

PRODUCCION SEGURA EN ESTANQUES Y SUS FUNDAMENTOS I.

Por F.Kubitza (Panorama da Acuicultura, 26 (154), 2016 (Adaptado por Dirección de Acuicultura, 2017).

Residuos generados en la producción:

Las alteraciones en la calidad del agua de un estanque de cultivo de peces, comienzan a partir del momento en que se inicia la oferta de ración alimentaria. El uso de ración de calidad, es esencial en el cultivo de peces y sin disponer de ella, se vuelve difícil producir para una piscicultura de carácter comercial. En el cultivo en estanques se aplica, en general, 1,3 a 1,8 kg de ración por cada kilo de pescado producido. O sea, una conversión alimentaria relativa (FCR) de 1,3 a 1,8. Esta conversión alimentaria, dependerá de muchos factores, entre ellos, de la especie de pez cultivada, del peso medio final alcanzado, de la calidad de ración (nutricional y física), del manejo de la calidad del agua, la disponibilidad de alimentos naturales; siendo estos, solo el principio de una mayor lista. La ración que se ofrece, trata en general, de una ración seca (90 % de materia seca-MS) y el pez producido posee 70% de humedad (apenas 28% de MS). De esta forma, considerando una conversión alimentaria de 1,5, cerca de 1.350 g de materia seca se aplica en forma de ración. De ese total, se recuperan apenas 280 g de materia seca en forma de pescado. O sea, 9% de materia seca de una buena ración (1.070 g) acaban yendo a parar al agua del estanque en forma de heces, mucus que se desprende del cuerpo y residuos metabólicos; especialmente de amoníaco y de gas carbónico, excretado por los peces. Los nutrientes presentes en esos residuos (N, P y otros elementos), junto al gas carbónico proveniente de la descomposición de las heces y la respiración de los peces; son aprovechados por las microalgas del fitoplancton. Con el aumento del peso promedio y por lo tanto, de la tasa de peces en los estanques (conforme el cultivo evoluciona), se hará necesario aumentar la ración del alimento ofrecida, lo que aportará mayor cantidad de nutrientes al agua. De esta forma, el agua de los estanques va quedando cada vez más verde y los problemas con la calidad del agua (bajo nivel de oxígeno, elevado pH por la tarde y toxicidad por amoníaco), se vuelven cada vez más frecuentes.

Tasa de alimentación y su influencia en la calidad del agua:

Al inicio de una fase de cultivo, la tasa de alimentación es relativamente baja, y raramente excede los 20 a 30 kg/ha/día, trabajando en estanques. A medida que los peces crecen (y aumentan por lo tanto la biomasa en los cerramientos), el productor aumenta gradualmente el alimento y el agua tenderá entonces, a ser más rica en fitoplancton (color más verde) y la concentración de oxígeno por las mañanas, será cada vez más baja.

En un estudio conducido por Boyd y Cole (1986), en Estados Unidos, en estanques con baja renovación de agua y con cultivo del bagre americano ; se notó que los niveles de oxígeno por la mañana comenzaban a quedar limitantes, cuando la tasa de alimentación aumentaba, aproximándose a los 60 kg/ha/día. Cuando se está próximo a dicho límite, ya existe la necesidad de contar con algún recurso de aireación, para mantener niveles adecuados de oxígeno, especialmente durante las madrugadas. Se observó además que, con tasas de alimentación por encima de 80 kg/ha/día en estanques sin renovación de agua, la concentración de amoníaco puede comenzar a alcanzar niveles tóxicos.

El oxígeno, el primer factor limitante:

El oxígeno, es el primer parámetro de calidad del agua que limita la producción de peces en estanques, cuando las tasas de alimentación se encuentran por encima de los 60 kg/ha/día; ya que

es posible que se produzcan valores de oxígeno por debajo de 2 mg/litro. A pesar de que la mayoría de los peces producidos en Brasil, no mueren cuando el oxígeno está cercano a los 2 mg/litro (muy bajo oxígeno), directamente no se alimentan y no convierten bien la ración, creciendo entonces más lentamente. Expuestos frecuentemente a bajos niveles de oxígeno, se compromete su resistencia frente a las enfermedades y pueden presentar mortalidades crónicas; especialmente durante la etapa final del cultivo, donde ya costaron (monetariamente) mucho al productor y no se los puede dejar morir en ese momento (perjuicio cero). De esa forma, siempre que el piscicultor planifique el trabajar con densidades de siembra y biomasa final que exigen tasas de alimentación por encima de 60 a 80 kg, será fundamental contar con aireadores en los cerramientos.

