

TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE LA ACUICULTURA

(Extraído y resumido de EMBRAPA. Autores: M. Guerra Moura e Silva y otros, 2013).

Desafíos ambientales: Para lograr la expansión de la actividad de acuicultura y que esta se desarrolle sobre bases ambientalmente sustentables, se deben realizar mayores investigaciones en consideración a los sistemas más eficientes, desde el punto de vista del uso del agua y producción de menores impactos ambientales. La validación de tecnologías innovadoras es importante para asegurar el desarrollo sustentable de la acuicultura, sobre la base de las Buenas Prácticas de Manejo (BPM) y partiendo de la premisa de que gran parte de los impactos ambientales pueden evitarse o minimizarse con el empleo de dichas prácticas voluntarias.

Los métodos de producción en acuicultura se han ido intensificando en respuesta al aumento de la demanda de productos de este origen. Por ejemplo, si la intensificación de la producción de peces, es manejada de modo inadecuada, se puede llegar a generar un impacto ambiental en términos de generación de desechos y uso del agua. Una alternativa, cada vez más presente, para minimizar los impactos ambientales producidos por esta actividad, es proceder a la reutilización del agua; racionalizando este recurso natural, esencial y cada vez más escaso, en términos cualitativos.

Según Valenti (2002), la acuicultura moderna está basada en tres componentes: producción rentable, preservación del ambiente y desarrollo social. Así, para que la actividad se establezca, es preciso que algunas condiciones ambientales sean respetadas y que la producción de los organismos acuáticos sea ejercida dentro de los parámetros de calidad de agua específicos para la legislación de cada país. Dentro de los impactos potenciales, se destaca la elevada cantidad de materia orgánica y nutrientes (como fósforo y nitrógeno) en los efluentes, que podrían comprometer la calidad del agua de los cursos que los reciben (arroyo, ríos u otros cuerpos de agua).

En sistemas de producción tradicionales (estanques excavados), el aporte significativo de nutrientes y materia orgánica de las raciones alimentarias, podría determinar un exceso de fitoplancton, una baja concentración de oxígeno disuelto, una alta concentración de amoníaco o condiciones no satisfactorias en el sedimento de los fondos (además se produce aporte de material originado en la erosión de los taludes de los estanques) y también altas concentraciones de sólidos en suspensión en el agua. Las raciones de alimentos ofrecidos y no consumidas, sumado a las heces de los propios peces, contribuyen al aumento de la concentración de fósforo y nitrógeno presentes en el agua (la eliminación de estos elementos, se realiza a través de las branquias y heces de los animales). Dichos elementos, pueden ser los principales contaminantes en las aguas naturales que reciben los efluentes que provienen de la acuicultura, principalmente cuando se trata de sistemas de producción semi-intensivos o intensivos.

Calidad del agua: en un estanque de piscicultura o de cultivo de otro organismo acuático, la calidad del agua, es el resultado de la fuente que la abastece, las características del suelo que atraviesa, el clima, la introducción de raciones alimentarias; sumado a la densidad de organismos, las interacciones físicas, químicas, así como biológicas y todas estas variables otorgan características complejas y dinámicas. Los factores físicos, químicos y biológicos son influenciados por aspectos geomorfológicos y climáticos, que a su vez, son influenciados por la morfometría (forma y dimensión) de los estanques. Dentro de los principales parámetros de calidad del agua monitoreados en acuicultura, se destacan la transparencia, el pH, la alcalinidad, el oxígeno disuelto, la conductividad eléctrica, la temperatura, los nutrientes (nitrógeno y fósforo), así como la clorofila.

El fósforo es el elemento que presenta mayor dificultad para ser retirado del sistema. Por lo tanto, se deben evitar sus elevadas concentraciones de este elemento, dentro de un sistema de producción.

