

---

## Calidad de agua para el cultivo de Tilapia en tanques de geomembrana

Juan Carlos. Bautista Covarrubias<sup>1</sup>  
y Javier Marcial de Jesús Ruiz Velazco Arce<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dirección de Fortalecimiento a la Investigación,  
Universidad Autónoma de Nayarit, México

La acuicultura se refiere al cultivo de organismos acuáticos, animales y vegetales, que cumplen su ciclo de vida total o parcialmente en el agua a través de diferentes sistemas y técnicas. Dichos cultivos son generalmente destinados al consumo humano, esparcimiento, conservación y repoblamiento de ambientes naturales, en este último caso, para especies nativas. El cultivo de peces es una alternativa que los productores han incorporado a sus sistemas productivos, con el objeto de diversificar su producción.

El agua es el constituyente más importante del organismo humano y del mundo en el que vivimos. Tiene una gran influencia en los procesos bioquímicos que ocurren en la naturaleza. Esta influencia no solo se debe a sus propiedades fisicoquímicas como molécula bipolar sino también, a los constituyentes orgánicos e inorgánicos que se encuentran en ella.

Se considera que el agua es un solvente universal, debido a que es capaz de disolver o dispersar la mayoría de sustancias con las que tiene contacto, sean estas sólidas, líquidas o gaseosas, y de formar con ellas iones, complejos solubles e insolubles, coloides o simplemente partículas dispersas de diferente tamaño y peso.

La calidad del agua es una condición general que permite que el agua se emplee para usos concretos. Esta calidad es determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua a que se refiera. Las características hidrológicas son importantes ya que indican el origen, cantidad del agua y el tiempo de permanencia. Estas condiciones tienen relevancia ya que, según los tipos de sustratos por los que viaja el agua, ésta se cargará de

sales en función de la composición y la solubilidad de los materiales de dicho sustrato. La cantidad y la temperatura también son importantes a la hora de analizar las causas que concurren para que el agua presente una calidad u otra para un uso en concreto.

En el cultivo de peces se menciona que el crecimiento de los mismos depende en gran parte de la calidad del agua; por lo que para lograr una buena producción, es necesario mantener las condiciones físico-químicas del agua dentro de los límites de tolerancia para la especie a cultivar. En algunos estudios se reporta que la concentración de minerales influye principalmente en la calidad del agua y los peces se ven afectados a nivel de branquias reduciendo su capacidad respiratoria y metabólica, provocando lento crecimiento que se expresa en bajos rendimientos.

La presencia de sustancias químicas y biológicas disueltas e insolubles en el agua (que pueden ser de origen natural o antropogénico) define su composición física y química. El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria.

Para decidir si un agua califica para un propósito particular menciona que su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial. Las principales

---

características fisicoquímicas y biológicas que definen la calidad del agua para el cultivo de peces, el origen de los constituyentes, su importancia en la salud, la relación con los principales procesos de tratamiento y los límites de concentración establecidos por las normas de calidad del agua, se tratan a continuación.

#### Características físicas

De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud y a la Organización Mundial de la Salud, se consideran importantes las siguientes:

Las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista y olfato), tienen directa incidencia sobre la aceptabilidad del agua (turbiedad, color, olor y sabor, temperatura).

**Turbiedad:** La turbiedad es originada por las partículas en suspensión o coloides (arcillas, tierra finamente dividida, etcétera). La turbiedad es causada por las partículas que forman los sistemas coloidales; es decir, aquellas que por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua.

**Color:** Esta característica del agua puede estar ligada a la turbiedad o presentarse independientemente de ella. Aún no es posible establecer las estructuras químicas fundamentales de las especies responsables del color. Esta característica del agua se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácidos húmicos y ácidos grasos. Se considera que el color natural del agua, excluyendo el que resulta de descargas industriales, puede originarse por las siguientes causas; la extracción acuosa de sustancias de origen vegetal, la descomposición de la materia, la materia orgánica del suelo, la presencia de hierro, manganeso y otros compuestos metálicos y una combinación de los procesos descritos.

**Olor y Sabor:** El sabor y el olor están estrechamente relacionados; por eso es común decir que “a lo que huele, sabe el agua”. En términos prácticos, la falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. Por otra parte, la presencia de olor, puede indicar una acción séptica de compuestos orgánicos en el agua. Las sustancias genera-

doras de olor y sabor en aguas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas o provenir de descargas de desechos industriales.

**Temperatura:** Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, pueden hacer que la temperatura del agua varíe continuamente.

#### Características químicas de iones presentes en el agua

**Amonio:** Es el producto final de la reducción de las sustancias orgánicas e inorgánicas nitrogenadas y debe su origen a los siguientes factores: El nitrógeno atmosférico, por fijación química, Las proteínas animales o vegetales, por putrefacción mediante acción bacteriana y la reducción de nitritos.

El amoniaco o ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se encuentra en cantidades notables cuando el medio es fuertemente reductor. En un medio oxidante, el ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) se transforma en nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ). Se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. Cuando su concentración es mayor de  $0,1 \text{ mgL}^{-1}$ , podría constituirse como un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas o industriales. El amoniaco en las aguas residuales es producido en su mayor parte por la eliminación de compuestos que tienen nitrógeno orgánico y por la hidrólisis de la urea. En casos menos frecuentes, se puede producir por reducción de nitratos en condiciones anaeróbicas. El amoniaco es un nutriente para microorganismos y algas en los sistemas de distribución, su presencia en el agua favorece la multiplicación de estos.

