

El desafío del smolt XL

Por David Owen, Blue-Unit



David Owen es australiano, con educación en biología y economía agrícola, y con unos 20 años de experiencia internacional en diseño y gestión de pisciculturas. En el 2009 David fundó Blue-Unit en Dinamarca, una consultoría especializada en gestión de la calidad del agua en pisciculturas con base en tierra. Blue-Unit cree que si un piscicultor quiere maximizar la rapidez y calidad de las decisiones de gestión se necesita confiar en buenas mediciones de la calidad del agua y combinarlas con rapidez con otros datos útiles de la piscicultura. Para mayor información, vea blue-unit.com



En muchas regiones productoras de salmón, existen importantes ventajas en el hecho de producir smolts de mayor tamaño para transferirlos a centros de engorda. Por ejemplo, en lugares afectados por el piojo de mar, un smolt más grande podría alcanzar un tamaño suficientemente grande para ser cosechado justo antes de que comience la siguiente temporada de infección, liberando los recursos destinados al tratamiento. En Chile, se considera que un smolt de 150 g está mejor adaptado al mar y además permite al salmón acortar su ciclo productivo en el mar y aminorar la exposición a agentes patógenos.

Sin embargo, producir smolts más grandes en pisciculturas significa que el sistema de recirculación se vea mucho más forzado, dando a los empleados algunos dolores de cabeza. Entonces, ¿Qué pasa cuando engordamos un lote de smolts mucho más grandes sin ampliar el sistema de recirculación?

Digamos que normalmente engordamos hasta los 100 g nuestros smolts en lotes de 1 millón de individuos en nuestro bien ajustado sistema de recirculación. Pero ahora necesitamos engordarlos hasta los 150 gramos. ¿Qué pasará entonces? Los empleados de la piscicultura pondrán en ello más horas, pero, ¿es posible llevar el sistema de recirculación hasta tal incremento de intensidad?

La figura 1 muestra una vista general de qué podríamos esperar cuando incrementamos la biomasa de cultivo un 50 % más.

Un smolt de 150 gramos consumirá menos alimento, considerado como porcentaje de su propio peso corporal al

día, en comparación con un smolt más pequeño, por lo que podríamos asumir razonablemente un incremento en el aporte de alimento de un 30 %, en vez del 50 % total. Un smolt de 150 gramos tendría también un índice de conversión ligeramente peor que el de 100 gramos, y por lo tanto podría esperarse un aumento en la carga de residuos de un 30-35 %. Esto es completamente cierto en lo que se refiere a los residuos de nitrógeno disuelto (amonio y nitrito), subproductos tóxicos de la actividad biológica.

Sin embargo la experiencia práctica muestra que la demanda de oxígeno y la producción de dióxido de carbono se incrementarían en mucho más del 30 %.

Una intensificación en la carga de gases es el resultado de la acumulación de materia orgánica dentro de un sistema de recirculación forzado.

La acumulación de materia orgánica con su demanda de oxígeno y producción de dióxido de carbono asociada es la dimensión más dura dentro del desafío del smolt XL. Cómo manejemos esto en el sistema de tratamiento del agua, marcará la diferencia entre el éxito y el fracaso.

Un aumento de 500 kg de alimento en el sistema

Permitir a un lote de 1 millón de individuos engordar los 50 gramos extra hasta los 150 gramos en nuestro bien ajustado

Figura 1. Vista general de qué podríamos esperar cuando la biomasa final se incrementa un 50 %

