

cientes para el periodo normal de alevinaje hasta mes y medio, después de lo cual, si no se efectúa la cosecha, deberá realizarse una aplicación parcial o total de los componentes a partir del día 30 de la aplicación inicial, de manera tal que la productividad no decaiga.

Si la especie a producir son organismos forrajeros tales como el goldfish, carpas, tilapias o mojarras, se recomienda seguir la siguiente opción. Para estanques de una hectárea, 100 Kg de nitrato de amonio, 200 Kg de superfosfato, 50 Kg de potasa, 100 Kg de alfalfa picada y 300 Kg de gallinaza. Este programa de fertilización producirá más fitoplancton que el descrito para depredadores e igualmente tiene una acción aproximada de un mes y medio, por lo que deberá repetirse cada 30 o 45 días, según sean las condiciones del estanque y la densidad de carga.

El programa de fertilización que trabaje mejor para una situación en particular tendrá que ser desarrollado y adaptado en la estación o granja. Los ejemplos constituyen lineamientos generales o sugerencias aplicables a todos los estanques o condiciones del país.

6. BIBLIOGRAFIA

- * Barnes, E.G. 1976. TRATAMIENTOS DE AGUAS NEGRAS Y DESECHOS INDUSTRIALES. Manuales UTEHA # 337, Sección 6, Tecnología.
- * Diaz, V.R., Contreras, T.A., Enriquez, A.J. y Sánchez, C.P. 1982. EL CULTIVO DE LA CARPA. Folleto para la capacitación pesquera, Secretaria de Pesca. 66 pp.
- * Hopher, B. y Pruginin, Y. 1985. CULTIVO DE PECES COMERCIALES. BASADO EN LA EXPERIENCIA DE LAS GRANJAS PISCICOLAS DE ISRAEL. Editorial LIMUSA. 316 pp.
- * Huet, M. 1978. TRATADO DE PISCICULTURA. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- * Jhingran, V.G., y Pullin, R.S.V. 1985. A HATCHERY MANUAL FOR THE COMMON, CHINESE AND INDIAN MAJOR CARPS. ICLARM, Contribution # 252, Studies and Reviews.
- * Martínez, T.Z. y Abrego, A.J. 1984. MODELO MEXICANO DE POLICULTIVO; UNA ALTERNATIVA DEL DESARROLLO RURAL. Fondepesca. Secretaria de Pesca.
- * Rappaport, U. et al 1977. OBSERVATIONS ON THE USE OF ORGANIC FERTILIZERS IN INTENSIVE FISH FARMING AT THE GINOSAR STATION IN 1976. Bamidgeh 29(2):57-70.
- * Schroeder, G.L. 1974. USE OF FLUID COWSHED MANURE IN FISH-PONDS. Bamidgeh 26(3):84-96.
- * Schroeder, G.L. 1975. SOME EFFECTS OF STOCKING FISH IN WASTE TREATMENT POND. Water Res. 9:591-593.

II. TASA Y FRECUENCIA DE ALIMENTACION

Resumen

En la acuicultura la regla de oro dice "el fin justifica los medios" entendiéndose como "fin" a la definición del producto terminado de la granja; los medios deben estar avocados en toda la expresión de la tecnología disponible para obtener el máximo rendimiento por unidad de esfuerzo y peso (\$) invertido, mediante el manejo óptimo de nuestra granja para obtener en forma constante el rango permisible de crecimiento según el diseño de instalaciones y prácticas acuícolas más actualizadas.

En el buen funcionamiento de cualquier granja piscícola existen seis componentes principales que debemos considerar para determinar la cantidad de alimento a dar: el pez en sí (comportamiento, edad o talla, requerimientos nutricionales), el agua (parámetros físico-químicos), el estanque (capacidad, velocidad de flujo, características de ingeniería, etc), la nutrición (tipo de alimento, calidad nutricional, frecuencia de alimentación, etc.), las prácticas de manejo (técnicas de muestreo, limpieza del estanque, etc.) y las prácticas sanitarias (cuarentena, adecuación de flujos y de densidad de carga, etc.); cada uno de estos factores que afecta la conversión alimenticia debe ser considerado como un aliado que colabora para obtener la meta deseada de crecimiento rápido a bajo costo, o como un llamado enemigo que limita o impide el funcionamiento adecuado de la granja, actuando siempre en conjunto y con repercusión múltiple.

