

# Modelo de un cultivo intensivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)

Eduard Sarmiento Romero

Administrador de Empresas.  
Gerente Truchas Suralá.

Cuando se habla de "intensivo" no nos referimos únicamente a llenar los tanques en lo posible de animales sino a ser incisivos haciendo un análisis de producción en piscicultura, con el fin de que cada productor tenga una visión clara y acertada del lineamiento productivo de su negocio y que con el conocimiento del estado de estas variables, tome las decisiones acertadas para el buen rendimiento de su finca.

Basados en el recurso hídrico y sus características fisicoquímicas, y los caudales disponibles en verano, debemos siempre basarnos en proyecciones, de biomásas permitidas por el medio en cada época, de proyección de crecimiento y tenemos que compararlas frecuentemente con lo alcanzado. Apostándole a las proyecciones con bases ciertas es imperativo elaborar un flujo de caja proyectado para tener presente no solo el recurso físico sino el recurso financiero y no tener problemas de subalimentación en un futuro generando rendimientos decrecientes en la finalización de cada lote.

## Recurso hídrico

### 1. Parámetros fisicoquímicos

PARAMETRO	NIVEL ACEPTABLE
Temperatura ideal	10 a 18 °C
Oxígeno Disuelto	>5 mg por litro
PH	6.7 a 9.0 unidades
Alcalinidad	20 a 200 mg/l (como CaCO <sub>3</sub> )
Dióxido de Carbono	<2 mg/l
Calcio	>52 mg/l
Zinc	<0.04 mg/l a un pH de 7.6
Cobre	<0.006 mg/l en agua blanda <0.3 mg/l en agua dura
Hierro	<1.0 mg/l
Amoníaco (NH <sub>3</sub> )	<0.012 mg/l
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	<0.55 mg/l
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	<1.0 mg/l
Nitrógeno	<110% de saturación total
Sólidos en suspensión	<80 mg/l
Sólidos disueltos	<500 mg/l
Sulfuro de hidrógeno	<0.002 mg/l

- Oxígeno. Es el requerimiento mas importante, al igual que la temperatura. Su grado de saturación es inversamente proporcional a la altitud y a la temperatura. El rango óptimo está entre 7 y 9 ppm, teniendo como límite inferior una concentración no menor a 5 ppm, generalmente medida en la salida del estanque. Entre más altos sean los valores, será factible tener una mayor capacidad de biomasa en los tanques. Las truchas únicamente pueden aprovechar el oxígeno superior a 5.5 ppm es decir el oxígeno disponible.

- Temperatura. Los peces son animales poiquilotermos (su temperatura corporal depende de la temperatura del agua) y altamente termofílicos (dependientes y sensibles a los cambios de temperatura). El rango óptimo de la temperatura fluctúa entre 10 C y 20 C . La temperatura y sus cambios afectan directamente la tasa metabólica de los animales. A mayor temperatura mayor tasa metabólica y por ende mayor consumo de oxígeno

- Otros dos parámetros importantes son la dureza (alcalinidad) y el pH debe ser neutro .

### 2. Justificación del caudal requerido

El caudal requerido no se consume, solo se utiliza es decir se devuelve la misma cantidad de agua dividida en 2

vertimientos.

La cantidad de agua requerida depende directamente de la concentración de oxígeno en el agua, desafortunadamente en Colombia necesitamos más agua porque las bajas temperaturas están ubicadas sobre los 1300 msnm donde la concentración es mas baja debido a la presión atmosférica si lo comparamos con explotaciones piscícolas sobre el nivel del mar en los países con estaciones.

La trucha es un animal con requerimientos altos en calidad y cantidad de agua sobretodo en oxígeno, esta especie solo puede capturar el oxígeno sobre 5.5 ppm o gr/litro de oxígeno.

El consumo de oxígeno también depende directamente de la temperatura del agua , a mayor temperatura el agua tiende a ser menos rica en oxígeno. Además de la temperatura tenemos que sumarle la tasa metabólica del pez que aumenta con el incremento de la misma. Los animales pequeños (alevinos) tienen mayor consumo de oxígeno por kilo de biomasa (peso Vivo) que los animales de engorde.