Por ejemplo, una piscicultura con estanques que mantengan 15.000 kg/ha de peces, donde el nivel de oxígeno fuera de 0,5 mg/litro, los animales boquearán en superficie por la madrugada. En estos estanques, manejados con baja renovación de agua, sólo algunos mantienen aireadores de emergencia. Todos los estanques con biomasa menores a 6.000 kg/ha/día (con tasas de alimentación cercana a los 60kg/ha/día) por las mañanas, presentaban el oxígeno por encima de los 3 mg/litro (sólo 2 estanques lo tenían por debajo de dicha cifra). Ya los estanques con más de 8.000 kg /ha de peces en general, presentaban niveles de oxígeno por debajo de 3 mg/l a la mañana y muchos de ellos hasta por debajo de 2 mg/l. Lo ideal, sería que los niveles de oxígeno no bajasen de 4 mg/l; aunque a niveles de 3 mg/l, aún son satisfactorios. Con 2 mg/litro, algunas especies pueden quedar bastante estresadas. Peces como las tilapias, y los peces redondos (tambaquí, pacú) toleran niveles próximos al cero por algunas horas, pero sufren bastante en estos casos y puede suceder que ello resulte posteriormente, en una mortalidad crónica luego de episodios seguidos de una baja de oxígeno. Otros peces, como el surubí, el dorado, etc, y algunos más sensibles, no soportan más de una hora y otros hasta unos pocos minutos en el agua, con cero de oxígeno. Por lo tanto, se puede afirmar que en estanques con baja renovación de agua, cuando la biomasa existente es superior a 8.000 kg/ha, el productor debe obligatoriamente disponer de aireadores para el mantenimiento de niveles adecuados de oxígeno y evitar la pérdida de los peces.

El amoníaco, como segundo factor limitante de la producción:

Los valores de pH cambian, según la abundancia del fitoplancton en los estanques. Cuanto más fitoplancton exista en el agua de un cerramiento, más elevado será el pH de la misma, al finalizar un día muy soleado. La fotosíntesis remueve prácticamente todo el gas carbónico libre, aumentando la concentración de los iones hidroxilos (OH) en el agua. El hidróxido, hace aumentar el pH del agua, mientras que el gas carbónico, lo hace reducir. Así, sin el gas carbónico y con muchos hidroxilos, el pH del agua se eleva a lo largo del día. El pH del agua determina cuánto de amoníaco total se encontrará en forma tóxica. El amoníaco total se puede medir con un kit de laboratorio para análisis de agua. El amoníaco total, representa la suma de la forma ionizada NH_4^+ (forma poco tóxica) y de la no ionizada NH_3 (forma tóxica). Cuanto mayor sea el pH del agua, mayor será el porcentaje de amoníaco total en su forma tóxica o sea, NH_3 . Con pH 7,0, apenas el 0,7 % de amoníaco total es NH_3 . Con pH 8,0 se tendrá amoníaco total en forma tóxica. Con pH 11,0 o más, todo el amonio se encontrará en forma tóxica, NH_3 . Los valores estimados de amonio tóxico se calculan. A partir de 84 kg de ración/ha/día ofrecida a los peces, se puede esperar la presencia de niveles letales de amoníaco (NH_3 menor de 2 mg/l) hacia el período de la tarde. Los peces podrán no morir, dado que su exposición a niveles letales de amoníaco es transitoria.

Durante la noche, el pH del agua tiende a reducirse, disminuyendo la cantidad de amonio en forma tóxica. Los peces también procurarán encontrar durante el día un confort en aguas más profundas, donde el pH no se encuentre tan elevado; aunque también es cierto que las aguas profundas muestran poco oxígeno. A pesar de que los peces no mueren directamente con una exposición temporaria a niveles tóxicos de amoniaco, ellos ingerirán menor cantidad de ración (especialmente durante la tarde) y presentarán peor conversión alimentaria. Este hecho afectará el crecimiento y también puede debilitar su sistema inmunológico, favoreciendo la presencia de enfermedades. También pueden esperarse mortalidades crónicas desde ese momento. Por lo tanto, aún asegurando buenos niveles de oxígeno con aireación, el segundo factor limitante en la producción, el amoníaco tóxico, deberá controlarse. Esto exige una renovación de agua. Donde ello no sea posible, será preciso restringir la alimentación o adoptar estrategias más complejas de control del fitoplancton.

