



[FEED SUSTAINABILITY \(/ADVOCATE/CATEGORY/FEED-SUSTAINABILITY\)](#)

---

# Comprensión de la demanda de oxígeno de los alimentos acuícolas

Monday, 8 May 2017

By Claude E. Boyd, Ph.D. , Sirirat Chatvijitkul, Ph.D. and

**Calidad apropiada de los alimentos acuícolas, clave de manejo para minimizar la demanda del oxígeno disuelto y los niveles de estrés**



Los alimentos acuícolas formulados, si se administran incorrectamente, pueden crear una demanda inaceptable de oxígeno que puede reducir significativamente los niveles de oxígeno disuelto, estresar a los

animales cultivados, y causar contaminación a través de los efluentes.

Foto de Darryl Jory.

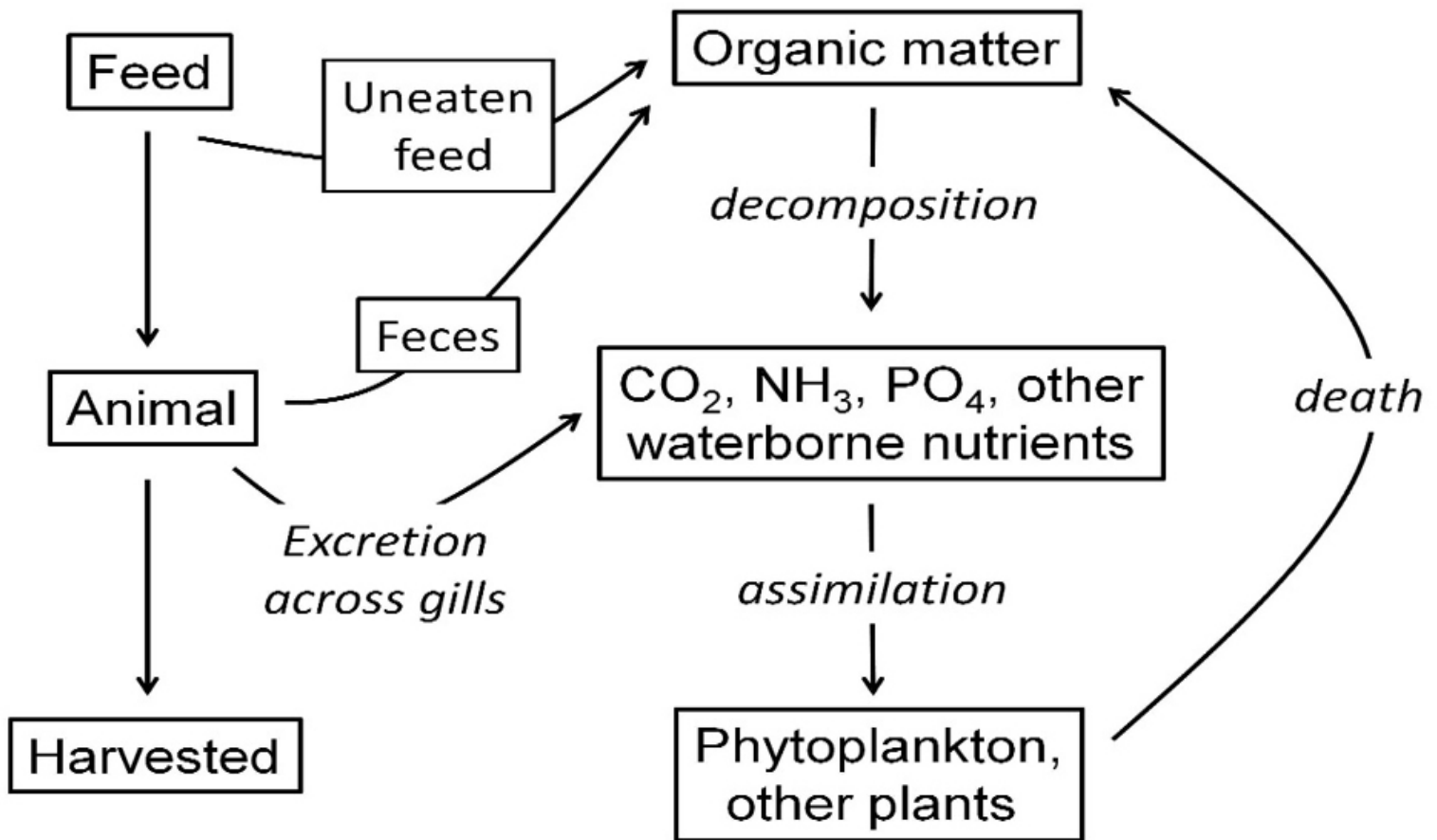
El alimento permite un gran aumento en la cantidad de producción acuícola posible en un volumen dado de agua. Pero el alimento también resulta en una demanda de oxígeno que puede causar concentraciones de oxígeno disuelto inaceptablemente bajas en los sistemas de cultivo, y la contaminación en cuerpos de agua que reciben efluentes acuícolas.

