



# Sistemas de Recirculación en Tanques. Cuarta Parte.

WWW.FIXINGENIERIA.COM



Thomas M. Losordo <sup>(1)</sup>,  
Michael Masser <sup>(2)</sup> y  
James Rakocy <sup>(3)</sup>

(1) Universidad Estatal  
de Carolina del Norte

(2) Universidad de  
Auburn

(3) Universidad de las  
Islas Vírgenes

*Traducción al español por FIX  
ingeniería para fines  
educativos únicamente.*

## Consideraciones respecto al Nitrógeno

El Total de Amonio Nitrógeno (TAN) conformado por amonio de-ionizado ( $\text{NH}_3$ ) y amonio ionizado ( $\text{NH}_4^+$ )

Es un sub producto del metabolismo de la proteína. TAN es excluido de las agallas de los peces al momento que asimilan el alimento y se produce cuando la bacteria descompone los sólidos de desperdicio orgánico en el sistema.

La forma deionizada de amonio nitrógeno es extremadamente toxico para la mayoría de los peces. La fracción de TAN en forma deionizada depende del PH y la temperatura del agua. A un pH de 7/0 la mayoría del TAN se encuentra en forma ionizada mientras que a un pH de 8/0 la mayoría está en forma deionizada.

Mientras que las concentraciones letales de amonio nitrógeno para la mayoría de las especies ha sido establecida los efectos subletales de amonio nitrógeno no se ha definido correctamente. La reducción en los rangos de crecimiento puede ser el más importante efecto subletal. En general la concentración de amonio nitrógeno deionizada en los tanques no deberá exceder el 0.05mg/L.

Nitrito-nitrógeno ( $\text{NO}_2^-$ ) es un producto de la oxidación de amonio nitrógeno. Las Bacterias Nitrificantes (Nitrosomas) en el sistema de producción utilizan amonio nitrógeno como fuente de energía para generar y producir nitrito nitrógeno como sub producto. Estas bacterias son la base de la filtración biológica. La bacteria nitrificante crece en la superficie del biofiltros aunque todos los componentes de los tanques de producción tendrán bacteria nitrificante presente en cierta medida.

Mientras que el nitrito nitrógeno no es toxico como el amonio nitrógeno es dañino a especies acuáticas y debe removerse del tanque. Las concentraciones de Nitrito Nitrógeno no deberán exceder 0.5 mg/L por largos periodos de tiempo. Afortunadamente la bacteria Nitrobacter que también está presente en muchos filtros biológicos utilizan nitrito nitrógeno como fuente de energía y produce nitrato como sub producto.

Los nitratos generalmente no son grandes problemas para al acuicultor. Los estudios han mostrado que las especies acuáticas pueden tolerar niveles extremos de nitrato nitrógeno (> 100mg/L) en sistemas de producción. Las concentraciones de nitrato nitrógeno generalmente no alcanzan dichos niveles de sistemas de recirculación. El nitrato nitrógeno es extraído durante operaciones de mantenimiento o cuando la desnitrificación se produce en un componente del sistema de tratamiento, como un tanque de sedimentación.

La desnitrificación se debe principalmente al metabolismo del nitrato nitrógeno por bacterias anaeróbicas produciendo gas de nitrógeno que se elimina a la atmosfera durante el proceso de aireación.

---

## Control de Nitrógeno

El control de la concentración de Amonio Nitrógeno deionizado ( $\text{NH}_3$ ) en el tanque de cultivo es el primer objetivo en el diseño de sistema de recirculación. La cantidad de Amonio Nitrógeno debe ser removida del tanque de cultivo a un rango igual que el rango de producción para mantener una concentración segura. Mientras existen un numero de tecnologías disponibles para remover amonio nitrógeno del agua incluyendo los de extracción con aire, intercambio de iones y filtración biológica, la filtración biológica es utilizado ampliamente. En la filtración biológica (también referida como biofiltración) un sustrato con una larga superficie se proporciona para la adhesión y crecimiento de la Bacteria Nitrificante. Como se ha mencionado anteriormente Amonio y Nitrito Nitrógeno en la corriente de reciclado se oxidan a Nitrito y Nitrato Nitrógeno por Bacterias Nitrosomas y Nitrobacter respectivamente.