Cómo aumentar la tasa de alimentación sin perjudicar a los peces:

La respuesta: proveer suficiente aireación suplementaria de madrugada, mejorando la estabilidad química del agua a través del encalado y control del fitoplancton. Estas medidas garantizan el oxígeno y buscan impedir que el pH del agua se eleve demasiado, potencializando la toxicidad del amoníaco. Pareciera simple. ***Aireación:*** se obtiene colocando aireadores, siempre que fuera necesario, en una cantidad determinada y ligados entre sí; de acuerdo a las mediciones de los niveles de oxígeno. ***Encalado:*** se chequea el nivel de alcalinidad total del agua y se aplica cal para que la alcalinidad total alcance por encima de 30 mg CaCO₃/litro. Esto reforzará la estabilidad química del agua, disminuyendo las variaciones de pH y reduciendo el problema con el gas carbónico por la mañana. Pero, asimismo, cuando el fitoplancton se encuentre en exceso (agua muy verde) el pH aún subirá durante la tarde, elevando la concentración del amoníaco de forma tóxica. ***Control del fitoplancton:*** acá se manifestarán problemas. El control de fitoplancton en estanques, puede demandar un conjunto complejo de acciones, desde la restricción de la tasa de alimentación, usar una ración de mejor calidad (más digestible y que deje menos residuos en el agua), renovar el agua cuando sea posible (especialmente la de superficie), reducir la disponibilidad de fósforo (fosfatos), aplicar alguicidas (sulfato de cobre, por ejemplo), bloquear de la luz (arcilla en suspensión), colorantes y asimismo, el uso de plantas acuáticas flotantes); competencia por luz y por nutrientes (plantas acuáticas flotantes o recirculación del agua del estanque por áreas con vegetación), entre otras posibilidades, que deben ser evaluadas para cada situación en particular. Se puede ver en estas tres áreas (aireación, encalado, control de fitoplancton), la importancia de conocer los principios de la producción de peces en estanques y cómo monitorear y corregir la calidad del agua. Esto es fundamental para asegurar la respuesta y la sanidad de los peces, como también la seguridad, éxito y sustentabilidad de los cultivos. Por eso, vale la pena que los productores dediquen mayor tiempo a la lectura de bibliografía acerca de la calidad del agua en piscicultura, e inviertan en equipos para el monitoreo de dicha calidad.

Abundancia de fitoplancton y calidad del agua:

El fitoplancton produce oxígeno y remueve el gas carbónico del agua durante el día (vía fotosíntesis), absorbe el amoníaco (usado como fuente de nitrógeno), impide el desarrollo de plantas y algas filamentosas en el fondo de los estanques (disminuye la luz y compite por los nutrientes); además de servir de alimento natural para algunas especies de peces (por ejemplo, la tilapia). Sin embargo, cuando se encuentra en exceso (agua muy verde) estos elementos pueden causar déficit de oxígeno durante las madrugadas. Sin luz, la comunidad fitoplanctónica, no produce oxígeno (no habrá fotosíntesis), pero continúa consumiéndolo. El fitoplancton consume

de 3-4 veces más oxígeno de lo que toda la población de peces puede hacer en un estanque. Además de consumir oxígeno, también aporta grandes cantidades de gas carbónico, que puede alcanzar niveles críticos (por encima de 20 mg/l) en las primeras horas de la mañana; especialmente en estanques con agua de baja alcalinidad total. Algunas microalgas del grupo de las Cianofíceas (Cianobacterias o algas azules) pueden causar irritación en las branquias y toxicidad a los peces si se encuentran en excesiva cantidad en el agua. Esto puede perjudicar o bien, reducir el apetito y disminuir el crecimiento de los animales, favoreciendo la presencia de enfermedades.

Las mortalidades crónicas y los problemas de mal sabor en los peces (off-flavor o gusto extraño, como el gusto a barro u olor), se producen comúnmente en estanques por exceso de algas Cianofíceas. La abundancia de fitoplancton puede determinarse indirectamente por la transparencia del agua, medida con el disco de Secchi.

