

Propuesta metodológica para el diseño de instalaciones piscícolas

Miguel Jover, Silvia Martínez, Ana Tomás, Luz Pérez

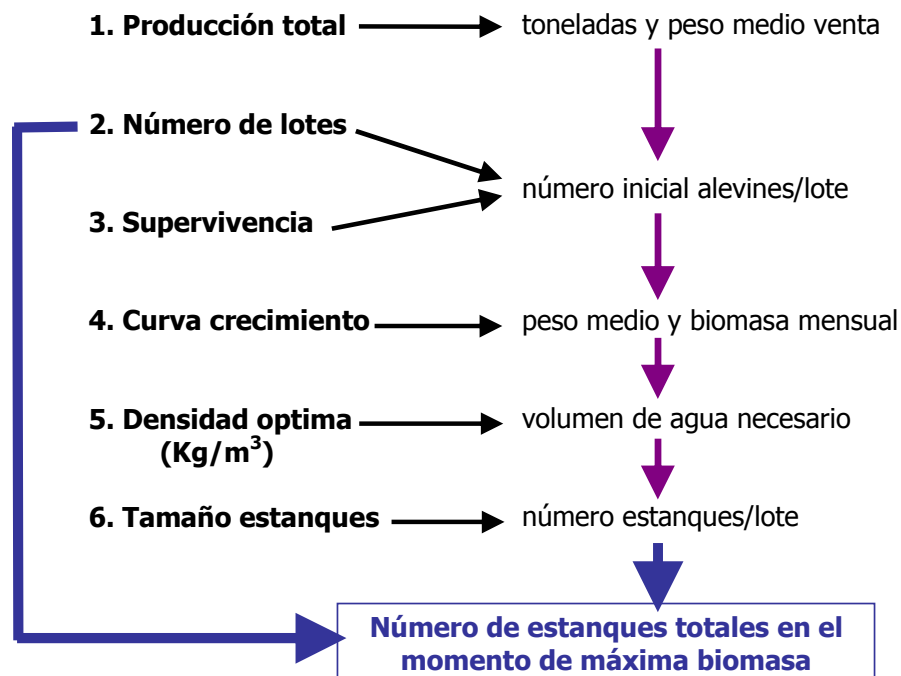
Grupo de Investigación en Recursos Acuícolas, Dpto Ciencia Animal, Univ. Politécnica de Valencia
 Camino de Vera 14, 46022 Valencia (España)
 e-mail: mjover@dca.upv.es

Introducción

El dimensionado de una instalación acuícola, entendiéndose como tal la determinación del número de estanques necesarios para cada una de las fases, y también el posterior cálculo de los caudales, requiere el previo establecimiento del plan de producción de la misma. En primer lugar habrá que decidir la producción final deseada, tanto en número de toneladas como en el tamaño de los peces a producir, y después será necesario determinar el número de lotes en los cuales se va a dividir la producción, así como el momento de inicio de cada uno de dichos lotes (Jover y Pérez, 1996).

En la figura 1 se expone un esquema del procedimiento a seguir para el diseño de una piscigranja.

Figura 1. Esquema del procedimiento para el diseño de una piscifactoría



La determinación del volumen de producción puede realizarse en función de diferentes objetivos, fundamentalmente: caudal de agua o superficie de terreno disponible, capacidad de carga admisible y posibilidades de venta rentable.

El caudal de agua disponible puede ser limitante en algunos sistemas de producción, por lo que en una primera aproximación hay que considerar la biomasa máxima admisible en función de dicho caudal. Diferentes autores han establecido los kilogramos de peces por unidad de caudal (m^3/h), pero al ser estos dependientes del propio tamaño de los peces y de la temperatura del agua, es muy difícil a priori establecer la capacidad de producción de una piscifactoría considerando el caudal de agua, pues en un momento dado, existen diferentes cantidades de peces de distintos tamaños, que requieren caudales distintos. Existe una recomendación muy general y fácil de recordar para el caso de a trucha arco iris, es posible mantener entre 1,0-1,5 kilogramos de trucha por cada litro por minuto de agua disponible.

