

Calculos de Capacidad de Carga en lagunas de Crianza de Salmonideos

IGOR SOLAR A.

CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	71
2. Antecedentes	71
3. Interpretación y Desarrollo	72
4. Aplicación	73
5. Discusión	74

CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA EN LAGUNAS DE CRIANZA DE SALMONIDEOS

Igor Solar A.
Biólogo Marino

SUMMARY

Some economical and biological factors relatives to the culture of salmonid species in locked inland waters, such as hatchery ponds, are analyzed in this report.

Background information which constitute the practical and theoretical base on the study of carrying of rearing ponds used in fish culture are reviewed and summarized.

Tables of carrying capacity in amount of food per day and in number of fishes, considering fish size and water temperature, were prepared. The latter was based on dry pellet feeding table used in trout culture.

The "Efficiency Factor" concept and a new simple formula for predetermining carrying capacity of hatchery ponds are proposed.

1. INTRODUCCION

Uno de los problemas que con frecuencia se plantea el piscicultor en el manejo de piletas o lagunas de crianza de peces, es la cantidad de individuos que sus instalaciones pueden contener en buenas condiciones.

Estas condiciones dicen relación con dos aspectos principales: el aspecto ecológico, referente al conjunto de factores ambientales como temperatura del agua, su contenido de O₂ y minerales, volumen de la laguna, flujo del canal aductor, frecuencia de cambios de agua, reúso del agua, etc. (Leitritz, 1962) y que afectan la sobrevivencia de la población en crianza y que limitan la carga de peces en cultivo en lagunas de piscicultura y el aspecto económico, referente a la utilización intensa de las instalaciones, a fin de lograr una relación costo-beneficio y tasa de rentabilidad, tan favorables como sea posible.

El conocimiento incompleto de la influencia de los factores ambientales, influyen en las posibilidades de carga de las lagunas de piscicultura lo que ocasiona, en muchos casos, un manejo inadecuado, puesto que la subutilización de los estanques, si bien favorece la supervivencia de los peces, puede significar un resultado económico desventajoso. Por otra parte en la expectativa de elevar la productividad, la sobrecarga de las lagunas debe necesariamente influir en las condiciones biológicas, elevando la tasa normal de mortalidad.

Para resolver este problema el piscicultor privado como el estatal dispone de escasa literatura, toda en idiomas extranjeros y en muchos casos de difícil ubicación en bibliotecas especializadas.

La presente contribución tiene por objeto comunicar una revisión de antecedentes básicos obtenidos en trabajos que se citan y presentar algunas fórmulas y tablas de sencilla aplicación para la posible experimentación de los Establecimientos de Piscicultura del Estado y uso en pisciculturas particulares cuyas posibilidades de desarrollo futuro se refleja en las solicitudes de autorización que están siendo presentadas en la División de Pesca y Caza.

2. ANTECEDENTES

Algunas pautas generales al respecto han sido establecidas por Haskell (1955), quien desarrolla los siguientes conceptos básicos: la cantidad de peces que pueden ser cultivados en una laguna, está relacionada con la cantidad de alimento que los peces obtienen en ella, y por la cantidad de oxígeno disponible que pueden metabolizar. La cantidad de oxígeno consumido y la de productos del metabolismo en el agua, es proporcional a la cantidad de alimento consumido.

Westers (1970) manifiesta que la capacidad de carga, expresada en alimento por día, es proporcional al número de cambios de agua por hora, en un rango de 2 a 24 cambios por hora. Además, expone y ejemplifica el uso de gráficos de capacidad de carga, en libras por pie cúbico, en función de la tasa de cambios por hora, basado en los siguientes conceptos: el aumento del nivel de alimentación (% del peso del cuerpo por día) produce una disminución proporcional en la capacidad de carga. Además, señala que la raíz cúbica del peso promedio de los peces, es proporcional a la capacidad de carga.

Por su parte, Willoughby (1968), asumen.

do válidas las premisas ya indicadas y basado en datos experimentales, presenta la fórmula para determinar la capacidad de carga de lagunas de crianza, en cantidad de alimento a proporcionar diariamente, donde considera importantes factores como: contenido de oxígeno disuelto en el agua que entra a la laguna; oxígeno contenido en el agua que sale de la laguna; cantidad de agua

en toneladas métricas que entra a la laguna en 24 horas con un determinado flujo en galones por minuto; cantidad de gramos de oxígeno necesarios para metabolizar una libra de alimento.

