

Antecedentes analíticos para minimizar el FCR y maximizar el SGR en salmón del Atlántico

Víctor Vidal Vivallo.
Departamento de Asistencia Técnica
Biomar – Chile
Correo: vvidal@biomar-fishfeed.cl

Introducción

La tasa de alimentación en una jaula de peces, es una variable relevante para obtener buenos resultados productivos, por lo tanto, antes de definir una política al respecto, es necesario conocer algunos antecedentes relacionados con la conducta de la población para peces al interior de una jaula de cultivo. Efectuando una extrapolación a los salmones en estado salvaje, existe en ellos una conducta altamente jerarquizada (Botero, 2004), donde los ejemplares dominantes ejercen, mediante la secreción de feromonas, un dominio espacial del patio de alimentación que impide a los individuos menos agresivos el acceso al alimento, estos últimos, solamente se acercan a este una vez que se han retirado los peces dominantes y la actividad de las feromonas ha cesado, de ahí la importancia, de maximizar el tiempo de alimentación, para lograr la saciedad en un máximo de individuos.

Por otra parte, la dinámica de los peces existente al interior de una jaula es compleja, el espacio y alimento son dos recursos escasos que provocan estrés social en los peces; para el caso de los salmones, este se atenúa solamente en la medida que se alimenta a saciedad a cada uno de los peces (Ocampo & Auro).

Durante la alimentación el patio donde se distribuye este es ocupado por los individuos dominantes, los que una vez saciados, ceden el espacio a los de menor agresividad., esta, no es una variable de tipo continua, es más bien una variable discreta, debido a que el cambio de los peces en alimentación activa se produce en la medida que se van retirando los peces dominantes del patio de alimentación. Se ha observado (Vidal, 2005), que salmones del Atlántico dispuestos en mallas de 30 x 30 m, x 20 m de profundidad, responden en forma intermitente a la alimentación cuando el sensor que controla el paso de alimento por la columna de agua (cámara) de se ubica entre los 6 y 8 m de profundidad, es decir, se observa en una primera etapa un gran número de peces alimentándose en forma activa cerca de la superficie, en la medida que estos se sacian, inician un descenso en la columna de agua; si el flujo de alimento se minimiza, es posible observar un nuevo reclutamiento de peces en el patio de alimentación cerca de la superficie. Esta conducta se repite dos o más veces, hasta que los peces no vuelven a la superficie, en ese momento es probable que se logre saciar a todos los peces.

La maximización de los recursos, ha significado un incremento en las dimensiones de las jaulas de cultivo y una acelerada automatización en los sistemas de alimentación, sumado a otras variables, se ha observado un incremento en la relación entre alimento y carne

(FCR); haciéndose imperioso el exhaustivo conocimiento de las necesidades nutricionales, estrategia de entrega del alimento y cantidad que se debe entregar, para mantener en condiciones aceptables el rendimiento de los peces.

Curva de crecimiento para salmón del Atlántico de invierno (Xª región).

La decisión de analizar específicamente la curva que representa el crecimiento de los salmones del Atlántico que ingresaron a engorda durante los meses de invierno (entre los meses de junio y agosto), se debe a que las curvas son similares en su forma para todas las estaciones de ingreso.

La curva logística como descrito en el párrafo anterior, tiene dos partes, la primera es de tipo cóncava y la segunda convexa, si esta representa el potencial de crecimiento, los peces deberían presentar también una primera etapa donde su potencial de crecimiento es exponencial, para posterior a un punto de inflexión, este decrecer hasta llegar a ser prácticamente asintótica respecto a la variable independiente.

Graficados los pesos de los peces en función de las unidades térmicas (Fig.1), se observa una curva típica denominada **“curva logística de crecimiento”** esta representa el crecimiento de un individuo o de una población donde se distinguen en una primera fase exponencial para posteriormente atenuar el crecimiento debido a factores endógenos y exógenos al individuo o población (Kingsland, S. E. 1995).

Conocer el punto de la ecuación donde se produce la inflexión implica conocer el peso en el cual deberemos modificar la estrategia de cultivo, debido a que la tasa de crecimiento se hace menos eficiente, y por ende, para maximizar la eficiencia económica debemos efectuar los ajustes pertinentes al cultivo.

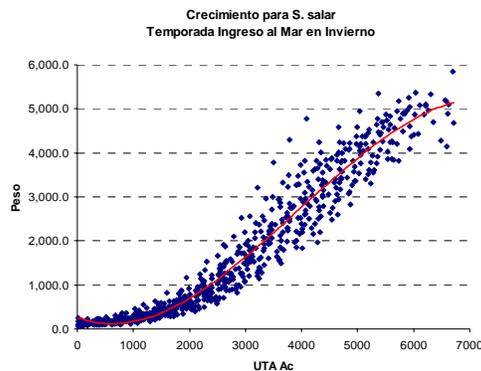


Fig.1.- Curva logística de crecimiento para salmones (S salar) ingresados a engorda en temporada de invierno.