## Destino del alimento acuícola y la demanda de oxígeno

Una porción del alimento aplicado (usualmente del 5 al 10 por ciento en el cultivo de peces, y del 20 al 40 por ciento en el cultivo de camarón) no es consumida (Figura 1). Del alimento consumido por los animales cultivados, la porción más pequeña se convierte en biomasa de los animales cultivados y es cosechada. La porción más grande se excreta como metabolitos, principalmente dióxido de carbono, amoníaco y fosfato. El alimento no consumido y las heces son descompuestas por bacterias y otros micro-organismos a los mismos metabolitos producidos por los animales cultivados.

Los metabolitos son nutrientes vegetales y estimulan la producción de fitoplancton en estanques o en cuerpos de agua que contienen jaulas acuícolas. El fitoplancton produce oxígeno disuelto, pero utiliza oxígeno en la respiración, y cuando muere y se descompone, se requiere oxígeno disuelto (Fig. 1). A largo plazo, el oxígeno producido por la fotosíntesis del fitoplancton se utiliza en la respiración del fitoplancton o en la respiración de los organismos que descomponen el fitoplancton o sus restos.

El alimento típicamente contiene aproximadamente 10 por ciento de agua (humedad), 10 por ciento de materia mineral (ceniza) y 80 por ciento de materia orgánica. La materia orgánica contiene alrededor de 50% de carbono, y la concentración de carbono en los alimentos es de alrededor de 40 por ciento de carbono [(1 kg de alimento X 0,8 kg de materia orgánica/kg de alimento X 0,5 kg de carbono/kg de materia orgánica) X 100].



Los componentes orgánicos e inorgánicos de los alimentos no contenidos en animales cultivados en la cosecha o no retirados del sistema de cultivo durante el período de cultivo entran en el sistema de cultivo. El carbono orgánico se oxida a dióxido de carbono por las especies cultivadas y micro-organismos que descomponen las heces y alimentos no consumidos. Los animales cultivados y los micro-organismos también excretan amoníaco en el agua que es nitrificado a nitrato por ciertas bacterias.

La oxidación de la materia orgánica por las especies cultivadas y por las bacterias y otros organismos de decaimiento es un proceso complejo que implica la glucólisis y el ciclo de Krebs. Sin embargo, la demanda potencial de oxígeno de la materia orgánica en el alimento puede calcularse mediante la siguiente ecuación simple:



El carbono tiene un peso molecular de 12 y el peso molecular del oxígeno molecular ( $\text{O}_2$ ) es 32. Por lo tanto, 2,67 (32/12) kg de oxígeno son necesarios para oxidar un kilogramo de C orgánico.

El amoníaco del nitrógeno en el alimento es oxidado por bacterias nitrificantes mediante la siguiente ecuación de resumen:



Un peso molecular de nitrógeno pesa 14 gramos y dos moléculas de oxígeno pesan 64 gramos. Por lo tanto, cada molécula de amoníaco oxidado a nitrato requiere dos moléculas de oxígeno molecular. Por lo tanto, cada kilogramo de nitrógeno amoniacal oxidado requiere 4,57 (64/14) kg de oxígeno molecular.



Debido a las diferencias en los valores típicos de FCE para diferentes especies acuícolas, la demanda de oxígeno del alimento para producir 1 kg de los animales cultivados varía considerablemente. Foto de Darryl Jory.

## Calculando la demanda potencial de oxígeno

De allí se deduce que la demanda potencial de oxígeno del alimento puede calcularse a partir de las cantidades de carbono y nitrógeno en el alimento menos las cantidades de estos dos elementos en las especies cultivadas, como sigue:

**Demanda de oxígeno del alimento (kg O<sub>2</sub>/kg alimento) = [(% carbono en alimento/100) – (FCE)(% carbono en animales cultivados/100)]2,67 + [(% nitrógeno en alimento/100) – (FCE)(% nitrógeno en animales cultivados/100)]4,57**

donde FCE = eficiencia de conversión alimenticia (kgs netos de especie cultivada/kg de alimento aplicado) o 1/conversión alimenticia (FCR). Por ejemplo, si un alimento contiene 40 por ciento de carbono y 6 por ciento de nitrógeno, y los animales de cultivo contienen 15 por ciento de carbono y 2,75 por ciento de nitrógeno y el FCE es 0,6, la demanda de oxígeno de alimento será:

**Demanda de oxígeno del alimento (kg O<sub>2</sub>/kg alimento) = [40/100 – 0,6(15/100)]2,67 + [6/100 – 0,6(2,75/100)]4,57 = 0,828 + 0,199 = 1,03.**

La demanda de oxígeno del alimento variará con la composición del alimento, la eficiencia de conversión alimenticia (FCE) y la composición de las especies cultivadas. Por lo general, será ligeramente superior a 1,0 kg de O<sub>2</sub>/kg de alimento a valores FCE típicos, como se ilustra para algunas especies comunes (Tabla 1). Sin embargo, la demanda de oxígeno del alimento para producir 1 kg de los animales cultivados varía considerablemente debido a las diferencias en los valores FCE típicos para diferentes especies.