Muerte súbita del fitoplancton:

Una población excesiva de algas, principalmente Cianofíceas, puede morir súbitamente. La muerte súbita del fitoplancton puede causar gran mortalidad de peces. Con la muerte súbita de la microalgas, el oxígeno cae drásticamente a cero y es necesario mantener aireadores coordinados, durante todo el tiempo. El color del agua muda rápidamente de verde intenso a un marrón con aspecto de té. La muerte súbita de fitoplancton equivale a una carreta llena de estiércol recogido en el estanque. Muere el fitoplancton que era el productor de oxígeno y removía el gas carbónico y el amoníaco. Esa gran cantidad de masa fitoplanctónica muerta, entra en descomposición, consumiendo todo el resto que quedó de oxígeno y aún más del que está siendo proveído por los aireadores de emergencia. Además de esto, esa masa orgánica en descomposición aporta gran cantidad de gas carbónico y amoníaco al agua. El amoníaco comienza a sobrar, porque ya no existen microalgas que lo absorban. Sobreando amoníaco, va a existir una mayor generación de nitrato. Al no existir oxígeno suficiente, las bacterias no consiguen transformar rápidamente el nitrato a nitrito y entonces los niveles de nitritos se elevan rápidamente.

El nitrito es un compuesto nitrogenado mucho más tóxico para los peces que el propio amoníaco. Dicho compuesto se combina en la sangre de los animales a su hemoglobina e impide que la misma transporte el oxígeno hacia los demás tejidos del cuerpo. Cuando el gas carbónico está en exceso en el agua, dificulta la respiración de los animales (difusión de oxígeno a través de las branquias) en los peces. Por lo tanto, la combinación de oxígeno en bajo nivel, alto gas carbónico y elevados niveles de nitritos se convierte en un cóctel mortal para los peces.

Producir sin fitoplancton, puede ser una alternativa ?

Esta es una alternativa que debe ser evaluada. Al final, a pesar de sus beneficios, el fitoplancton es un componente imprevisible y el que más influencia y provoca las oscilaciones en la calidad del agua. Sin esta comunidad, podría ser más fácil mantener la calidad del agua de los estanques, evitando especialmente los problemas del amoníaco tóxico, e inclusive, que exista amoníaco en los cerramientos. Una forma efectiva de impedir el desarrollo del fitoplancton, es bloquear la entrada de luz en la superficie del agua-

El uso de plantas acuáticas flotantes:

Las plantas flotantes pueden bloquear parte de la entrada de luz, pero también compiten con el fitoplancton por los nutrientes presentes en el agua. Sin embargo, el uso de plantas acuáticas exige

un constante control del productor, para evitar su excesiva proliferación. Si ellas llegan a cubrir por completo la superficie de los estanques, los niveles de oxígeno quedarían cercanos a cero. Lo ideal es contener estas plantas, encerrándolas en parcelas. Aunque no hay actualmente estudios más detallados sobre este tema, se recomienda que el área de plantas no exceda el 30% del estanque. Las plantas deben concentrarse en una extremidad, adonde el viento normalmente las empujaría. Esto ayuda inclusive a proteger los taludes contra la erosión causada por el oleaje. Los aireadores, también deben estar posicionados de tal forma, que puedan mover el agua en dirección hacia las plantas, colaborando a su mantenimiento, localmente. Esta vegetación, requiere ser removida periódicamente, posibilitando que ellas continúen aumentando su biomasa y así, removerán los nutrientes. La cuestión, es qué puede hacer el productor con dichas plantas; utilizarlas como abono verde en su propiedad es una de las posibilidades, si existen también cultivos agrícolas. También puede que sirvan a algún vecino. El compostaje puede ser otra de las posibilidades, pero también tiene que haber un destino para el compost. Otra posibilidad, puede ser el destinarlas a la alimentación de animales rumiantes, lo que demanda una deshidratación previa, ya que estos vegetales poseen un gran porcentaje de agua. La última alternativa a considerar, es la producción de hortalizas en el predio, que pueden utilizarse directamente en alimentación humana; aunque lo importante es que ellas cubran una parte de la superficie de los estanques.

Cultivo en aguas barrosas:

Otra forma de impedir la entrada de la luz en el agua, es provocar una turbidez por arcilla en los estanques. La forma más fácil y eficiente de aumentar la turbidez del agua, es suspender arcilla en el fondo en el momento en que el estanque comienza a llenarse. Esto puede hacerse colocando un aireador con un nivel de agua aún bajo. De esta forma, desde el inicio del cultivo el estanque queda ya con agua turbia, impidiendo la formación del fitoplancton. La arcilla permanecerá en suspensión casi todo el tiempo con los aireadores funcionando. En el agua de un estanque ya lleno y con fitoplancton establecido, es más difícil obtener buenos resultados.