Cuando se trata de instalaciones extensivas, en las que el tamaño de los estanques es elevado, pueden existir limitaciones de espacio disponible para establecer el volumen de la instalación.

Por otro lado, en zonas húmedas, lagos, embalses, etc., puede existir una carga límite en función de la alteración del ecosistema. Se trata de limitar la producción de residuos orgánicos, nitrógeno, fósforo, etc.

Además de las consideraciones anteriores, la producción anual de la piscifactoría debería estar basada, fundamentalmente, en un estudio de mercado que garantice las ventas del pescado producido, pero en cualquier caso debe ser suficiente para realizar una gestión técnica de forma que la unidad productiva sea rentable.

Establecimiento del número de lotes y plan de producción

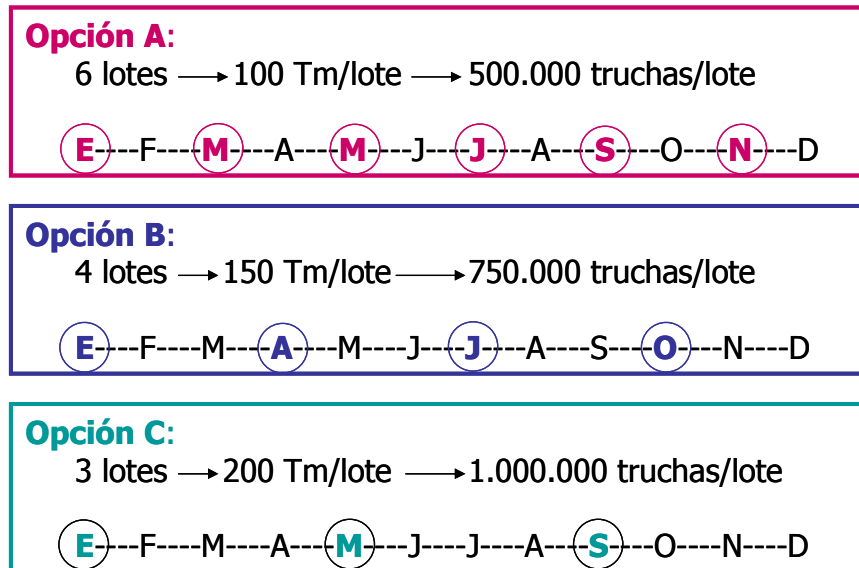
En cuanto al número de lotes, existen ventajas e inconvenientes para decidirse por una valor elevado o uno bajo. A medida que el número de lotes aumenta, el manejo de la instalación se complica, pero se mejora la eficacia del trabajo al estar más repartido a lo largo del año, se reducen las necesidades de instalaciones y se mejora la comercialización del producto a lo largo de todo el año. No obstante, también existen limitaciones biológicas para el establecimiento de lotes en determinadas épocas del año fuera del periodo natural de reproducción, aunque mediante tratamientos hormonales y control del fotoperiodo es posible conseguirlo en muchas especies (salmónidos, doradas, lubinas, etc.). En el caso de algunas especies de países tropicales, como la tilapia, en los que la temperatura del agua es elevada y constante, la maduración de los peces está garantizada durante todo el año debido a las altas temperaturas, pero en otras todavía no se ha conseguido la reproducción fuera de época natural.

Así, en principio podrían plantearse tres posibilidades, entre otras, en la distribución de la producción en 6, 4 o 3 lotes (figura 2) separados dos, cuatro y tres meses respectivamente, y que en el caso de una producción anual de 600 Tm de trucha ración de 200 gr, cada lote debería estar constituido por 500.000, 750.000 y 1.000.000 truchas. Puede comprobarse como, los intervalos en la introducción de los lotes son, dos, tres y cuatro meses respectivamente, y si la temperatura del agua es constante a lo largo del año y los crecimientos de los diferentes lotes son similares, los peces alcanzarían el peso medio con idéntico desfase.