El conocimiento de los valores de digestibilidad, de la energía y de los nutrientes contenidos en el alimento ofrecido, es fundamental para la formulación de las raciones y su uso. Cuando la digestibilidad es baja, puede resultar un aumento de heces de los organismos, sumado a sobras de la ración en el agua, deteriorando así su calidad. Sus causas pueden estar ocasionadas por:

- a) alimento de baja calidad, con alto % de afrecho en la ración;
- b) inadecuado manejo de la alimentación (poca oferta o exceso);
- c) alimento no apropiado (para la fase de crecimiento o la especie de organismo a producir) y
- d) raciones no balanceadas.

El manejo correcto de la alimentación es fundamental en acuicultura y relacionado directamente con la calidad del agua. Un exceso de la misma, o el uso de raciones no balanceadas, reducen la absorción de los nutrientes desde los organismos y producen un exceso de materia orgánica y de aquellos, inclusive. Ello incide sobre la calidad del medio acuoso, agua, con aumento del fitoplancton, reducción de la transparencia y del oxígeno disuelto, que ocasionará niveles críticos al amanecer, comprometiendo así la salud de los organismos. La bibliografía indica que entre el 25 y 30% del nitrógeno y el fósforo ofrecido en dietas y fertilizantes utilizados, será aporreado en la formación e la biomasa de los organismos; mientras que el restante será retenido por el sedimento en los estanques o eliminado a los efluentes.

Sistemas de Producción: la producción de organismos acuáticos puede obtenerse a partir de diferentes sistemas, caracterizados principalmente por el manejo empleado, los tipos de alimentación y las densidades sembradas para la obtención de las distintas productividades. La limitación en el abastecimiento de agua y la creciente preocupación por el cuidado del ambiente, han modificado, a través del tiempo, las formas en que se practica la acuicultura. Un método de producción como el que utiliza estanques excavados en tierra apropiada, con agregado de fertilización orgánica para aumentar la producción primaria y ofrecer alimento para los organismos, estará comprometiendo al efluente desechado. Los sistemas de flujo continuo (como los raceways para cultivo de truchas), presentan restricciones desde el punto de vista económico, ya que además de utilizar grandes volúmenes de agua, generan una gran carga contaminante en sus efluentes debido a las altas densidades de siembra empleada.

Sistemas de tratamiento natural: los métodos de tratamiento de efluentes deben acompañar el crecimiento de la acuicultura, ser de bajo costo y de fácil operación. La operación de cultivo de peces u otros organismos acuáticos, debe realizarse con generación de efluentes que se encuentren en niveles aceptables para el ambiente donde ellos se viertan.

Algunos sistemas naturales de tratamiento de efluentes, son:

- aplicación de afluentes en los suelos por medio de irrigación;
- áreas anegadas naturales (pantanosas) o construidas especialmente, tipo lagunas y
- acuicultura con producción de biomasa vegetal incorporada y/o animal (sistemas acuapónicos)

Existe un gran número de métodos físicos, químicos y biológicos utilizados como tratamiento convencional de efluentes para sistemas de acuicultura. La remoción de los sólidos (desechos) es acompañado por sedimentación, filtración por arena o filtración mecánica. Los procesos biológicos (biofiltros sumergidos, discos biológicos y lechos fluidizados) se emplean para la oxidación de la materia orgánica, la nitrificación o desnitrificación. Estos métodos auxilian a la remoción de fósforo, a través de la absorción por las macrófitas (plantas superiores). En 2010, Piedade, verificó una media de remoción de fósforo por *Thypha sp.* del 10,6 %, por eso, uno de los sistemas simples, constituye la creación de cuerpos de agua con implantación de macrófitas.

Biofiltros: la eficiencia en la reducción de la concentración de sustancias contaminantes o indeseables, dependerá directamente de la composición del filtro biológico o biofiltros empleado. Para que un sistema de tratamiento de agua proveniente de la acuicultura funcione adecuadamente, el biofiltro deberá ser correctamente dimensionado conforme la cantidad de carga orgánica a ser tratada. Además, la condición aeróbica debe ser siempre monitoreada y mantenida, para que las bacterias que finalmente se fijan al sustrato, puedan desempeñar con eficacia el proceso de nitrificación. Algunos requisitos básicos para que el sistema funcione adecuadamente son: ser biológico y químicamente inerte, poseer una gran área específica, posibilitar la colonización por microorganismos y algas, presentar un formato achatado, ser de costo reducido y fácil obtención.