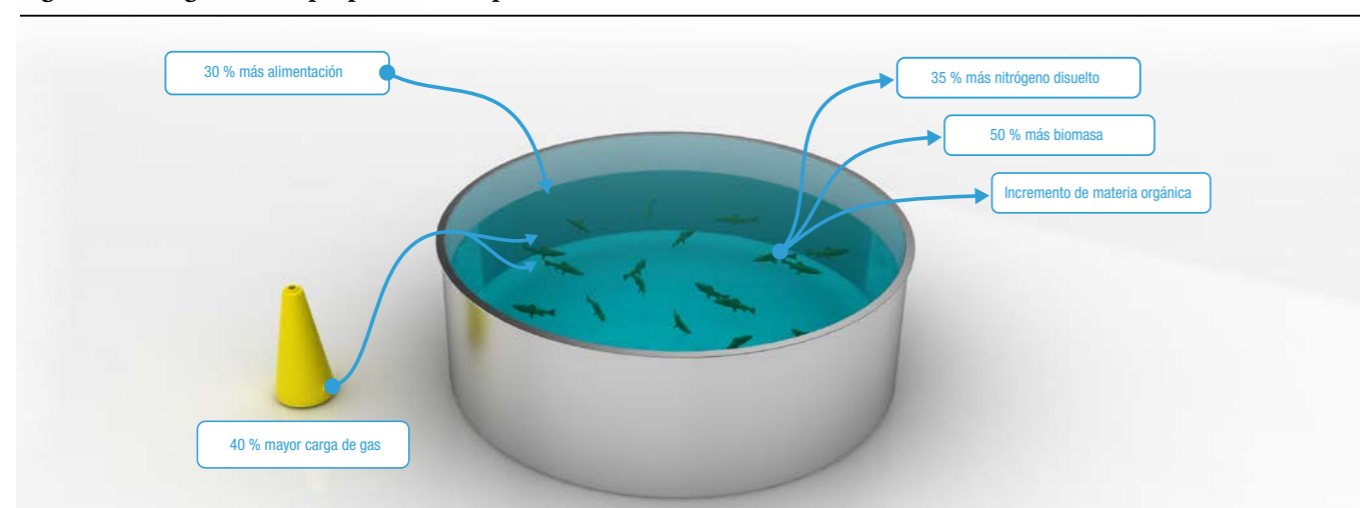
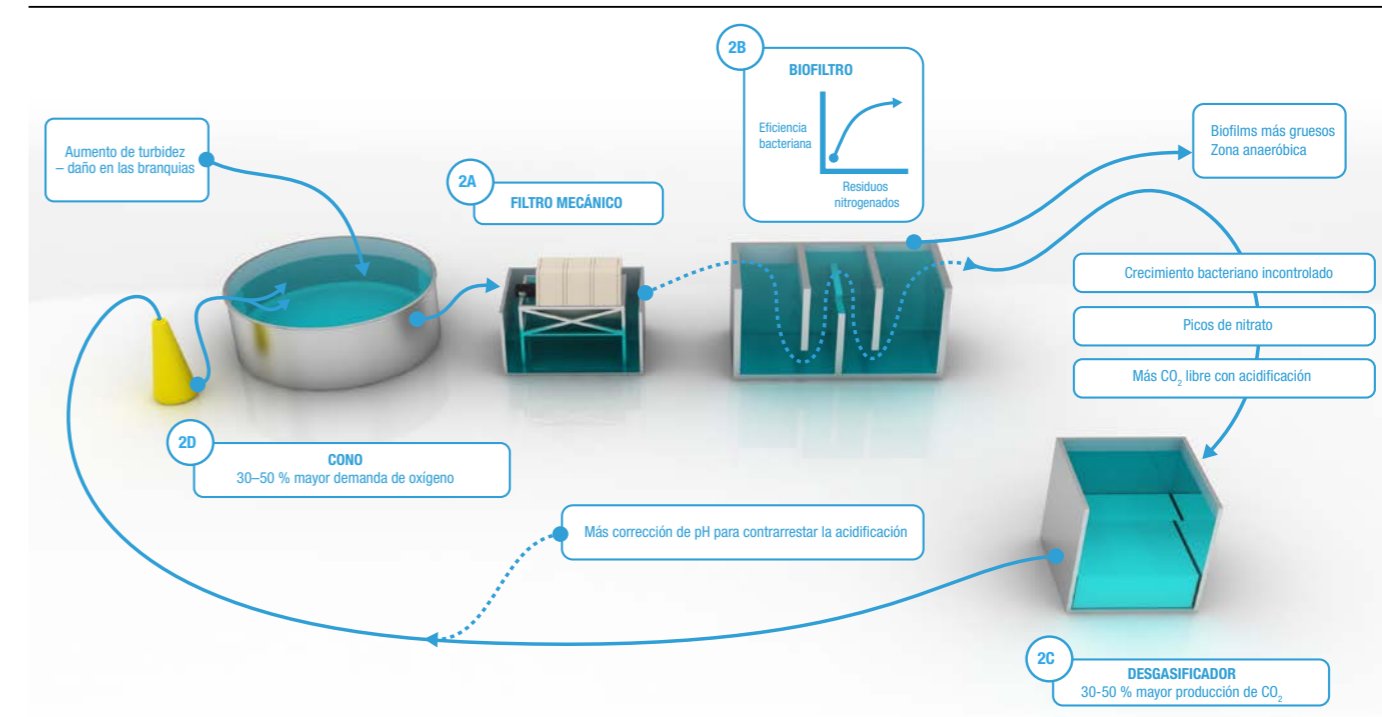