El punto de inflexión de la curva anterior se obtiene igualando a cero la segunda derivada de la ecuación de la curva:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -24E^{-8}UT + 0.0008$$

Reemplazando el resultado para punto de inflexión, obtenemos el peso de los peces donde se inicia el decrecimiento del potencial de crecimiento:

$$0 = -24 * E^{-8} * x + 0.0008$$

de donde:

$$x = 3333.3 \text{ UT}$$

Entonces, si reemplazamos las 3333.3 UT en la ecuación de la curva (Vidal, 2006), obtenemos el peso en el cual se debiera revisar la estrategia de cultivo, y

por ende la estrategia de alimentación, para minimizar el FCR.

$$y = -4E-08x^3 + 0.0004x^2 - 0.4759x + 262.99$$

reemplazando en X

$$y = 2825 \text{ gr.}$$

Curva de conversión de alimento en peso corporal

De forma similar a la construcción de la curva anterior, se ploteo el FCR en función del peso (Fig. 2), observándose una curva diferente a la anterior, pero de ella, al efectuar un reemplazo en la ecuación de tendencia de la curva para diferentes pesos, y graficarla nuevamente (Fig. 3), se observa que es posible linealizarla en diferentes segmentos, es ahí donde se observa que la pendiente es prácticamente cero hasta los 500 gr, entre los 500 gr. y los 1000 gr la pendiente se incrementa en forma muy suave, entre los 1000 gr y los 2500 gr, la pendiente se acentúa suavemente, de ahí en adelante, la pendiente se incrementa en forma muy rápida.

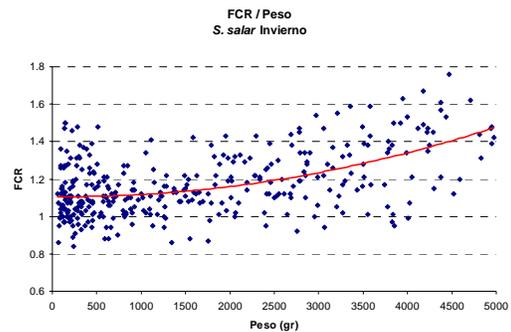


Fig 2.- Curva de FCR en función del peso para salmón del Atlántico

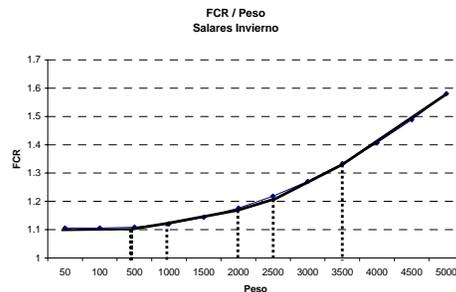


Fig 3.- Linealización de la curva de FCR para salmónes del Atlántico de invierno

Análisis para curvas de SGR y SFR, para salares de invierno.

Existe una alta correlación entre el SFR y SGR (Figura 4), estimado con la r de Pearson, alcanza un valor de 0.93, para el intervalo entre los cero y seis mil gramos, lo que indica que si se mejora la tasa de alimentación, se mejora la tasa de crecimiento

Considerando lo expuesto en el párrafo anterior, si se analiza la estrategia de alimentación (SFR) para tres empresas, y la resultante en crecimiento (SGR); se observa que efectivamente el crecimiento responde a la alimentación entregada a los peces (Fig. 5).

La empresa 1 optimiza el crecimiento aprovechando el potencial que tienen los peces pequeños, entregando una tasa de alimentación mayor que las otras dos empresas, hasta los 1500 gr, y 2400 gr. para el caso de las empresas dos y tres respectivamente.

La ventaja de la empresa uno, respecto a las otras dos, es que puede acortar su periodo de engorda si mantiene un alto SFR o minimizar el FCR si disminuye la

presión de alimentación a partir del punto de inflexión de la tasa de crecimiento, a expensas de un ciclo mas largo, como es el caso de la estrategia seguida por la empresa 1.

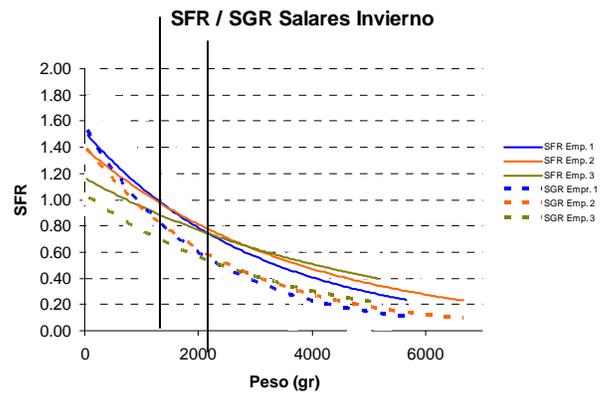


Fig. 5.- Tasas de alimentación (SFR) y crecimiento (SGR) para tres empresas con diferentes estrategias de alimentación en función del peso.