En el presente trabajo se analizan los factores asociados a cada uno de estos componentes y se dan fórmulas para poder determinar la tasa y la frecuencia de alimentación óptimos en un cultivo. Se incluyen programas alimentarios para bagre, trucha y camarón.

1. INTRODUCCION

En un sistema de producción acuática es bien conocido el impacto que representa en los costos el valor del alimento balanceado. Esto se ha estimado en niveles muy superiores al 65 %, por lo que constantemente se busca economizar, evaluando nuevos ingredientes, formas de presentación, mejoras en su estabilidad, palatabilidad y aceptación, tratando de reducir el factor de conversión alimenticia. Sin embargo, rara vez se reconoce la importancia que representa el dosificar la ración para obtener rendimientos óptimos.

El alimento debe ser ofrecido en la máxima cantidad que pueda ser metabolizado por el estanque, en lugar del porcentaje del peso corporal de la biomasa de peces por alimentar. Esta cantidad po-

drá exceder los 100 Kg/ha por día si existiese un buen recambio de agua y suficiente aereación para mantener la calidad del agua dentro de márgenes apropiados.

La alimentación en exceso puede incurrir en desperdicio de alimento, que redundará directamente en un incremento de los costos de producción, reduciendo el oxígeno disponible, el potencial hidrógeno (pH), la eficiencia dietética y el rango de crecimiento, por lo que afecta adversamente la producción. En la Figura 1 podemos analizar el efecto que podría causar una sobrealimentación en un sistema en el cual pudiese existir una mayor producción cuando las condiciones ambientales y biológicas sean adecuadas (Ruta 4), pero esto es más bien la excepción, ya que los hechos más frecuentes han demostrado que, debido a una conjunción de factores detrimentales, suelen conducir a una combinación de las Rutas 1, 2 y 3 como consecuencia de trabajar estanques con

- una excesiva densidad de carga,
- pobre manejo sanitario,
- reducido intercambio de agua, causando una productividad si no baja, en verdad susceptible de mejorarse.

La tasa o rango metabólico de los peces se puede analizar desde el punto de vista de diferentes aspectos, donde una ración insuficiente (Figura 2.A) causa un consecuente decremento. Se puede incrementar la ración y llegar a un metabolismo basal en el que el pez no gana ni pierde peso (Figura 2.B). Continuando con el incremento en la ración se llega a un punto (Figura 2.C) de máximo rendimiento con crecimiento apropiado y conversión alimenticia óptima. En el caso de continuar aumentando la ración se llegará a un punto en que puede haber un incremento parcial pero reducido y a un costo excedido en el que la conversión alimenticia decae reduciendo las posibles ganancias (Figura 2.D).

La relación del rango metabólico como una función del tamaño y edad de los peces se puede visualizar en la Figura 3, en donde se observa que peces de talla inicial pueden metabolizar hasta un 10 % de su peso en alimento diario, disminuyendo sus requerimientos alimenticios conforme crecen hasta representar únicamente el 2 % de su peso. Para animales al final de la etapa de engorda o sementales en reposo fuera de la etapa reproductiva a temperaturas bajas y ejemplares de mayor talla, utilizan fracciones aún inferiores de la unidad (1 %). Todo esto aun cuando es frecuente utilizar cantidades mayores (40 %) de biomasa en alimento diario para algunas especies fuertemente carnívoras como robalos, jurel y túnidos (Figura 5).

El efecto de la temperatura se observa claramente al estudiar el crecimiento del robalo bocón (*Micropterus salmoides*) bajo distintas condiciones (Figuras 4 y 5), en que se ve claramente el incremento en eficiencia de crecimiento conforme aumenta la temperatura hasta llegar a un punto crítico por encima del cual la eficiencia decrece, e incluso, hay suspensión total del crecimiento y llegar hasta la muerte si se rebasan los límites de tolerancia térmica, tanto para altas como bajas temperaturas que

son específicas para cada especie.