La venta de los peces de un lote deberá llevarse a cabo durante un periodo variable de 2, 3 o 4 meses respectivamente, de forma que primero se venden los peces más adelantados ("cabezas"), seguidos de los de crecimiento medio, y en último lugar los

peces más retrasados ("colas"), para lo cual es necesario realizar clasificaciones periódicas.

Figura 2. Alternativas de diseño de una piscifactoría con un objetivo productivo de 600 Tm/año de trucha ración de 200 gr



Una vez decidido el número de lotes hay que establecer el "plan de producción" para cada uno de los lotes. En primer lugar, hay que estimar el crecimiento de los peces (Cho y Bureau, 1999), y junto con el número de individuos se determina la biomasa de peces en cada uno de los meses, y en función de las densidades admisibles y el tamaño de los estanques, se calculará el volumen de agua y el número de estanques necesario para la producción de un lote.

En la tabla 1 se estudia el plan de producción de un lote tipo (considerando una temperatura constante del agua de 12°C) de una piscigranja de 600 Tm anuales de producción, organizada en 6 lotes

Tabla 1. Plan de producción de un lote de 100 Tm de truchas

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
S	99	98	97	96	95	94.5	94	93.5	93	92.5	92	91.5	91	90.5	90	90
PM	0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93	115	140	158	200
B	0,44	1,09	2,16	3,73	5,81	8,92	12,5	17,1	23,2	29,8	37,8	47,3	58,1	70,4	79	100
D	10	10	10	20	20	20	20	30	30	30	30	40	40	40	40	40
V	44	109	216	187	290	446	627	571	775	994	1.261	1.182	1.453	1.760	1.975	2.500
T	15	15	15	45	45	45	45	150	150	150	150	150	150	150	150	150
NT	3	7	14	4	6	10	14	4	5	7	8	8	10	12	13	17
NR	7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12	12	12	17	17

M: meses; S: supervivencia acumulada (%); PM: peso medio (gr); B: biomasa (Tm); D: densidad (Kg/m³); V: volumen de agua (m³); T: tamaño del estanque (m³); NT: número teórico de estanques; NR: número real de estanques

La determinación del número real de estanques necesarios cada mes se lleva a cabo de forma que los peces sean mantenidos en los mismos estanques durante 2-3 meses, al final de los cuales, se clasifican y se desdoblan.

Número de estanques necesarios

Después de determinar las necesidades de estanques para un lote, se pasa a la fase final del diseño de una piscifactoría, que consiste en establecer la coincidencia de los diferentes lotes para conocer el momento más desfavorable en cuanto a máxima biomasa y máxima ocupación de estanques, que suele ser el último mes del período productivo del primer lote, justo antes de ser vendidos los peces que ya han alcanzado el tamaño comercial (tabla 2).

Una vez realizada la coincidencia de lotes, la biomasa máxima en el caso de 6 lotes, es de 278 toneladas, y las necesidades de estanques, considerando un período de crecimiento de 16 meses (con una temperatura del agua de 12°C), se llega a la conclusión que son precisos 21 estanques de alevinaje de 15 m³, 20 estanques de pre-engorde de 45 m³ y 54 estanques de engorde de 150 m³.

Tabla 2. Plan de producción de una instalación acuícola para producir 600 Tm anuales en 6 lotes

