

Evaluación del crecimiento, factor de conversión de alimento y calidad del agua del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en un sistema cerrado.

José Luis Arredondo Figueroa, Hector Rodolfo Valdivia Soto,
Laura Hernández Lastiri y Ricardo Campos Verduzco

Planta Experimental de Producción Acuícola, Departamento de Hidrobiología, CBS,
Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. Apdo. Postal 55-535, Iztapalapa 09340, D.F. México.

Arredondo Figueroa, J.L., H. R. Valdivia Soto, L. Hernández Lastiri y R. Campos Verduzco, 1996. Evaluación del crecimiento, factor de conversión de alimento y calidad del agua del cultivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en un sistema cerrado. *Hidrobiológica* 6 (1-2): 59-65.

RESUMEN

Se cultivó la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en un sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua, con el objeto de medir la tasa de crecimiento, el factor de conversión de alimento y las condiciones de calidad del agua del sistema. Se utilizaron 95 truchas con un peso promedio de 98.24 ± 18.89 g y una longitud promedio de 22.47 ± 0.95 cm, las cuales fueron introducidas en seis estanques circulares de 5.6 m^3 cada uno a una densidad de 3 ind/ m^3 . El flujo de agua fue de 21 l min^{-1} y los peces se alimentaron tres veces al día con una dieta comercial balanceada con $41.9 \pm 0.13\%$ de proteína y $12.08 \pm 0.12\%$ de lípidos, suministrando el 3% de la biomasa por estanque al día. Se tomaron registros catorcenales de longitud total y peso para calcular la tasa instantánea de crecimiento (TIC), la tasa específica de crecimiento (Gu) y el factor de conversión de alimento (FCA). También se registraron periódicamente el amonio total, amonio tóxico, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto y pH. Los resultados indicaron que, después de 39 días de cultivo, los organismos en promedio incrementaron hasta 140 g en peso y 26.4 cm de longitud. La TIC fue de 0.02276, la Gu de $11.67 \text{ \% día}^{-1}$, y el FCA de 1.4. La temperatura y el pH ($19.8 \text{ }^\circ\text{C}$ y 9.03 respectivamente) se mantuvieron constantes a lo largo del experimento. El nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos, (0.01 , 0.01 y 0.12 mg l^{-1}), así como la fracción tóxica del amonio no variaron y se mantuvieron dentro del intervalo de tolerancia de esta especie. El crecimiento en este sistema fue de 3.6 g día^{-1} , que es superior al reportado en otros trabajos a pesar de que el promedio de temperatura se consideró elevado para esta especie.

Palabras clave: Cultivo de trucha arco iris, *Oncorhynchus mykiss*, crecimiento, factor de conversión de alimento, calidad del agua.

ABSTRACT

The growth up of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in a reuse reconditioning water system was carried out with the purpose to measure the growth rates, food conversion ratio and water quality. Ninety five trout with an average weight of 98.24 ± 18.89 grams and total length of 22.47 ± 0.95 cm were used. These organisms were introduced in 5.6 m^3 circular tanks, each one with a density of 3 ind/ m^3 . The tanks flow of water was maintained constant in 21 l min^{-1} and the fishes were fed three times a day (3% of biomass) with a commercial diet containing $41.9 \pm 0.13\%$ protein and $12.08 \pm 0.12\%$ lipids. Biometrics parameters were measured every fourteen days and calculated the Instantaneous growth rate (IGR), the specific growth rate (Gu), and Food Conversion Ratio (FCR). Also ammonia, toxic ammonia, nitrites, nitrates, dissolved oxygen and pH were registered along the experiment. The results showed after 39 days of culture, the trout increased to 140 g in average weight and 26.4 cm in average length. IGR was 0.02276, Gu of 11.67 day^{-1} , and 1.4 of FCR. Temperature and pH ($19.8 \text{ }^\circ\text{C}$ and 9.03 respectively) were constant along the experiment. Ammonia, nitrites and nitrates (0.01 , 0.01 and 0.12 mg l^{-1}), and toxic ammonia presented higher variation, but not

affected the survival and growth rates. The gained weight daily was of 3.6 g day⁻¹, that was a higher value compared with others results reported in related works, in spite of the higher average temperature registered along the experiment.