Grava, arena, camas de plástico, arillos de plástico y platos de plástico son usados comúnmente como sustratos en la biofiltración. La configuración del sustrato y la forma en la cual se pone en contacto con el agua de desperdicio define las características de tratamiento del agua de la unidad de filtrado biológico.

Las configuraciones mayormente utilizadas para filtros biológicos incluyen los rotores biológicos (RBC), filtros empacados y filtros expandibles.

## Consideraciones de pH y alcalinidad

El pH es una medida de la concentración del ión de Hidrogeno ( $\text{H}^+$ ) en el agua e indica el grado de acidez o basicidad del agua. El pH del agua afecta el estado de otros parámetros de calidad del agua y los rangos de muchos procesos biológicos y químicos. Como tal el pH es considerado un parámetro importante para monitorear y controlar en sistemas de recirculación en acuicultura.

La alcalinidad es una medida de la capacidad del agua para neutralizar la acidez (iones de hidrogeno). El Bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) y el Carbonato ( $\text{CO}_3^-$ ) son las bases predominantes de la fuente de alcalinidad en la mayoría de las aguas. Las aguas con alta alcalinidad tienden a ser mas fuertes frente al cambio de pH que aquellas con baja alcalinidad.

La vitrificación es un proceso que produce ácido. Como el Amonio Nitrógeno se transforma a Nitrato Nitrógeno por bacterias nitrificantes se producen igualmente iones de Hidrógeno. Los iones de Hidrogeno se combinan con las bases tales como hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), Carbonatos y Bicarbonatos. La alcalinidad se consume y el pH tiende a bajar. Los niveles de pH debajo de 4.5 son peligrosos para los peces y debajo de 7.0 reducirá la actividad de la bacteria nitrificante. Si la fuente del agua para un sistema de recirculación es bajo en alcalinidad entonces la alcalinidad y el pH deberán ser monitoreados y la alcalinidad deberá mantenerse agregando bases.

---

---

## Consideraciones para el gas disuelto

A pesar de que la acumulación de Amonio Nitrógeno es un factor limitante en un sistema de recirculación, mantener los niveles adecuados de oxígeno disuelto (DO) en el tanque de cultivo es una parte crítica e importante. Para mantener niveles adecuados en el tanque de cultivo se debe introducir oxígeno en el tanque al mismo ritmo que el rango de consumo por los peces y la bacteria. El rango de consumo de oxígeno disuelto en un sistema de recirculación es difícil de calcular aún así un estimado es esencial para el diseño adecuado del sistema.

El rango total de consumo de oxígeno para un sistema es la suma de la respiración del pez, la demanda de oxígeno de la bacteria para descomponer desperdicios orgánicos y alimento no consumido (también conocido como Demanda de Oxígeno Bioquímico BOD) y la demanda de oxígeno de la Bacteria nitrificante en el filtro. Una regla de oro es que por cada libra de alimento agregado al tanque de cultivo se consumen aproximadamente 0.25 libras de oxígeno. El Dióxido de Carbono es un subproducto de la respiración del pez y la bacteria y se puede acumular en los sistemas de recirculación. Elevadas concentraciones de Dióxido de Carbono en el tanque de cultivo no son tóxicas a los peces cuando hay suficiente Oxígeno Disuelto presente. Sin embargo para la mayoría de las especies las concentraciones libres de Dióxido de Carbono deberán mantenerse por debajo de 20 mg/L para mantener condiciones de crecimiento adecuado.

La acumulación de Nitrógeno disuelto es raramente un problema en sistemas de cultivo de agua caliente. Sin embargo se debe tener precaución cuando se utilizan sistemas de aireación presurizada o sistemas de oxigenación ya que el nitrógeno atmosférico puede supersaturarse en el agua. Algunos organismos acuáticos sujetos a elevadas concentraciones de Nitrógeno disuelto pueden desarrollar problemas con "burbujas de gas" en sus sistemas circulatorios y morir.

---