El cultivo de truchas tiene más de 100 años de llevarse a cabo y el problema de hacer más redituable el funcionamiento de estos sistemas ha sido constante desde su inicio. Sin embargo, no es sino hasta los años treinta, cuando Shapperclaus (1933), basado en los requerimientos calóricos ofrece un sistema para cuantificar los requerimientos alimenticios, sin embargo, un tanto difíciles de aplicar en la práctica, pero en forma general, esta es la base para formular las tablas de alimentación por parte de las compañías de alimentos. Y no es hasta los cincuenta cuando Haskell realiza un esfuerzo muy original al determinar la forma para obtener la biomasa permisible según el oxígeno disponible para metabolizar el alimento de acuerdo a las tallas de los organismos y su incremento diario, así como su relación con el factor de condición K, esto es, la relación longitud-peso y considerando a la temperatura constante y apropiada para la especie en cuestión, en particular en la trucha arcoiris, Haskell determinó la siguiente ecuación para obtener la densidad de carga como biomasa permisible por metro cúbico:

$$\text{Biomasa } \times \text{ m}^3 = \frac{A \text{ en Kg/m}^3 \text{ cantidad máxima metabolizable}}{A \text{ en \% de peso corporal.}}$$

de la cual deriva la ración alimenticia, de la siguiente manera:

$$\text{Rango de alimentación como \% de biomasa} = \frac{(\text{Factor de C.A.}) * (\text{I.L.}) * (3) * (100)}{L}$$

donde: C.A. = conversión alimenticia.

I.L. = Incremento en longitud por día.

3 = Factor de conversión, relación longitud-peso.

100 = Factor para eliminar decimales.

L = Longitud del pez al inicio.

Otra valiosa aportación que ha remodelado los procedimientos acuícolas fue hecha por Willoughby (1968) analizando factores como el oxígeno inicial y final de un estanque en producción de truchas y su relación con la densidad de carga presente obteniéndolo de la siguiente manera:

$$W_n = (N) / (R_f * 0.10)$$

donde: W_n = Biomasa total en el estanque.

N = Alimento por día en Kg

$$N = (O_a - O_b) * (5.45 / 100) * (R_w)$$

donde: O_a = Oxígeno disuelto inicial en ppm

O_b = Oxígeno disuelto final en ppm.

5.45= Toneladas de agua en 1 g p m/24 horas (factor de corrección).

100= Gramos de Oxígeno requerido para metabolizar 1,200 Kcal en unidad de alimento.

Rw= flujo de agua en galones por minuto.

Rf= Porcentaje de alimento en peso corporal.

$$Rf = [(CA) * (IL) * (3) * (100)] / L$$

donde: CA= alimento consumido/ unidad de peso ganado.
IL= Crecimiento en longitud.

De la información precedente se derivan las Tablas 1 y 2, de un esquema optimizado para el bagre de canal en el noreste de México.

2. ALIMENTACION DEL CAMARON

Para el cultivo del camarón, debido al tamaño de sus fases iniciales, no ha sido posible sustituir los ingredientes de alimento vivo. En los primeros estadios larvales o nauplios se nutren del vitelo, que es la sustancia de reserva del embrión, posteriormente en fase de mysis, consumen algas microscópicas, rotíferos, copépodos y nauplios de *Artemia salina*, llegándose a utilizar harina de soya y alimentos balanceados, microencapsulados, esto último a partir de la fase de postlarva y mientras se mantengan en el laboratorio. Una vez en el exterior, lo más promisorio y de mayor rendimiento es el empleo de dietas suplementarias, combinando esquemas de fertilización y el uso combinado de dietas frescas (carne de almeja, calamar, pescado, mejillón, ostión, jaiba y camarón) desmenuzados, una vez al día en proporción de un 20-30 %, para tallas de 5-10 gr, reduciendo este porcentaje gradualmente hasta un 5 % en tallas de 10 a 20 gr según el crecimiento logrado y por observación directa en el fondo del estanque para estar seguro que el alimento haya sido consumido y evitar la descomposición y alteración de la calidad del agua.

