



Alliance

(<https://www.aquaculturealliance.org>)



Responsibility

Descomposición de materia orgánica en sistemas acuícolas

Monday, 17 August 2020

By Claude E. Boyd, Ph.D.

Origen, tasas, manejo, todas consideraciones importantes para los acuicultores



En la mayoría de los estanques acuícolas, y especialmente en aquellos con aireación mecánica, el suelo a profundidades de hasta 1 cm por debajo de la interfaz suelo-agua generalmente permanece aeróbico.

Foto de Darryl Jory.

Antes de discutir la descomposición de la materia orgánica, es útil mencionar la producción de materia orgánica por las plantas. El producto final de la fotosíntesis es el azúcar simple ($C_6H_{12}O_6$). Las plantas usan parte de este azúcar directamente para obtener energía o la convierten en almidón como fuente de energía de reserva. También usan el azúcar de la fotosíntesis para producir proteínas, hemicelulosa, celulosa, lignina, grasas, ceras, etc. que comprenden biomasa vegetal. La composición de las partes de las plantas difiere y la composición promedio de plantas enteras varía entre las especies.

Plantas y materia orgánica

Las plantas se cosechan y se utilizan para la alimentación humana y animal, así como para otros propósitos. Las plantas cosechadas para uso humano se procesan, con los desechos resultantes, y las plantas mueren y entran al medio ambiente como materia orgánica muerta. La composición de la materia orgánica es químicamente compleja, y el estiércol del ganado ha sido muy alterado de su forma original al pasar a través de los tractos gastrointestinales de los animales.

La materia orgánica agregada a los sistemas de producción acuícola es una combinación de fertilizante orgánico, alimento no consumido, heces y restos de plancton y otros organismos muertos. La descomposición de la materia orgánica ejerce una demanda de oxígeno y demasiada materia orgánica puede conducir al agotamiento del oxígeno disuelto, lo cual es preocupante en la acuicultura basada en alimentos balanceados. En los estanques fertilizados, la materia orgánica es una fuente de alimento para los organismos bentónicos que también pueden ser consumidos directamente por algunos peces y camarones.

El fertilizante orgánico para la acuicultura es principalmente de origen vegetal (Tabla 1). Los alimentos para acuicultura contienen principalmente harinas vegetales, pero algunos también contienen una gran cantidad de harina de pescado u otras harinas de subproductos animales. El fitoplancton constituye la mayor parte de la materia orgánica producida en estanques y otras aguas estáticas al aire libre.

Boyd, descomposición, Tabla 1

Material orgánico	Concentración (% peso seco) Carbono	Concentración (% peso seco) Nitrógeno
Estiércol de ganado: Porcinos	40.6	3.01
Estiércol de ganado: Lácteos	38.2	2.98
Estiércol de ganado: Ganado	43.0	2.92
Estiércol de ganado: Aves	32.5	4.47
Pastos	38 to 42	1.5 to 3.0
Residuos de cultivos	35 to 40	0.75 to 2.0
Alimento (sin consumir)	38 to 42	4 to 7
Estiércol de pescado	(menos que alimento no consumido)	(menos que alimento no consumido)
Fitoplancton	45 to 50	8 to 12

Tabla 1. Concentraciones de carbono y nitrógeno en materiales orgánicos utilizados en acuicultura.

Las concentraciones de carbono y nitrógeno de los materiales orgánicos en la acuicultura se presentan en peso seco en la Tabla 1. Aunque la concentración de nitrógeno varía mucho entre los materiales, la concentración de carbono es menos variable y varía de un promedio de 32,5 por ciento en estiércol de pollo a 50 por ciento en fitoplancton. . Por lo general, el follaje utilizado como materia orgánica contiene 45 a 50 por ciento de carbono.

La cantidad total de oxígeno utilizada por las bacterias para oxidar completamente el carbono en 1 kg o materiales orgánicos es 2,67 veces la fracción decimal de carbono, porque $C + O_2 = CO_2$ y el peso molecular del oxígeno es 2,67 veces mayor que el del carbono. Por ejemplo, la oxidación de 1 kg de peso seco de alimento sin comer que contiene 38 por ciento de carbono orgánico requeriría 1.01 kg de O_2 [(0,38 kg C / kg de alimento) x 2,67 kg de O_2 / kg de C orgánico].