Figura 2. Retos asociados a un incremento en la alimentación del 30 %



sistema de recirculación, significaría alrededor de unos 500 kg de alimento añadidos al sistema de recirculación al final de cada día. Esto es bastante significativo y provoca una “onda de choque” en el sistema. La figura 2 trata de resumir los principales retos en materia de calidad de agua que se generan en nuestra “onda de choque” de 500 kg de alimento.

El agua sale de los estanques de los peces cargada con un 30-35 % más de fecas y residuos de alimento que en los lotes anteriores. Todo esto acaba en un filtro mecánico de capacidad fija que necesita funcionar más duramente y que de repente necesita mucho más mantenimiento. Un filtro de tambor, por ejemplo, podría incluso necesitar un incremento del tamaño de malla, digamos desde 40 micras a 60 micras, que supondría una reducción en la eficiencia de retirada de sólidos de un 30 % (Presentación de Hydrotech).

Los residuos que pasan el filtro mecánico

(Figura 2A) añaden una mayor presión a los filtros biológicos de un sistema de recirculación. Mientras que el aumento de la concentración de residuos nitrogenados realmente incrementa la eficiencia de las bacterias asociadas (Figura 2B) (Zhu y Chen), el exceso de materia orgánica crea espesos biofilms (capa mucosa de bacterias) y zonas anaeróbicas que generalmente reducen la eficiencia bacteriana en la descomposición de residuos. Un biofiltro sobrecargado conduce a un escenario donde las bacterias empiezan a crecer incontroladamente dentro de las tuberías, en las paredes de los tanques y en cualquier superficie disponible, a menudo formando una sustancia viscosa y blanquecina comúnmente llamada en inglés “lamtbails” ó “colas de cordero”.

La materia orgánica añade turbidez al tanque, que daña claramente las branquias de los peces. Esto está a menudo asociado con las alzas de nitrito en el sistema de recirculación. Las bacterias que reducen

estos residuos nitrogenados son las menos robustas del biofiltro y son rápidamente superadas o dañadas por las olas de bacterias heterotróficas que prosperan con la acumulación de materia orgánica.

Aunque las bacterias heterotróficas que prosperan con la acumulación de materia orgánica pueden afectar directamente al rendimiento de los medios de desgasificación obstruyendo el flujo de agua y de aire, el principal problema con estas bacterias de rápido crecimiento, es que generan una demanda de oxígeno significativa y producen dióxido de carbono. Por ejemplo, un incremento en la alimentación del 30 % conduciría a un aumento del 30-35 % en la carga de gas procedente de los peces MÁS un aumento proporcionalmente mayor de la demanda de oxígeno y producción de dióxido de carbono de las bacterias, lo que resulta potencialmente en un 50 % de aumento en la carga total de gas!

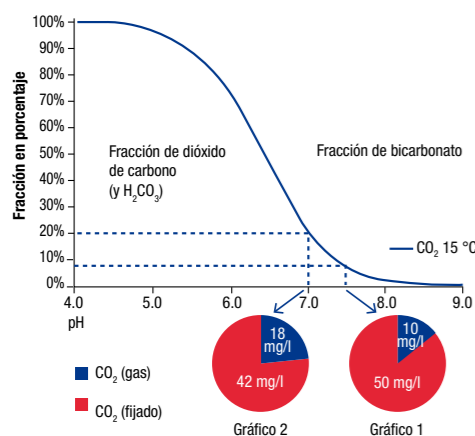
Con niveles mayores de nitrificación (que producen directamente ácido), combinados con la producción añadida de dióxido de carbono (formando un ácido débil¹) se producen niveles significativamente mayores de acidificación en el sistema de recirculación a los niveles de alimentación añadidos. Un pH que disminuye no es en sí mismo un problema ya que puede ser contrarrestado con intercambio de agua y con la dosificación de una base fuerte Ca(OH)₂ (polvo) o NaOH (fluido). Sin embargo el descenso de pH tiene grandes implicaciones en la concentración del dióxido de carbono libre tóxico en forma de gas en el agua. Entender la relación pH/dióxido de carbono libre puede jugar un importante papel desafiando un aumento de 500 kg de alimento.