**Nitratos y Nitritos:** La concentración de nitratos en el agua subterránea es un tópico común de muchas discusiones acerca de la calidad del agua, ya que es de importancia tanto para humanos como para animales. Debido a sus propiedades físicas, no pueden olerse ni sentirse y su presencia en concentraciones potencialmente peligrosas, es detectada cuando se manifiesta un problema de salud

---

en organismos de cultivo. Niveles de nitrato entre 0 y 40 ppm son generalmente seguros para los peces. Cualquier valor superior a 80 ppm puede ser tóxico. A menudo es difícil precisar el origen de un alto contenido de nitratos, debido a que puede provenir de muchas fuentes. La entrada de los nitratos a las aguas subterráneas es un resultado de procesos naturales y del efecto directo o indirecto de las actividades humanas. Los procesos naturales incluyen la precipitación, el constante movimiento de los minerales y descomposición de la materia orgánica. Niveles de nitritos superiores a 0,75 ppm en el agua pueden provocar estrés en peces y mayores de 5 ppm pueden ser tóxicos

Oxígeno: Durante la época seca, el caudal de un río disminuye, por lo que también lo hace la cantidad total de oxígeno disponible y, por tanto, el consumo de este por los seres vivientes acuáticos aumenta por unidad de volumen, asimismo la temperatura influye en relación inversa con el oxígeno. Por esa situación, no es extraño que haya grandes diferencias de oxígeno disuelto entre el verano y el invierno. En el cultivo es recomendable que la cantidad de oxígeno no sea menor a 5 ppm.

pH: Es una variable básica que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua. Esta variable tiene mucha influencia en una serie de reacciones que ocurren en el agua. Dentro de la calidad del agua el pH interviene determinando si un cuerpo de agua es dura o blanda, es decir, evalúa los niveles de carbonatos presentes para el desarrollo del cultivo de una especie acuícola.

La tilapia es un pez nativo de África que ha sido introducido a muchos países del mundo (Figura1). Es resistente a enfermedades, se reproduce con facilidad, consume una gran variedad de alimentos y tolera aguas con variabilidad significativa de pH y bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Comúnmente, es cultivada en estanques, jaulas y arrozales inundados. La mayoría de las especies de tilapia pueden crecer en aguas salobres y algunas se adaptan al agua de mar. Todas estas características hacen que la tilapia sea una especie de cultivo apta en la mayoría de los países en vía de desarrollo. Para cultivar tilapia es importante que las propiedades fisicoquímicas del agua se mantengan dentro de los parámetros óptimos para garantizar el desarrollo de los peces.



Figura 1. Tilapia Oreochromis mossambicus.

Dado que las principales fuentes de agua para el cultivo de peces son de origen superficial y la contaminación de los recursos hídricos superficiales son un problema, puesto

que se usan como destino final de residuos domésticos e industriales. Se ha considerado que dichas descargas son las principales responsables de la alteración de la calidad

---

de las aguas naturales, que en algunos casos llegan a estar tan contaminadas, que su utilización resulta muy difícil y costosa.

Debido a la amplia gama de contaminantes, a los diferentes niveles de contaminación, así como a la cinética química de las sustancias, elementos, materia orgánica y microorganismos que se incorporan en el cuerpo de agua, es indispensable conocer las características físicas, químicas

y biológicas del agua antes de seleccionarla como fuente de agua para el cultivo de especies acuáticas. Sin embargo, el uso de estanques de geomembrana (Figura 2) y agua de manantial en el cultivo garantizan que en los peces no se presenten enfermedades y por consiguiente, el producto sea de buena calidad para los consumidores. Por otro lado, representa ventajas en cuanto a un menor desperdicio de alimento, fácil cosecha y manejo del cultivo.



Figura 2. Estanque de geomembrana.

Esta práctica es una de las actividades que a nivel productivo, ha tenido un mayor crecimiento económico a nivel nacional, en el ámbito agropecuario; además, de ser una alternativa de producción que brinda resultados, a mediano plazo (6 meses) y que garantiza la inversión de los productores, y representa una alternativa de crecimiento económico individual, local y regional.

#### Conclusión

La calidad de agua en los sistemas de cultivo favorece una mayor remuneración al productor. Sin embargo, una mala calidad representa un riesgo de gran importancia

para la salud de los organismos que se cultivan, así como en las personas que lo consumen. Los problemas actuales de contaminación que se presentan en aguas continentales, pueden afectar a los organismos con alteraciones genéticas, susceptibilidad a enfermedades, bioconcentración de plaguicidas y metales pesados. El uso de estanques geomembranas para el cultivo de peces y el agua procedente de manantial, garantiza un producto de calidad para el consumo y por consiguiente debe de representar un mayor precio en su venta.

---

## Bibliografía

Barrenechea, M. A (2000). Manual I:

Teoría Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua México. P. 56.

Iturriaga, J.N (1994). El agua y sus senderos. Comisión Nacional de Agua, Primera Edición. pp.142.

Camacho, B. E; Luna R. C; Moreno R. M. A (2000). Guía para el cultivo de Tilapia. Ed. SEMARNAP. México. pp.136.

## Datos de los autores:

M en C. Juan Carlos Bautista Covarrubias  
Dirección de Fortalecimiento a la Investigación  
Universidad Autónoma de Nayarit, México  
E mail: [juanb@nayar.uan.mx](mailto:juanb@nayar.uan.mx)

C. a Dr. Javier Marcial de Jesús Ruiz Velazco Arce  
Dirección de Fortalecimiento a la Investigación  
Universidad Autónoma de Nayarit, México  
Email: [marcialj@nayar.uan.mx](mailto:marcialj@nayar.uan.mx)