Una vez en fase juvenil, es preferible el uso de dietas balanceadas microencapsuladas en proporción de 2-5 % diario, equivalente hasta al 10-45 Kg/ha; en un principio este alimento es alternado con dietas frescas, exigiendo estas densidades alimentarias un remplazo de agua entre 30 y 300 % diario en estanques con producción de 300 gr hasta 2000 gr por m² respectivamente.

Razonando la información aquí planteada, podemos proyectar el cultivo del camarón para la zona del Norte de México (Tabla 2) donde es factible esperar las temperaturas que se presentan para un cultivo intensivo en estanques de una hectárea con buen reflujó y cambios de agua, o un cultivo semi-intensivo en estanquería de 10 ha, iniciando la siembra con un millón de postlarvas y esperando una mortalidad inicial del 10 % y una supervivencia al final del ejercicio de un 50 %, obteniéndose los resultados presentados en la Tabla 3.

3. BIBLIOGRAFIA

- * Allain, R.E. y W.R. Morrison 1978. COSTS AND RETURNS FOR PRODUCING CATFISH FINGERLINGS. Ag. Exp. Station. U.F. Arkansas. Bulletin 831, Nov 1978: 24 pp.
- * Andrews, J.W., Murai, T. y Gibbons, G. 1973. THE INFLUENCE OF DISSOLVED OXYGEN ON THE GROWTH OF CHANNEL CATFISH. Trans. Am. Fish. Soc. 102 (4): 845-838.
- * Andrews, J.W. y Page, J.W. 1975. THE EFFECTS OF FREQUENCY OF FEEDING ON CULTURE OF CHANNEL CATFISH. Trans. Am. Fish. Soc. 104 (2): 317-321.
- * Andrews, J.W. y Stickney, R.R. 1972. INTERACTIONS OF FEEDING RATES AND ENVIRONMENTAL TEMPERATURE ON GROWTH, FOOD CONVERSION AND BODY COMPOSITION OF CHANNEL CATFISH. Trans. Am. Fish. Soc. 101 (1): 94-99.
- * Bawles, J.L., Fowlers, L.G. y Booker 1974. EFFECTS OF FOUR-FEEDING LEVELS AND FOUR LOADING LEVELS ON GROWTH AND CONVERSION EFFICIENCY OF COHO FINGERLINGS IN CONSTANT 53F WATER.- Interim report, 4 pp.
- * Branhn, J.L. y Schoettger, R.A. 1975. ACQUISITION AND CULTURE OF RESEARCH FISH: RAINBOW TROUT, FATHEAD MINNOWS, CHANNEL CATFISH, AND BLUEGILLS. EPA-660/3.75-011. 45 pp.
- * Brett, J.R. 1971. SATIATION TIME, APPETITE AND MAXIMUM FOOD INTAKE OF SOCKEYE SALMON. J. Fish. Res. Board Con. 28:409-415.
- * Brett, J.R. 1979. ENVIRONMENTAL FACTORS AND GROWTH. Fish Physiology, Vol VIII, Ed. por W.S. Hoar & Randal, Academic Press.
- * Freeman, R.I., Haskell, D.C., Lengacre, D.L. y Stiles, E.W. 1967. CALCULATIONS OF AMOUNTS TO FEED IN TROUT HATCHERIES. Prog. Fish. Cult. October: 194-209.
- * Haskell, D.C. 1955. WEIGHT OF FISH PER CUBIC FOOT OF WATER IN HATCHERY TROUGH AND PONDS. Prog. Fish. Cult. Vol 17 (3): 117-118.
- * Haskell, D.C. 1970. KNOW THE PROPER CARRYING CAPACITIES OF YOUR FARM. Am. Fishes & U.S. Trout News. Vol 15, #1.
- * Haskell, D.C. 1972. MANAGING HATCHERIES BY THE NUMBERS. Am. Fishes & U.S. Trout News. Vol 17, #3.
- * Piper, R.G. 1975. A REVIEW OF CARRYING CAPACITY CALCULATIONS FOR FISH HATCHERY REARING UNITS. Bozeman information leaflet #1:9 pp.
- * Stewart, N.E. y Doudoroff, P. 1967. INFLUENCE OF OXYGEN CONCENTRATION ON GROWTH OF JUVENILE LARGEMOUTH BASS. J. Fish Res. Board Can. 24:475-494.
- * Willoughby, H. 1968. A METHOD FOR CALCULATING CARRYING CAPACITIES OF HATCHERY TROUGHS AND PONDS. Prog. Fish. Cult. Vol 30 (3): 173-174.
- * Wood, E.M. 1953. A CENTURY OF AMERICAN FISH CULTURE 1853-1953. Prog. Fish. Cult. Oct 1953: 147-158.