Desafiando los aumentos de alimento con una mejor gestión

El primer paso para desafiarse un aumento de alimento es innovar para gestionar la acumulación de residuos orgánicos. Los técnicos de cada piscicultura son naturalmente los expertos en trazar la mejor solución para manejar los residuos, que pueden incluir ozono/fraccionamiento de espuma, mejor limpieza del biofiltro, mejor hidrodinámica del tanque o mejoras en el sistema de alimentación.

Como la biomasa crece y la alimentación se incrementa, el aporte de oxígeno no debe ser limitante. En la mayoría de los sistemas de recirculación el aporte de oxígeno tiene normalmente el alcance para cubrir demandas extra de capacidad. Sin

Figura 3. El Sistema Carbonato – distribución del dióxido de carbono a diferentes niveles de pH.



La figura ilustra la fracción de CO₂ gas (y H₂CO₃) a varios niveles de pH y a 15 °C. Esta curva teórica da muy altos niveles de CO₂ libre ya que asume que no hay nada más afectando el valor del pH. La realidad es que (especialmente en agua de mar) hay otros químicos amortiguando el pH, lo cual mueve efectivamente la curva hacia la izquierda.

embargo, si no se analiza antes de seguir adelante con un desafío del smolt XL, se adoptarán con frecuencia medidas ineficientes de aporte de oxígeno (por ejemplo, mayor dependencia de los difusores en los estanques), que terminará con una factura de oxígeno gigante.

El siguiente “cuello de botella” crítico es el dióxido de carbono. La extracción del dióxido de carbono está generalmente limitada a un flujo de agua fijo alrededor del sistema de recirculación, con un único paso al degasificador o a la cámara de aireación.

Cuando el dióxido de carbono es liberado, se disuelve dentro del agua del sistema de recirculación como dióxido de carbono libre en forma de gas (CO₂ libre), bicarbonato y carbonato. La cantidad que permanece como CO₂ libre y la cantidad que se disuelve en agua son fuertemente dependientes del pH (Figura 3).

La suma del CO₂ libre y el fijado como bicarbonato y carbonato es el carbono inorgánico total (o CO₂ total). Si el CO₂ total es 60 mg/L y el pH es 7.1, entonces cerca del 15 % del total de CO₂ es gas CO₂ libre (Figura 3, sección azul, gráfico circular 1). Si se permite al pH del sistema disminuir a 6.8, el CO₂ total se mantiene a 60 mg/L pero la fracción en porcentaje de CO₂ libre salta al 30 % (Figura 3 sección azul, gráfico circular 2).

Esta pequeña lección de química tiene importantes implicaciones cuando llega el momento de llevar al sistema de recirculación a un incremento de 500 kg en la alimentación.

Muchos sistemas de recirculación para smolts operan a pHs más bajos y CO₂ total más bajo. Un ejemplo en la figura 4A ilustra que este escenario resulta en una gran caída de pH en el tanque, lo que significa que la concentración de CO₂ libre casi se duplica. Aunque esto no es muy bueno para los peces (peces más grandes parecen ser más sensibles a estos flujos), también significa que una proporción razonablemente alta (30 %) del dióxido de carbono producido está disponible como CO₂ libre² para que el degasificador o la cámara de aireación lo retiren.