La fórmula, que expresa la cantidad de alimento que se puede suministrar a la laguna según las condiciones particulares, es la siguiente:

$$(O_a - O_b) \frac{5.45 \text{ (Ton)} \times \text{g.p.m.}}{100 \text{ (g. de O}_2\text{)}} = \text{Libras de Alimento por día}$$

3. INTERPRETACION Y DESARROLLO

3.1. La fórmula de Willoughby, en apariencia muy sencilla, debe resultar un tanto difícil de aplicar para el piscicultor, por encontrarse planteada en unidades de medida cuyo empleo no es corriente en nuestro país y que obliga a conversiones a las equivalencias de uso habitual.

Para obviar esta dificultad hemos determinado la equivalencia al Sistema Decimal de Pesos y Medidas, reemplazando en la fórmula los correspondientes valores en litros por minuto y gramos de O₂, necesarios para metabolizar un Kg. de alimento. El resultado, por tanto, queda expresado en Kg. por día:

$$(O_a - O_b) \times 0,00653 \times \text{lt.p.m.} = \text{Kg. alimento por día (*)}$$

De la aplicación de esta fórmula para distintos valores, según la diferencia de oxígeno disuelto en el agua de entrada y salida de la laguna (en partes por millón) y para dife-

rentes flujos de agua equivalentes a un cambio por hora en lagunas de diversos volúmenes, se ha obtenido el Cuadro 1.

CUADRO 1

Cantidad de alimento por día (Kg) para distintos valores de O₂ y para diversos flujos de agua, en lagunas de crianza de distintos volúmenes. Tasa de cambio de agua por hora = 1.

VOL (m ³) Lt/min.	(x)	30	40	50	75	90	130	Kg/x FE
Oa — Ob (**)	(y)	498	664	830	1.245	1.494	2.158	
13 — 6	7	22.8	30.4	38.0	57.0	68.4	98.8	0.76
12 — 6	6	19.5	26.0	32.5	48.8	58.5	84.5	0.65
11 — 6	5	16.2	21.6	27.0	40.5	48.6	70.2	0.54
10 — 6	4	12.9	17.2	21.5	32.3	38.7	55.9	0.43
9 — 6	3	9.7	13.0	16.2	24.4	29.2	42.2	0.32
8 — 6	2	6.5	8.7	10.9	16.3	19.6	28.3	0.22

La relación entre la cantidad de alimento diario, de acuerdo a una determinada disponibilidad de oxígeno, y el correspondiente vo-

lumen de la laguna, tiene un valor constante, que se denomina "Factor de Eficiencia" (FE).

(*) El valor 0,00653 corresponde al cociente de la fracción:

$$\frac{1,44 \text{ (Ton)}}{220,4 \text{ (g. de O}_2\text{)}}$$

(**) Se ha considerado Ob como 6 p.p.m. por estimarse este valor como límite mínimo de seguridad para la supervivencia de los salmonídeos.

3.2. Dicho factor de eficiencia determinará la cantidad proporcional de peces que se puede cultivar en lagunas de crianza, de acuerdo a su volumen, el que también podrá ser mayor en forma proporcional al número de cambios por hora que el flujo del canal aductor le entregue.

Sin embargo este FE no indica la cantidad real de peces que se puede mantener en

crianza, puesto que la carga expresada en número de alevines depende de la temperatura del agua y del tamaño o peso de los peces. Esta dependencia estará dada por la variación del porcentaje de alimento en relación al peso corporal para cada caso particular. El cuadro que sigue, basado en la Ta-

bla de Alimentación para truchas arco iris propuesta por Leitritz (1962) muestra la carga que se puede cultivar por metro cúbico en diferentes situaciones. La presente Tabla se refiere al FE 0.54 por considerar como más frecuente la disponibilidad de O₂ igual a 5 p.p.m.

CUADRO 2

Capacidad de carga por metro cúbico de agua expresada en Número de Individuos, para Factor de Eficiencia 0.54 (5 p.p.m. de O₂) en diferentes condiciones de temperatura y tamaño de los peces (Tasa de Cambio = 1).

Rango Peso (g.)	5.2	12.1	23.2	39.3	61.8	91.8	131.7
	12.0	23.1	39.2	61.7	91.7	131.6	180.0
Rango T° (°C)							
4.5 — 6.0	5.770	3.200	2.020	1.530	1.090	840	680
	2.500	1.670	1.200	970	740	590	500
6.1 — 7.6	5.070	2.830	1.790	1.310	920	690	510
	2.200	1.510	1.060	830	620	480	380
7.7 — 9.2	4.420	2.550	1.600	1.100	830	620	480
	1.910	1.340	950	700	560	430	350
9.3 — 10.9	3.780	2.180	1.370	950	700	530	410
	1.640	1.140	810	600	470	370	300
11.0 — 12.6	3.520	1.980	1.260	890	650	490	370
	1.530	1.040	740	560	440	340	270
12.7 — 14.3	3.050	1.750	1.140	790	580	440	340
	1.320	920	670	500	390	300	250
14.4 — 16.0	2.730	1.540	990	700	510	390	300
	1.180	810	590	450	350	270	220
16.1 — 17.7	2.360	1.350	880	650	470	360	270
	1.020	710	520	420	320	250	200
17.8 — 19.0	2.080	1.210	790	610	440	330	250
	900	630	470	390	290	230	180

En el desarrollo de este trabajo, hemos deducido una sencilla fórmula que permite calcular directamente la capacidad de carga de una laguna en Kg. de peces, para diferentes valores de FE.