Sin el fitoplancton y su fotosíntesis, la incorporación del oxígeno queda dependiente de la aireación. Los aireadores pueden programarse para accionar en determinados horarios del día, obviamente acompañado de un monitoreo efectuado por el productor. También existen actualmente sensores de oxígeno que pueden ser instalados en los estanques y que controlan automáticamente el accionar de los aireadores. Cuando se alcanza el nivel mínimo de oxígeno (4 mg/L), el aireador acciona. Cuando el nivel alcanza los 5-8 mg/l o lo especificado previamente, el aireador corta su accionar. Así, el funcionamiento del aireador es alternado, optimizando el uso energético.

De esta forma, sin fitoplancton para remover, el amoníaco generado por la producción (excreción de los peces, descomposición de las heces), hará que los niveles de amoníaco tiendan a subir y quedarán más elevados de lo que normalmente quedarían si los estanques tuvieran agua verde. Parte del amoníaco se oxidará a nitrato por efecto de las bacterias nitrificantes. A aún así, la concentración del amoníaco total en el agua quedará elevada. Algunos estanques visitados, de carácter barroso, tenían alta densidad de peces y altas tasas de alimentación y los niveles de amoníaco se encontraban por encima de 12 mg/l. Pero como el pH del agua no se elevaba a causa de ausencia de fotosíntesis, aún existiendo altos niveles de amoníaco total, la concentración de amoníaco tóxico era insignificante. Por ejemplo, a pH 7,0, apenas un 0,7% del amoníaco total se encuentra en forma tóxica. Sin embargo, para alcanzar nivel de amoníaco tóxico (considerado del orden de 0,2 mg/l), sería necesario llegar más o menos, a 28 mg de amoníaco total por litro de

agua. O sea que, el amoníaco total puede elevarse mucho, sin dañar a los peces. Es posible entonces alcanzar niveles altos de alimentación sin problemas con el amoníaco tóxico y con ello, aumentar la biomasa de animales. No se puede en estos casos, aplicar cal hidratada o cal viva al estanque, o cualquier otro producto que eleve demasiado el pH. Si el productor hiciera esto, en un estanque con 20-12 mg/l de amoníaco, los peces morirán rápidamente. El nitrito, por su parte, puede producir problemas con niveles altos de amoníaco. Para prevenir problemas de toxicidad del nitrito, el piscicultor deberá aplicar sal marina (Cloruro de Sodio) en el agua. O también, renovar el agua cuando sea posible. Si no existiera suficiente agua para una renovación, la aplicación de sal es una alternativa eficaz. La cantidad de sal a aplicar preventivamente, es próxima a los 150 a 200 kg/ha de estanque. La dosis de sal aplicada, es para alcanzar una relación de cloruro: nitrito, de por lo menos 6:1.

De esta forma, se elevará el nitrito próximo a 1 mg/l, teniendo que proveerse por lo menos, 6 mg/l de Cloruro (equivalente a 6 g de cloruro /m³ o 10 g de sal/m³, (dado que la sal posee 60 % de cloruro en su composición). Un estanque de 1 ha (10.000 m²) con 1,5 m de profundidad media, posee un volumen de 10.000 x 1,5 =15.000m³. En este caso, con una dosis de 10 g de sal/m³ en todo el cerramiento, se aplicarían 150 kg de sal, o sea 150 kg/ha.

Sin la fotosíntesis, existen ventajas y desventajas. La principal ventaja sin el fitoplancton es la posibilidad de elevar considerablemente la productividad, elevando la tasa de siembra de peces y la tasa de alimentación; sin que se produzcan problemas con niveles tóxicos de amoníaco. El aumento en la productividad, ayuda a diluir costos fijos, como mano de obra, mantenimiento de instalaciones, vehículos y equipos. También puede esperarse menores problemas de mal sabor en los peces. En general, los peces producidos en estanques barrocos, no tienen mal sabor. Estas dos ventajas son considerables.

La principal desventaja, es el mayor gasto en energía. Los aireadores precisan ser accionados con frecuencia a lo largo del día y esto incide negativamente en el caso de energía cara en el país. Pero cualquier piscicultor puede requerir la tarifa de energía rural, que es más competitiva. También, es necesario contar con generadores para cuando se corte la energía y evitar la pérdida de peces. La desventaja, especialmente en el caso del cultivo de la tilapia, es la ausencia de un alimento natural importante que aporte nutrientes y factores de salud, que pueden faltar en una ración comercial. De este modo, en estanques con agua barrosa, el piscicultor tiene que utilizar raciones de alta calidad, cualquiera que sea la especie cultivada. Hoy en día, que las raciones son completas, con alta calidad y proveyendo además, una adecuada aireación, es posible producir tilapias, pacúes u otros peces con aguas barrocas, sosteniendo altas productividades.