Tasas de descomposición

Aunque lo anterior es cierto, la situación real es más compleja, porque la mayoría de la materia orgánica no se descompone completamente en un período corto, y las tasas de descomposición de diferentes tipos de materia orgánica inicialmente varían debido a las diferencias en la composición. La descomposición completa de los materiales orgánicos que se muestra en la Tabla 1 requeriría muchos años. Por supuesto, el azúcar y la melaza utilizados en la acuicultura de biofloc se descomponen muy rápidamente y casi por completo.

El azúcar, el almidón, la celulosa y las proteínas que se descomponen rápidamente se denominan materia orgánica lábil. Las ligninas, taninos, grasas y ceras que se descomponen a un ritmo más lento se conocen como materia orgánica recalcitrante (o refractaria). A medida que la materia orgánica se descompone, la fracción recalcitrante aumenta y los restos bacterianos también se descomponen. La materia orgánica de las células bacterianas muertas y en descomposición se mezcla con la fracción recalcitrante, lo que hace que la materia orgánica restante sea aún más compleja.

En los raceways, otros sistemas de flujo continuo y sistemas de recirculación de agua, la materia orgánica se descompone parcialmente, pero la mayor parte se elimina por efluentes o se elimina mecánicamente. En estanques y en cuerpos de agua que contienen jaulas, la materia orgánica se deposita en el fondo. Forma una capa floculante de alta concentración de sólidos suspendidos de unos pocos milímetros a un centímetro o más de espesor en el fondo.

La materia orgánica en la capa floculante se descompone y sus restos se mezclan gradualmente en el suelo del fondo (igual que el sedimento). En lagos con cultivo en jaula, la acumulación de materia orgánica a veces puede ocurrir en el fondo. El suelo del fondo se agita por la acción de organismos y corrientes de agua a una profundidad de unos pocos centímetros.

La concentración de materia orgánica es mayor en los 2 a 5 centímetros superiores del suelo del fondo. Dentro de esta capa, la descomposición de la materia orgánica es rápida y el agotamiento del oxígeno disuelto ocurre en el agua de los poros. Como resultado, la descomposición aeróbica de la materia orgánica en el sedimento disminuye muy rápidamente con la profundidad debajo de la interfaz agua-suelo, pero cuando se agota el oxígeno disuelto, la descomposición por bacterias anaerobias continúa. En la mayoría de los estanques acuícolas, y especialmente en aquellos con aireación mecánica, el suelo a profundidades de hasta 1 cm por debajo de la interfaz suelo-agua generalmente permanece aeróbico.

La materia orgánica lábil se descompone aeróbicamente dentro de la capa floculante y en la zona aeróbica del suelo del fondo. La fracción recalcitrante se mezcla con el suelo subyacente y continúa descomponiéndose, pero a un ritmo lento. El problema con la alta demanda de oxígeno en los fondos de estanques se debe principalmente a la materia orgánica fresca depositada durante el período de crecimiento, en lugar de a la acumulación de materia orgánica recalcitrante de cultivos anteriores.

Hay una continua "lluvia" de partículas orgánicas y de partículas minerales del suelo originadas por el flujo de entrada o por la erosión dentro del estanque. En los estanques sin remoción de sedimentos, la tasa de acumulación de sedimentos varía de 5 a 10 cm / año durante los primeros 2 a 3 años, mientras que los terraplenes de estanques son

más susceptibles a la erosión a un promedio de 1.0 a 1.5 cm / año más tarde. La materia orgánica más vieja está continuamente enterrada debajo de la materia orgánica más nueva, y solo los pocos centímetros superiores, generalmente unos 5 cm, influyen en la calidad del agua del estanque.

La concentración de materia orgánica en los 5 cm superiores del suelo generalmente está en el rango del 6 al 10 por ciento, mientras que el suelo debajo generalmente tiene del 3 al 5 por ciento de materia orgánica. Sin embargo, la proporción de materia orgánica lábil: recalcitrante disminuye con una mayor profundidad del suelo en las capas superiores.