Esta fórmula está basada en las relaciones

de proporcionalidad ya expuestas, con la incorporación del valor correspondiente al porcentaje de peso corporal, para condiciones específicas de temperatura y peso promedio de los peces, de acuerdo a la Tabla de Dieta Seca de Leitritz. La fórmula es la siguiente:

$$\frac{FE \times V.lag. \times TC. \times 100}{\% P.C.} = \text{Carga de peces (Kg)}$$

donde:

- FE = Factor de Eficiencia de acuerdo contenido de O₂ del agua.
 V.lag = Volumen de la laguna en m³.
 TC. = Tasa de Cambios de agua por hora.
 100 = Valor constante (cálculo de porcentaje).
 % P.C. = Cifra según Tabla de Leitritz correspondiente al porcentaje de alimento en relación al peso

corporal promedio de los peces, variable según temperatura y tamaño (edad) de los peces.

4. APLICACION

4.1. Determinar la capacidad de carga de una laguna de 100 m³, con un ingreso de agua de 11 p.p.m. de O₂ y en cantidad suficiente para efectuar dos cambios de agua por hora. Tamaño de peces: 150 gramos; temperatura del agua 15.5 °C.

$$\frac{0,54 \times 100 \times 2 \times 100}{1,3} = 8.307,7 \text{ Kg. de peces.}$$

$$= 55.384 \text{ individuos.}$$

Comparando el resultado con lo que nos indica el Cuadro 2, Temperatura: 14.4 — 16.0°C. Peso: 131.7-180.0 g. Cantidad: 220-300 truchas por metro cúbico con un cambio por hora. Por lo tanto, en una laguna de 100 metros cúbicos, con dos cambios por hora, se pueden colocar 44.000 a 60.000 truchas.

permite recuperar 3 p.p.m. de O₂. En la primera laguna entra agua para realizar dos cambios por hora con 10 p.p.m. de oxígeno. Se cultivará inicialmente truchas pequeñas pero se espera criarlas hasta cerca de 200 gramos.

4.2. Se dispone de dos lagunas de 60 m³ cada una, en serie, con un pequeño salto que

Temperatura promedio máxima en la temporada de calor, 16°C. Mortalidad natural esperada, 15%. ¿Cuál es la carga por laguna con que es conveniente iniciar el cultivo?

LAG. A.	$\frac{0,43 \times 60 \times 2 \times 100}{1,3} = 3.969 \text{ Kg}$	= 3.969 Kg
		= 19.845 peces.
LAG. B.	$\frac{0,32 \times 60 \times 2 \times 100}{1,3} = 2.954 \text{ Kg}$	= 2.954 Kg
		= 14.770 peces.

Considerando 15% como mortalidad posible, convendría iniciar el cultivo con 22.820 truchas en la laguna A y 16.985 en la laguna B.

una aproximación biológicamente fundamentada, aplicable a la determinación relativamente ajustada de la capacidad de carga de laguna de crianza de salmonídeos.

5. DISCUSION

La condición de seres vivos del objeto en estudio determina la imposibilidad de dar carácter absoluto a las presunciones numéricas planteadas. Sin embargo, estimamos que el método que se presenta constituye

Se ha desestimado la influencia negativa que debe tener la presencia de desechos metabólicos no gaseosos en las aguas de reúso. Se sugiere la realización de experiencias tendientes a determinar de qué manera este factor podría hacer disminuir la eficiencia de lagunas en serie.

LITERATURA CITADA

- LEITRITZ, K. 1962. Trout and Salmon Culture. Fifth Bull. N° 107.
- SOLAR, I. 1973. Chile develops the cultivation trouts in cages. Fish Farm. Inter. Vol. 1: 99-104.
- WESTERS, H. 1970. Carrying capacity of Salmonids Hatcheries. Progr. Fish. Cult. Vol. 32. N° 1: 43 - 46.
- WILLOUGHBY, H. 1968. A method for calculating carrying capacities of hatchery troughs and ponds. Progr. Fish. Culturist. Vol. 30. N° 3: 173-174.