L/M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93	115	140	158	200	<i>Peso medio (gr)</i>			
1	0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30	38	47	58	70	79	100	<i>Biomasa (Tm)</i>			
1	7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12	12	12	17	17	<i>Nº estanques</i>			
2			0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93	115	140	158	200		
2			0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30	38	47	58	70	79	100		
2			7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12	12	12	17	17		
3				0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93	115	140	158	200	
3				0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30	38	47	58	70	79	100	
3				7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12	12	12	17	17	
4					0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93	115	140		
4					0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30	38	47	58	70		
4					7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12	12	17	17	
5						0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58	74	93			
5						0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30	38	47			
5						7	7	14	6	6	14	14	5	5	8	8	12			
6							0,8	2	4	7	11	17	24	33	45	58				
6							0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17	23	30				
6							7	7	14	6	6	14	14	5	5	8				
7								0,8	2	4	7	11	17	24	33					
7								0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	12	17					
7								7	7	14	6	6	14	14	5					
8														0,8	2	4	7	11	17	
8														0,4	1,1	2,2	3,7	5,8	8,9	
8														7	7	14	6	6	14	
BT													278							
NT	21						20						54							

L/M: lotes en filas y meses en columnas; BT: biomasa total (Tm); NT: número total de estanques
En azul el peso medio (gr), en negro la biomasa (Tm) y en naranja el nº de estanques.

En general, al organizar la producción en un mayor número de lotes, la biomasa máxima es menor, y por tanto el caudal requerido será también menor.

Disposición de las instalaciones

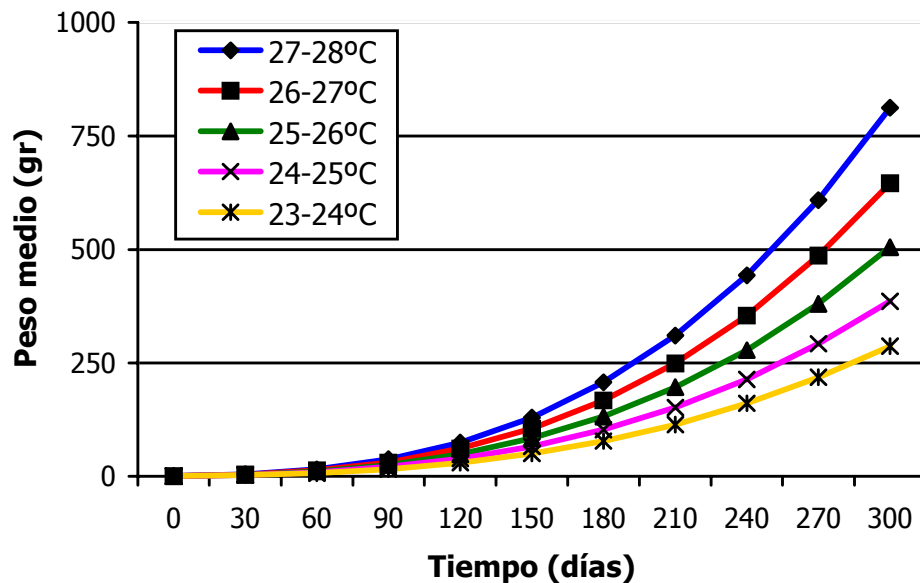
La disposición en planta de las instalaciones se debe realizar en función de la topografía del terreno para facilitar la distribución de agua a los estanques por gravedad. No obstante, es importante considerar la facilidad para llevar a cabo las operaciones de manejo (alimentación, clasificaciones, despesques, etc.) con la mayor versatilidad posible evitando los desplazamientos.

Diseño de instalaciones extensivas

El diseño de instalaciones acuícolas semi-extensivas en regiones tropicales se lleva a cabo de forma idéntica al expuesto anteriormente, aunque es necesario considerar los parámetros biotecnológicos particulares, periodos de crecimiento más cortos (inferiores al año), menor carga de peces (1-5 ind/m³), estanques de mayores dimensiones, y también menores recambios de agua.

Como ejemplo, se va a desarrollar el diseño de una instalación para la producción de 600 Tm anuales de tilapias de 450-500 gr, distribuidas en 6 lotes. En primer lugar, hay que estimar el crecimiento de la tilapia en función de la temperatura del agua (fig. 3), el cual se ha llevado a cabo mediante el modelo de Cho considerando un CTC=0,002276 (Yi *et al.*, 1996).