El drenaje de los estanques para la cosecha da como resultado la re-suspensión y la eliminación de gran parte de la capa floculante en el efluente. Los estanques de bagre de canal y de camarones tierra adentro en los Estados Unidos a menudo se operan durante 10 a 15 años sin drenaje completo o secado del fondo. Estas observaciones sugieren que, aparte de los fines de saneamiento, no es necesario eliminar sedimentos blandos y fondos secos de estanques después de cada cultivo o incluso anualmente.

Manejo de fondo de estanque

La práctica de eliminación y secado de sedimentos parece arraigada en la cultura de muchos acuicultores fuera de los Estados Unidos. No hay dudas acerca de la eliminación de sedimentos y el secado del estanque, disminuyendo la cantidad de materia orgánica lábil en el fondo del estanque antes del próximo ciclo de cultivo. La pregunta es si la práctica generalmente es beneficiosa aparte de los propósitos de saneamiento, porque de todos modos la materia orgánica fresca creará una gran demanda de oxígeno durante el próximo período de crecimiento.

Son necesarios algunos comentarios adicionales sobre la materia orgánica del suelo del fondo del estanque. Muchos acuicultores y camaroneros aplican productos bacterianos que supuestamente mejoran la calidad del agua y la condición del suelo del fondo. Los resultados de la investigación no respaldan esta práctica.

Es completamente natural que el suelo del fondo sea anaeróbico a profundidades de 1 cm o menos debajo de la interfaz suelo-agua. No hay razón para medir el potencial de oxidación-reducción (ORP) para confirmar esto.

El suelo negro o el suelo de color más oscuro debajo de la interfaz suelo-agua es completamente normal. Ocurre cuando el suelo es anaeróbico y contiene hierro ferroso. Mientras la superficie del suelo (interfaz suelo-agua) no se vuelva negra u oscura, el nitrito y el sulfuro de hidrógeno producido en la descomposición anaeróbica no entrarán en la columna de agua más rápido de lo que se oxidan a niveles aceptables.

Por lo general, no es necesario medir el sulfuro de hidrógeno. Esta medición no es fácil de hacer, los kits de prueba para sulfuro de hidrógeno solo dan una indicación de su presencia, y el olor de sulfuro de hidrógeno es obvio a concentraciones dañinas: tiene el olor inconfundiblemente ofensivo de un huevo podrido.

Aplicar cal a los fondos de los estanques con un pH del suelo inferior a 7 favorece una mayor descomposición de la materia orgánica. Por supuesto, esto no es necesariamente un evento positivo en lo que respecta al oxígeno disuelto, pero los estanques con suelos de pH bajo generalmente tienen aguas de baja alcalinidad con poca amortiguación y requieren encalado.

La solubilidad de la piedra caliza agrícola y otros materiales de cal se incrementa por las mayores concentraciones de materia orgánica en el suelo y por la aplicación de fertilizantes orgánicos con material de cal. Esto se debe a que el dióxido de carbono de la descomposición de la materia orgánica reacciona con los materiales encalados para aumentar la velocidad y el grado de disolución, como se muestra en la siguiente ecuación en la que el carbonato de calcio es un tipo de material encalado:

Más dióxido de carbono conduce la reacción más hacia la derecha.

La relación carbono / nitrógeno (C / N) de la materia orgánica tiene un gran efecto con una relación más baja que favorece una descomposición más rápida. La relación C / N se discutirá en otro artículo.

Manejo de oxígeno disuelto

El manejo de los estanques para mantener el oxígeno disuelto adecuado dentro de la columna de agua es la columna vertebral del manejo efectivo de la calidad del agua, y también evitará la mayoría de los problemas con la materia orgánica en el fondo del estanque. El objetivo debe ser mantener las tasas de siembra, las tasas de fertilización y los aportes diarios de alimento con los límites impuestos por las concentraciones de oxígeno disuelto. Esto requiere equilibrar la tasa de aireación con el aporte de alimento en la acuicultura basada en alimentos balanceados.

Author



CLAUDE E. BOYD, PH.D.

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences
Auburn University
Auburn, Alabama 36849 USA
boydce1@auburn.edu

Copyright © 2016–2020 Global Aquaculture Alliance

All rights reserved.