La figura 4B ilustra un escenario en el que el sistema de recirculación sobrecargado podría conseguir gestionar un aumento de 500 kg de alimento. Como la carga de los sistemas de recirculación aumenta, la producción de dióxido de carbono aumenta y la mayor acidificación hace caer el pH. Se puede actuar para hacer subir el pH usando dosificación química para fijar

SOLUCIONES A MEDIDA EN LA PISCICULTURA

Hay muchos y buenos ejemplos de estrategias de gestión creativa y equipamientos complementarios que pueden ayudar a un sistema de recirculación a retirar los residuos orgánicos, aumentar el oxígeno o retirar el dióxido de carbono. Estas soluciones variarían de piscicultura a piscicultura siendo naturalmente los técnicos a cargo, los expertos que trazarán la mejor solución para una circunstancia dada. Lo que es crítico es la habilidad de entender los principales procesos, identificar el “cuello de botella”, y usar recursos para manejar ese “cuello de botella” cuando el alimento empieza a incrementarse hacia su mayor consumo.

más dióxido de carbono del producido.

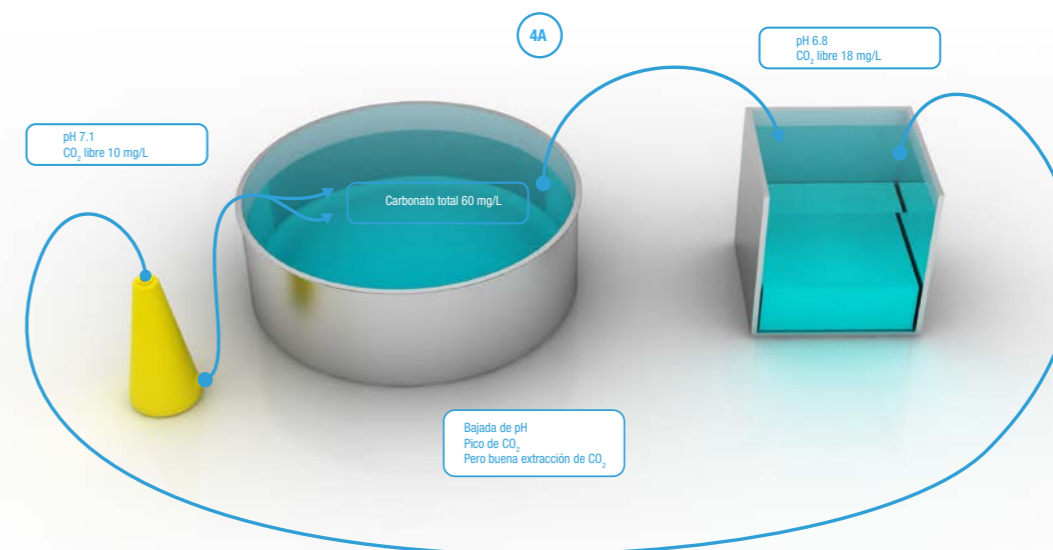
Esto proporciona a los peces menos CO₂ libre tóxico, habrá menos CO₂ libre disponible para su extracción, y permite que CO₂ total aumente en el sistema (donde la producción de dióxido de carbono exceda su retirada).

Aumentar el CO₂ total tiene la ventaja de proporcionar una mayor capacidad de buffer en el agua del sistema de recirculación, limitando caídas de pH en los tanques y limitando la correspondiente alza de CO₂ libre. Cuanto mayor sea el CO₂ libre no es una absoluta situación ideal y dificulta las condiciones para un crecimiento óptimo. Sin embargo, en comparación con el escenario con considerables variaciones de los parámetros del agua a mayor CO₂ libre puede ser tolerado por un corto período de tiempo. Por otro lado, las variaciones en el pH y CO₂ reducen severamente el apetito particularmente en peces más grandes.