Figura 3. Curvas de crecimiento de la tilapia para varias temperaturas del agua



El plan de producción de un lote de 100 Tm, para una temperatura media del agua de 27-28°C, se muestra en la tabla 3. Si se consideran unas densidades de 2 y 1 Kg/m³ para el alevinaje y el engorde, respectivamente, serían necesarios 8 estanques de 500 m³ y 20 de 5.000 m³. Durante la primera fase del periodo de engorde, sólo son necesarios 10 estanques, por lo que al desdoblarse los peces para pasar a la segunda fase, se realizará una clasificación.

Al establecer el plan de producción global de la instalación (tabla 4), se observa que tan solo coinciden 2 lotes en el periodo de alevinaje y 3 lotes en el engorde, debido a que el ciclo productivo dura menos de un ciclo anual. Por tanto, serán necesarios 16 estanques de alevinaje y 50 de engorde.

Tabla 3. Plan de producción de un lote de 100 Tm de tilapia

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9
S	98	97	96	95	94	93	92	91	90
PM	4,5	15,6	37,7	74,5	129,6	206,9	310,0	442,7	499,6
B	1,0	3,4	8,0	15,7	27,1	42,7	63,3	89,4	99,8
D	2	2	2	1	1	1	1	1	1
V	486	1.684	4.021	15.711	27.055	42.720	63.323	89.444	99.811
T	500	500	500	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
NT	1	3	8	3	5	9	13	18	20
NR	8	8	8	10	10	10	20	20	20

M: meses; S: supervivencia acumulada (%); PM: peso medio (gr); B: biomasa (Tm);
D: densidad (Kg/m³); V: volumen de agua (m³); T: tamaño del estanque (m³);
NT: número teórico de estanques; NR: número real de estanques

Tabla 4. Plan de producción de una instalación acuícola extensiva (nº de estanques) para producir 600 Tm anuales de tilapia

L/M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	8	8	8	10	10	10	20	20	20			
2			8	8	8	10	10	10	20	20	20	
3					8	8	8	10	10	10	20	20
4							8	8	8	10	10	10
5									8	8	8	10
NE	16						50					

L/M: lotes en filas y meses en columnas;

NE: número total de estanques

La alternativa de una instalación intensiva, con densidades de 5 y 25 Kg/m³ para el alevinaje y el engorde respectivamente, y estanques de 200 y 500 m², supondría que para producir 600 Tm anuales de tilapia, serían necesarios 11 estanques de alevinaje y 19 de engorde.

Cálculo de caudales: consideraciones previas

El cálculo del caudal de agua necesario para una instalación acuícola debe realizarse para asegurar un óptimo aporte de oxígeno para la respiración de los peces y una adecuada eliminación del amoníaco excretado y de los restos sólidos de pienso y heces.

Los caudales se calculan en el momento más desfavorable, es decir cuando la biomasa de peces en la instalación sea máxima, aunque en el caso de que la temperatura del agua varíe a lo largo del año, también hay que calcularlos para los meses de verano, pues la elevada temperatura del agua puede provocar unas mayores necesidades de oxígeno aunque la cantidad de peces sea menor.

Los requerimientos de caudal de agua de una estanque, o de una instalación, dependen, además de los parámetros ambientales, de la carga de peces, así ocurre que en los sistemas extensivos el aporte de agua es mínimo, y muchas veces únicamente para reponer el agua perdida por infiltración y evaporación, mientras que los sistemas intensivos requieren recambios de agua del orden de 1-2 renovaciones a la hora.

Una vez determinadas las necesidades de agua, puede optarse por adoptar el caudal calculado si se dispone de suficiente agua, o bien por utilizar un caudal inferior (el mínimo sería el caudal para eliminar el amoníaco) y el déficit de oxígeno aportarlo mediante aireación.

