreno



Riego por tubería a presión

Manuel Wagner