## Boyd, Demanda de Oxígeno del Alimento, Tabla 1

Especies	FCE	FCR	FOD (kg O <sub>2</sub> /tm alimento)	FOD (kg O <sub>2</sub> /tm producción)
----------	-----	-----	--------------------------------------	--

Bagre de canal	0.5	2.0	1.05	2.12
Tilapia	0.57	1.7	1.02	1.73
Salmon del Atlántico	0.77	1.3	1.05	1.36
Trucha arco iris	0.83	1.2	1.03	1.24
Camarón blanco del Pacífico	0.67	1.5	1.00	1.50

Promedios y desviaciones estándar para la demanda de oxígeno del alimento (FOD) para 1 kg de alimento.

## Efecto de la eficiencia de la conversión alimenticia

La eficiencia de conversión del alimento tiene un efecto más bien menor en la demanda de oxígeno del alimento (FOD) por kilogramo de alimento, tal como se ilustra en la Tabla 2 utilizando cálculos de la composición del alimento y de la especie de cultivo del ejemplo anterior. Sin embargo, el FCE tiene una influencia importante en la cantidad de alimento necesario para producir un peso unitario de las especies de cultivo.

Aumentar el FCE de 0,5 a 0,7 (reduciendo el FCR de 2,0 a 1,43) disminuiría la aplicación de alimento para producir 5.000 kg de la especie de cultivo de 10.000 a 7.150 kg, y reduciría la demanda total de oxígeno en el sistema de cultivo de 10.800 kg de O<sub>2</sub> a 6.936 Kg de O<sub>2</sub>. Esto reduciría la cantidad de aireación mecánica requerida por unidad de producción. También proporcionaría ahorros considerables en los costos de los alimentos.

La totalidad de la demanda de oxígeno del alimento no se libera en el agua de recepción, salvo en el caso de cultivos en jaulas o corrales de redes. En los estanques, la demanda considerable de oxígeno se expresa dentro del estanque en sí mismo – usualmente alrededor del 70-80 por ciento de la demanda de oxígeno del alimento. En los sistemas de recirculación de agua y de raceways, algunos de los sólidos (alimento no consumido y heces) se remueven y se desechan en el hábitat terrestre.

## Boyd, Demanda de Oxígeno del Alimento, Tabla 2

FCE	FCR (1/FCE)	Demanda de oxígeno del alimento (kg O <sub>2</sub> /kg alimento)	Alimento aplicado (kg)	Demanda de oxígeno resultante en el sistema de cultivo (kg O <sub>2</sub> )
0.4	2.5	1.13	12,500	14,125
0.5	2.0	1.08	10,000	10,800
0.6	1.67	1.03	8,350	8,498
0.7	1.43	0.97	7,150	6,936
0.8	1.25	0.92	6,250	5,750

La demanda diaria de oxígeno impuesta por la alimentación en un estanque acuícola a diferentes eficiencias de conversión de alimento (FCRs). Asume que la producción de peces a todos los valores del FCE es de 5.000 kg.

## Perspectivas

No hay mucho que se pueda hacer para reducir la demanda de oxígeno inherente a un kilogramo de alimento. Sin embargo, al mejorar el FCE (o FCR), se puede reducir apreciablemente el alimento necesario para producir 1 kg de animales acuícolas en un sistema de producción acuícola. Esto reducirá la demanda de oxígeno impuesta por unidad de producción acuícola y disminuirá los costos de los alimentos. También reducirá el potencial de contaminación por unidad de producción acuícola.

## Authors

---

**CLAUDE E. BOYD, PH.D.**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849 USA  
[boydce1@auburn.edu](mailto:boydce1@auburn.edu) (<mailto:boydce1@auburn.edu>)

**SIRIRAT CHATVIJITKUL, PH.D.**

School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849 USA



School of Fisheries, Aquaculture and Aquatic Sciences  
Auburn University  
Auburn, Alabama 36849 USA  
**D. Allen Davis, Ph.D.** ([mailto:D. Allen Davis, Ph.D.](mailto:D.AllenDavis@auburn.edu))

Copyright © 2016–2018  
Global Aquaculture Alliance