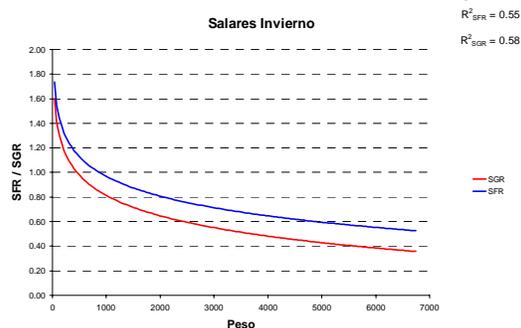


Fig.4.- Relación para las tasas de alimentación (SFR) y crecimiento (SGR) para salares de invierno en función del peso.

Comentarios

La estrategia de alimentación tendiente a maximizar el rendimiento en el cultivo de salmones es muy dinámica, y obviamente va a la par con las modificaciones de los rediseños de ingeniería que ha tenido la industria, es así como se observa obsoleta la estrategia muy utilizada hace no poco tiempo atrás, donde se privilegiaba una alta velocidad de alimentación, con el objetivo de minimizar las pérdidas de alimento mediante una potente señal de para; con las mega jaulas, la dinámica de los peces al interior de estas cambia dramáticamente, es así como la técnica a emplear para estas estructuras productoras de carne de salmón, pareciera ser “ocupar la menor velocidad de alimentación que permita el tiempo operacional” para dejar todos los peces saciados y no sub alimentados por efecto de una señal de para anticipada debido a una velocidad de alimentación inadecuada, es decir la alimentación residual (Talbot,1997) debe minimizarse en la medida que minimizamos la velocidad de alimentación a lo menos del último cuarto de la ración.

Otra variable que se desprende del análisis de la curva de crecimiento es que la presión de alimentación debiera ser diferente antes y después del punto de inflexión; no parece ser muy razonable mantener la misma estrategia después de efectuar la linealización del FCR, donde se observa que la pendiente es prácticamente plana hasta los 500 gramos y posterior a los 2.500 gramos esta se incrementa muy significativamente.

Del análisis de las curvas, se desprende que la tasa de crecimiento (SGR) posee una estrecha correlación con la tasa de alimentación (SFR), y que prácticamente todo el alimento se transforma en biomasa hasta los 500 gramos, entonces, parece aconsejable acercarse esta etapa de la engorda a la estrategia de alimentación que emplea en agua dulce y que también se emplea en el cultivos intensivos de otras especies con menos sofisticación en lo que respecta a la alimentación, es decir, dar la oportunidad que los individuos coman a cualquier hora del día utilizando alimentación continua mediante la estrategia de raciones múltiples.

La alimentación continua solamente se podrá lograr empleando alimentadores automáticos, de esta manera, definida la ración diaria, el artefacto entregará raciones múltiples (micro raciones) durante muchas horas al día, en forma análoga a alimentar un estanque de peces en agua dulce. La ventaja de micro ración es que por ser una cantidad pequeña de alimento, esta es consumida antes que la corriente la saque de la jaula o se pierda por el fondo de la malla.

Siempre existirá una fracción de peces que consumirá el alimento, la cuestión es calibrar el alimentador para entregar la cantidad adecuada en el intervalo de tiempo correcto entre raciones (Vidal, 2006).

La ventaja de maximizar el crecimiento en las primeras etapas del cultivo son

obvias, pero seguramente la más relevante es acortar el ciclo en el mar, donde el riesgo de pérdida significativa

de biomasa se hace dramático en la medida que este se extiende en el ciclo en el tiempo.

Referencias Bibliográficas

- 1.- Comportamiento de los peces en la búsqueda y la captura del alimento. Mónica Botero A. 2004. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, Vol. 17:1.
- 2.- Diagnóstico del estrés en peces. Luis Ocampo, Ana Auro
- 3.- Feeding Patterns in Salmon in Sea Cage. Talbot, C. Korsoen, O. 1997.
- 4.- Dinámica de alimentación en Salmones del Atlántico . Vidal V. 2005.. Artículo no publicado.
- 5.- Estrategia de alimentación para salmones del Atlántico. Vidal V. 2006. Artículo no publicado.
- 6.- Función logística. Kingsland, S.E. 1995 Enciclopedia Wikipedia.