BIBLIOGRAFIA
 Andrews, J. W., Mustel, T. y Gibson, G. 1973. THE INFLUENCE OF DISSOLVED OXYGEN ON THE GROWTH OF CHANNEL CATFISH. Trans. Am. Fish. Soc. 102 (4): 842-855.
 Allain, R. E. y R. M. Morrison. 1978. COSTS AND RETURNS FOR PRO- DUCING CATFISH FINGERLINGS. AS Exp. Station, U. F. Arkansas. BU- lletin 837, Nov. 1978. 24 pp.
 Lleras, J. W. 1978. 24 pp.

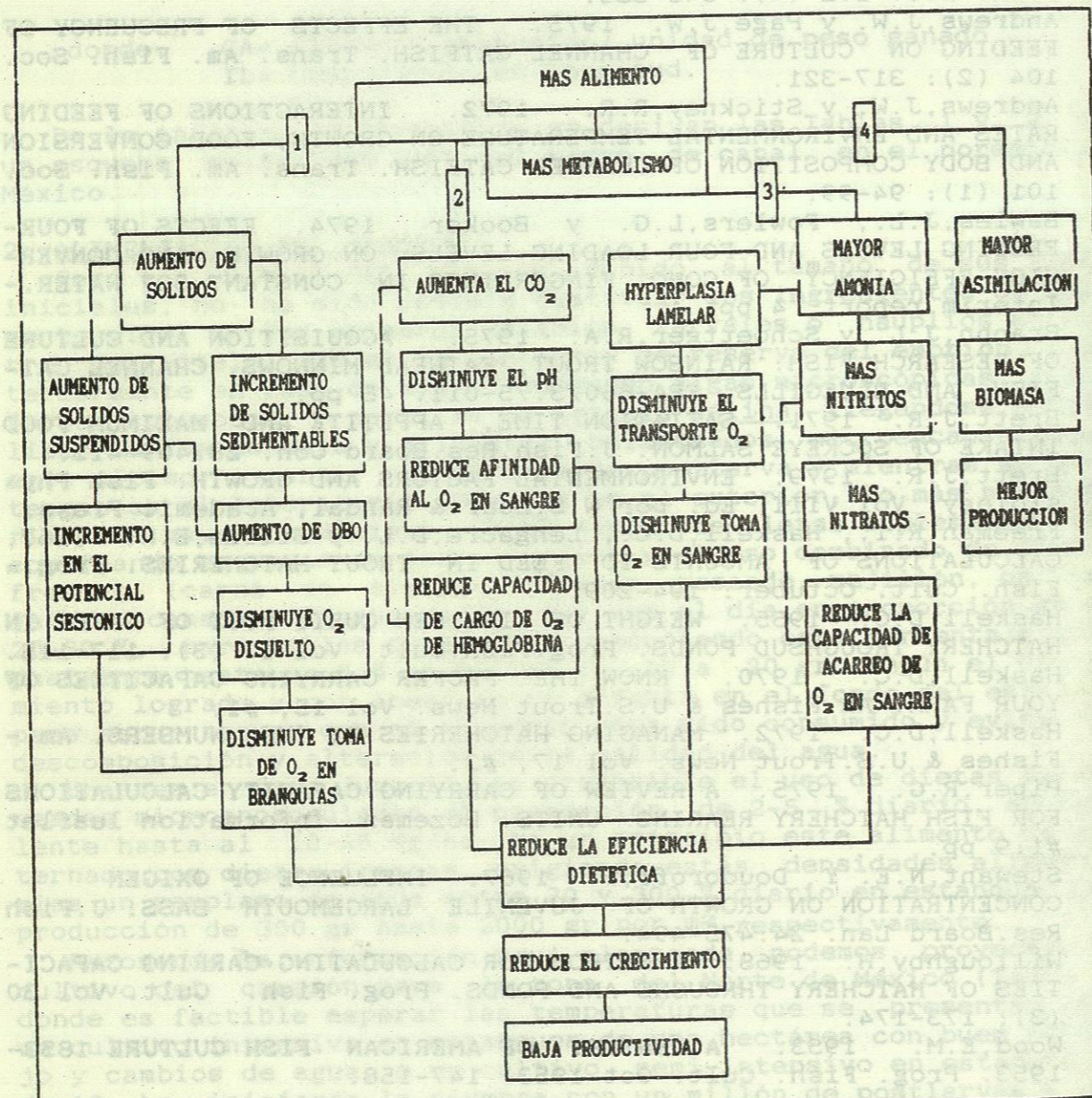