Lo más utilizado en este tipo de filtros, son los guijarros de 6 mm y otras piedras de 150 mm o la combinación de tamaños, de entre 13 a 38 mm de rocas duras, resistentes y capaces de mantener la

forma y la permeabilidad del lecho durante un tiempo prolongado. Otra composición bastante empleada, es la arena como suelo. Numerosos estudios, han demostrado que materiales de bajo costo y fáciles de conseguir en el mercado son eficientes en la remoción de la materia orgánica, lo que posibilita el empleo de cuerpos de agua construidos en las propiedades rurales grandes o pequeñas, permitiendo el tratamiento de los efluentes originados en pisciculturas.

Cuerpos de agua artificiales: Se refiere a sistemas de tratamiento basado en áreas anegadas, denominadas también "humedales construidos", que pueden también ser naturales, de tipo pantanoso, charcos, que cuando tienen carácter artificial, son proyectados para utilizarse con plantas acuáticas (macrófitas) en sustratos con arena, grava, guijarros partidos u otro material inerte donde se produzca la proliferación de "biofilms" que agregan variadas poblaciones de microorganismos, los que por medio de procesos biológicos, químicos y físicos tratan los efluentes (Sousa et al., 2004). Se pueden considerar como "filtros biológicos" a aquellos en los que los microorganismos aeróbicos y anaeróbicos, fijos a una superficie del sustrato y en asociación a las raíces y partes sumergidas de las plantas acuáticas, producen reacciones de purificación del efluente, generando así, un ambiente favorable para el desarrollo de la vida. La diferencia entre cuerpos de aguas artificiales y naturales consiste en que, en los primeros se puede mantener el nivel de agua en forma estable, mientras que los segundos pueden mostrar gran variabilidad en cuando a su llenado y los organismos que viven en ellos son más susceptibles a las variaciones del flujo de agua. Dichos cuerpos de agua, utilizan además materiales alternativos de bajo costo, reduciendo los gastos de implementación y mantenimiento y proporcionando un proceso de tratamiento eficiente y accesible para pequeñas comunidades rurales de bajos recursos y aisladas.

Sistemas de Recirculación de Agua: esos sistemas posibilitan el aumento de la producción con un mayor aprovechamiento del agua. Este tipo de sistema de producción está creciendo en el mundo, tratándose de un sistema cerrado que permite a los productores controlar las condiciones ambientales durante todo el año. Esta tecnología permite la producción de organismos acuáticos con liberación mínima de efluentes y un pequeño recambio de agua, de cerca del 5% del volumen total por día, previendo la vaporación. El agua es reutilizada después de un tratamiento mecánico (guijarros, arcilla expandida, etc.) o biológico (por medio de bacterias). Es una alternativa para reducir la necesidad de agua, energía y emisión de nutrientes al ambiente. El uso de agua se reduce de varios m³ por kilo de producto en los sistemas abiertos, a menos de 100 litros, en estos sistemas cerrados. Sin embargo, los componentes de un sistema cerrado, como los tanques de cultivo, decantadores, filtros y biofiltros, sistemas de aireación/oxigenación, de bombas y tabuladores de drenaje o retorno y otras unidades, hacen que dentro de sus mayores desventajas figuren los altos costos asociados a la construcción, operación y exigencia de mano de obra calificada. Al utilizar altas densidades de animales por tanque, los cuidados deberán ser mayores, con constante observación sobre la alimentación y el control de nitritos. El gasto de energía, por otra parte, es mayor en 1,4 a 1,8 veces versus los sistemas abiertos. A pesar de las numerosas ventajas que muestran estos sistemas, el tratamiento del amoníaco y de los nitritos es una cuestión central dentro de sus desventajas.

Se recomienda leer en forma completa el trabajo publicado por Embrapa, para entender con mayor capacidad los sistemas de tratamientos existentes para efluentes de la acuicultura como protección del ambiente.