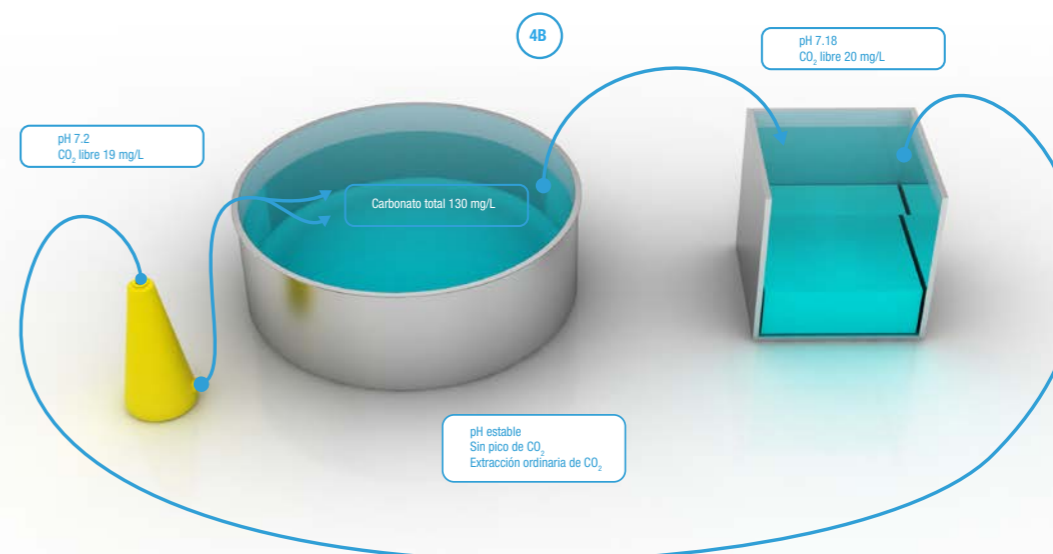
El escenario de la figura 4B de concentraciones de CO₂ total más altas, muestra que la adición de agua nueva al sistema de recirculación es una herramienta útil para retirar dióxido de carbono. Allí donde la concentración total de CO₂ del sistema

¿Por qué el pH cae tan marcadamente en el tanque de los peces? Simplemente porque el CO₂ total es un importante componente de la alcalinidad, la habilidad de amortiguar el pH del agua. Cuanto mayor sea el CO₂ total, mayor será la alcalinidad del agua y más resistente es el agua a las disminuciones de pH.

Figura 4. Escenarios relacionados con la gestión de pH y dióxido de carbono



4A: Escenario típico con smolts.



4B: Escenario objetivo cuando el sistema de recirculación ha sufrido sobrecarga de dióxido de carbono durante algún tiempo.

de recirculación es significativamente más alta que la concentración total de CO₂ del agua nueva de entrada, la adición de agua nueva de entrada diluiría de forma natural el dióxido de carbono.

Criterios de éxito para el desafío del smolt XL

La experiencia muestra que el peor aspecto de alimentar por encima del nivel que un sistema de recirculación pueda manejar, es la creciente materia orgánica en el sistema causando crecimiento bacteriano incontrolado. Esto provoca turbidez, picos de nitrito, una carga de gases elevada y la potencial acumulación de metales pesados provenientes de las aguas del efluente.

La piscicultura exitosa tendrá gerentes innovadores que puedan encontrar vías para reducir los residuos orgánicos en el

sistema, y entiendan los procesos de manera que, por ejemplo, puedan controlar mejor el dióxido de carbono.

Creemos que buenas mediciones de la calidad del agua combinadas con buena gestión, pueden permitir un incremento en la alimentación de un 30 % en un sistema de recirculación durante muchas semanas seguidas. El gerente y los técnicos deben tener en mente los siguientes criterios de éxito:

- Gestión del alimento y de los residuos: considerar todos los factores que pueden contribuir a incrementar la carga orgánica del sistema, incluyendo la calidad del alimento.
- Aporte de oxígeno: revisar el sistema de oxígeno para que pueda hacer frente a una capacidad de aporte un 50 % mayor.
- Gestión del dióxido de carbono: los

empleados necesitan entender el fundamento químico y usar este entendimiento para manejar a diario el pH y la acumulación total de CO₂.

- 1 El CO₂ libre está en equilibrio químico con H₂CO₃, que favorece fuertemente el CO₂ (600 veces) (Summerfelt, 2004).
- 2 Sólo CO₂ libre puede ser retirado por un degasificador o una cámara de aireación.

BIBLIOGRAFÍA

- Hydrotech Presentation. No date.
The Hydrotech Solutions. Hydrotech.
Summerfelt, Steven. 2008. Understanding and Treating Carbon Dioxide Problems. Aquacultural Engineering Society. 2008.
Zhu and Chen. 2000. The Impact of Temperature on Nitrification Rate in Fixed Film Biofilters. Washington State University. 2000.