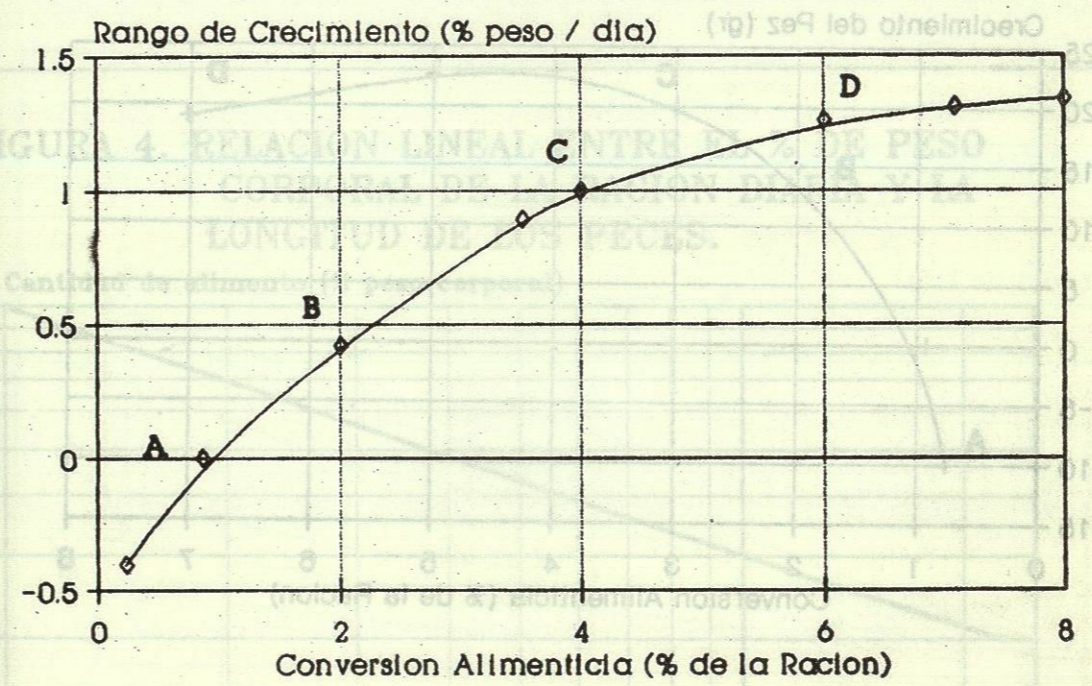


FIGURA 1. RUTAS METABOLICAS EN ESTANQUES ACUICULTURALES COMO RESULTADO DE AUMENTAR LA CANTIDAD DE ALIMENTO PROPORCIONADO (Modificado de Klontz, Downey y Focht, 1979).

CAPILLA ALFONSINA
 BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

FIGURA 2. PORCIENTO DEL CRECIMIENTO DE ALEVINES AL TAMANO DE LA RACION BAJO CONDICIONES OPTIMAS.



Longitud de los peces (cm)