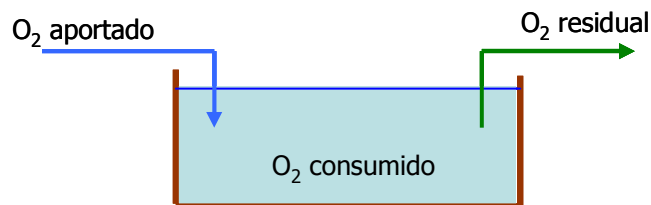
El caso de los sistemas de recirculación, en los que siempre se utiliza la misma agua tras su filtración mecánica y biológica, el aporte de oxígeno se realiza de forma completamente artificial, fundamentalmente mediante oxígeno líquido, para lo cual se satura el agua recirculándola a través de unos biconos especiales donde se inyecta el oxígeno, de forma que al retornar a los tanques de producción reoxigena todo el volumen de agua. La cantidad de oxígeno depende de la carga de peces, pero en los sistemas superintensivos se llega a 3-4 renovaciones a la hora, y una sobre-saturación de 200-300%.

En el caso de las jaulas flotantes ubicadas en el litoral o en grandes pantanos, la mínima corriente de agua asegura la renovación, no obstante, en las jaulas instaladas en lagunas, habría que asegurar la circulación mediante bombas o hidroeyectores.

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 4).

Figura 4. Flujo de oxígeno en un estanque



$$\mathbf{O_2 \text{ consumido} = O_2 \text{ aportado}}$$

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.

Figura 5. Ejemplo de cálculo de caudal para aportar oxígeno

Ejemplo: Calcular el caudal necesario para aportar oxígeno a un estanque de truchas, cuyas dimensiones con 30 x 10 x 1 metros, que contiene truchas de 10 gr de peso medio a una densidad de 15 Kg/m³, 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:

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

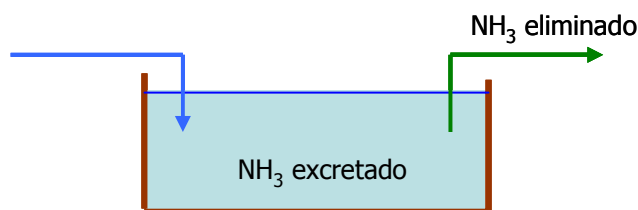
La tasa de renovación de dicho tanque será de:

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

Cálculo del caudal para eliminar amoníaco

Considerando un estanque con peces en condiciones de equilibrio, el amoníaco excretado deberá ser eliminado por el caudal de agua (figura 6).

Figura 6. Flujo de amoníaco en un estanque



$$\text{NH}_3 \text{ excretado} = \text{NH}_3 \text{ eliminado}$$

El amoníaco excretado dependerá de la biomasa de peces existente en el tanque y de la tasa de excreción (Te), que a su vez es función del peso medio y de la temperatura del agua:

$$\text{NH}_3 \text{ excretado} = \text{Biomasa (Kg)} \times \text{Tasa de excreción (mg/Kg/h)}$$

No obstante, debido a que el NH₃ en el agua se disocia rápidamente en el ión amonio, mucho menos tóxico, a efectos del cálculo del caudal, únicamente se debe considerar la fracción no disociada (Fnd).

Por otra parte el amoníaco eliminado, vendrá determinado por el caudal (Q) y por la máxima concentración (Cm) tolerable por la especie en cuestión:

$$\text{NH}_3 \text{ eliminado} = \text{Caudal (l/h)} \times \text{Concentración máxima (mg/l)}$$

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

$$Q(\text{NH}_3) = \frac{B \text{ (Kg)} \times \text{Te (mg/Kg/h)}}{C_m \text{ (mg/l)}} \text{ (l/h)}$$

siendo Cm la máxima concentración de NH3 admisible a largo plazo.

En la figura 7 se presenta un ejemplo de cálculo de caudal para eliminar el amoníaco de un estanque de peces.

Figura 7. Ejemplo de cálculo de caudal para eliminar amoníaco

Ejemplo: Calcular el caudal necesario para eliminar el amoníaco de 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/m³, siendo la temperatura del agua de 16 °C y el pH de 7,5.