A continuación anexamos una tabla extraídas del libro “Cria Industrial de la trucha” de La Doctora Carmen Blanco Cachafeiro . Esta tabla indica el consumo de oxígeno por hora en miligramos de oxígeno por kilogramo de peces vivos a determinadas temperaturas. Este cuadro nos ayudara posteriormente a calcular el caudal requerido.

temperatura	14	15	16	17	18
peso vivo					
3,07 g	460,3	487,6	515,6	544,8	573,6
7,29 g	408,6	432,8	457,6	483,1	509,2
14,23 g	372,6	394,6	417,2	<b>440,4</b>	464,2
24,60 g	345,5	365,9	386,9	408,4	430,05

Consumo de O2/Kg de peces/hora Pag 258

### Cálculo del caudal para aportar oxígeno

Considerando un estanque con peces en condiciones de equilibrio, el oxígeno consumido deberá ser aportado por el caudal de agua (figura 1).

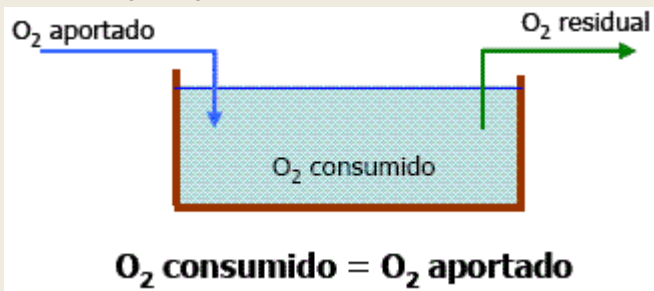


Figura 1. Flujo de oxígeno en un estanque

El oxígeno consumido dependerá de la biomasa de peces existente en el tanque (B) y de la tasa de consumo (Tc), que a su vez es función del peso medio y de la temperatura del agua:

$$O_2 \text{ consumido} = \text{Biomasa (Kg)} \times \text{Tasa de consumo (mg/Kg/h)}$$

Por otra parte el oxígeno aportado, vendrá determinado por el caudal y por el oxígeno disponible en el agua, que dependerá de su solubilidad y de la mínima concentración tolerable por la especie en cuestión:

$$O_2 \text{ aportado} = \text{Caudal (l/h)} \times O_2 \text{ disponible (mg/l)}$$

Igualando ambas expresiones puede calcularse el caudal mediante la siguiente fórmula:

$$Q(O_2) = \frac{B \text{ (Kg)} \times Tc \text{ (mg/Kg/h)}}{Od \text{ (mg/l)}} \text{ (l/h)}$$

El oxígeno disponible se calcula como  $Od = S - Cm$ , siendo  $Cm$  la concentración de oxígeno en el agua de salida del tanque.

En la figura 5 se presenta un ejemplo de cálculo de caudal para aportar oxígeno a un estanque de peces.

**Ejemplo:** Calcular el caudal necesario para aportar oxígeno a un estanque de truchas, cuyas dimensiones son 30 x 10 x 1 metros, que contiene truchas de 10 gr de peso medio a una densidad de 15 Kg/m<sup>3</sup>, siendo la temperatura del agua de 16°C y el pH de 7,5.

La biomasa de truchas presente en el estanque será:

$$B = \text{Volumen} \times \text{Densidad} = (30 \times 10 \times 1) \text{ m}^3 \times 15 \text{ Kg/m}_3 = 4.500 \text{ Kg} = 4,5 \text{ Tm}$$

La tasa de consumo de oxígeno para truchas de 10 gr a una temperatura de 16°C es del orden de 440 mg/Kg/h (Blanco, 1995).

El oxígeno disponible se determina a partir de la solubilidad a 16°C (Blanco, 1995) y de la concentración mínima recomendada para la trucha (que es de 5,5 mg/l):

$$O_d = S - C_m = 9,9 - 5,5 = 4,4 \text{ mg/l}$$

El caudal necesario para aportar oxígeno al estanque será:

$$Q(O_2) = \frac{B \times T_c}{O_d} = \frac{4,5 \text{ Tm} \times 440 \text{ gr/Tm/h}}{4,4 \text{ gr/m}^3} = 450 \text{ m}^3/\text{h}$$

La tasa de renovación de dicho tanque será de:

$$Tr = \frac{Q}{V} = \frac{450 \text{ m}^3/\text{h}}{300 \text{ m}^3} = 1,5 \text{ renovaciones/hora}$$

Figura 2. Ejemplo de cálculo de caudal para aportar oxígeno

#### Aspectos a tener en cuenta para un Flujo de caja proyectado ajustado a la realidad

- Proyección de crecimiento según temperatura y oxígeno.
  - Biomasa de cada etapa
  - Consumo de alimento concentrado
  - Densidades manejadas
  - Riesgo vs. tiempo
  - Siembras proyectadas
  - Costos fijos
  - Rotación de cartera
  - Riesgo de cartera
-