La biomasa de truchas presente en el estanque será:

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

La tasa de excreción de amoníaco para truchas de 10 gramos a una temperatura de 16°C es del orden de 950 mg/Kg/d (Blanco, 1995).

La fracción de amoníaco no disociado, para agua a 16°C y pH de 7,5, es de 0,925%.

Por otra parte, la concentración máxima tolerable por la trucha a largo plazo es de 0,01 mg/l.

El caudal necesario para eliminar el amoníaco del estanque será:

$$Q(\text{NH}_3) = \frac{B \times \text{Te} \times \text{Fnd}}{C_m} = \frac{4,5 \text{ Tm} \times 950 \text{ gr/Tm/d}}{24 \text{ h/d} \times 0,01 \text{ gr/m}^3} = 165 \text{ m}^3/\text{h}$$

La tasa de renovación de dicho tanque será de:

$$\text{Tr} = \frac{Q}{V} = \frac{165 \text{ m}^3/\text{h}}{300 \text{ m}^3} = 0,55 \text{ renovaciones/hora}$$

Caudal total para una instalación acuícola

A partir del plan de producción de la instalación (tabla 2), se calcula el caudal total necesario para la misma, considerando los caudales parciales de cada uno de los lotes que coinciden en el momento de máxima biomasa (o en el verano).

En la tabla 5 se presenta el cálculo del caudal necesario (Q) para una granja de truchas de 600 Tm anuales organizada en 6 lotes. Para cada uno de los lotes se calcula el caudal requerido para aportar oxígeno y eliminar el amoníaco, eligiéndose en cada uno de ellos el más limitante, que para agua ácidas o neutras, suele ser el de oxígeno, excepto para los alevines.

Una vez determinadas las necesidades de oxígeno en una instalación, y por tanto el caudal adecuado, puede ocurrir que no se disponga de dicho caudal, o incluso puede

plantearse la opción de reducir el caudal calculado, y aportar el déficit de oxígeno con algún sistema de aireación suplementario. Independientemente, es conveniente prever un sistema de aireación para caso de emergencias.

Tabla 5. Caudal global (Q) para una piscigranja con una producción de truchas de 600 Tm anuales en 6 lotes

Lote	Peso (gr)	B (Tm)	Tc O ₂ (gr/Tm/h)	Cm O ₂ (gr/m ³)	Q O ₂ (m ³ /h)	Te NH ₃ (gr/Tm/h)	Cm NH ₃ (gr/m ³)	Q NH ₃ (m ³ /h)	Q (m ³ /h)
1	200	100	230	5,5	4364	300	0,01	855	4.364
2	140	70	245	5,5	3254	325	0,01	648	3.254
3	93	47	255	5,5	2274	380	0,01	509	2.274
4	58	30	275	5,5	1565	450	0,01	385	1.565
5	33	17	300	5,5	968	600	0,01	291	968
6	17	8,9	350	5,5	591	750	0,01	190	591
7	7	3,7	365	6	283	950	0,005	200	283
8	2	1,1	380	6	88	1.500	0,005	94	94
Total		277,7							13.393

Considerando que el volumen total de agua de la instalación es de 9.315 m³, la tasa de renovación sería de 1,44 recambios a la hora. Asimismo, el caudal de agua por unidad de biomasa máxima es de 48 m³/h/Tm.

Bibliografía

1. Blanco M.C. (1995). La Trucha. Cría Industrial. 503 pp. Ed. Mundi-Prensa (ISBN: 84-7114-504-9).
2. Cho Y. y D. Bureau (1999). Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*, 11(4): 199-210
3. Jover M. y L. Pérez (1996). Acuicultura: bases biológicas, ingeniería y diseño de instalaciones. 199 pp. Ed. Servicio Publicaciones Universidad Politécnica (SPUPV-96.1005)
4. Yi Y., L.C. Kwei y J. Diana (1996). Influence of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) stocking density in cages on their growth and yield in cages and in ponds containing the cages. *Aquaculture*, 146:205-215