Key words: Rainbow trout culture, *Oncorhynchus mykiss*, growth rates, food conversion ratio, water quality.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) se ha consolidado como actividad económica en nuestro país en los últimos veinte años. Olmos y Tejeda (1990) reportaron 186 granjas acuícolas enfocadas a la explotación de esta especie, la mayoría de ellas ubicadas en las partes altas y montañosas de once estados de la República, siendo los mas importantes en cuanto a número de granjas y producción el Estado de México, Chihuahua, Oaxaca, Michoacán y Veracruz (Velázquez y Espinosa, 1989).

La producción de trucha cultivada aumentó de 152 toneladas en 1984 a 1,854 toneladas en 1992 (SEPESCA, 1992), el incremento en ocho años fue de casi el 1,220%. Si bien la producción ha experimentado fluctuaciones, la tendencia general es de franco crecimiento. Se estima que hacia el año 2,000 la demanda interna alcanzará cerca de las 5,000 toneladas, siendo el Distrito Federal, Jalisco y Guanajuato las principales entidades demandantes del producto.

Las tecnologías aplicadas en el cultivo de la trucha arco iris son diversas, predominando los sistemas intensivos que se desarrollan en canales de corriente rápida (97.1% de acuerdo con Olmos y Tejeda, 1990) y en menor grado jaulas flotantes y estanques.

Los sistemas cerrados representan una estrategia novedosa para la acuicultura intensiva e hiperintensiva que en México se han aplicado a baja escala en la producción de peces de ornato y en la investigación. En la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa se cuenta con un sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua para cultivos que puede ser escalable a niveles industriales, según la capacidad financiera de los inversionistas y la rentabilidad del cultivo.

Los sistemas cerrados tienen características particulares que permiten establecerlos en zonas donde el agua es escasa; ocupan pequeñas superficies y optimizan el control de las condiciones ambientales, con lo cual se logra un buen crecimiento de los organismos y se obtiene un elevado rendimiento.

Algunos estudios sobre la truiticultura en sistemas intensivos se han orientado hacia los aspectos de calidad

del agua (Piper *et al.*, 1982; Klontz, 1991) y otros hacia los indicadores de crecimiento y de consumo de alimento (Murray y Andrews, 1972; Brynildson y Kempinger, 1973; Bernard y Holmstrom, 1978; Jensen, 1985; Storebakken y Austreng, 1987; Bromley y Smart, 1981; Quito y Blake, 1990; Kindschi *et al.*, 1991), en ellos se destaca la importancia del manejo y control, tanto de las variables abióticas como del registro de la población para mejorar el cultivo de estos salmónidos.

Este trabajo forma parte de los estudios preliminares de la puesta en marcha de la Planta Experimental de Producción Acuícola, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, eligiendo a la trucha arco iris por ser considerado un organismo indicador de las condiciones de calidad del agua en el sistema (Arrignon, 1979). Los objetivos fueron medir y comparar la tasa instantánea de crecimiento (TIC), la tasa específica de crecimiento (Gu), el factor de conversión de alimento (FCA) y la calidad del agua en un cultivo de trucha arco iris a bajas densidades en un sistema cerrado de recirculación y reacondicionamiento de agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua instalado en la Planta Experimental de Producción Acuícola de la UAM, Unidad Iztapalapa, que consta de siete etapas que se describen en la figura 1.

1. Filtración y retención de sólidos en suspensión (excretas, partículas de alimentos, etc.).
2. Biofiltro de bastidores.
3. Filtración rápida con filtros de arena y de cartucho.
4. Biofiltro constituido de sacos rellenos de pequeños cortes de poliuretano.
5. Aereación energética.
6. Lámparas de luz ultravioleta.
7. Estanques circulares (sistema de producción).

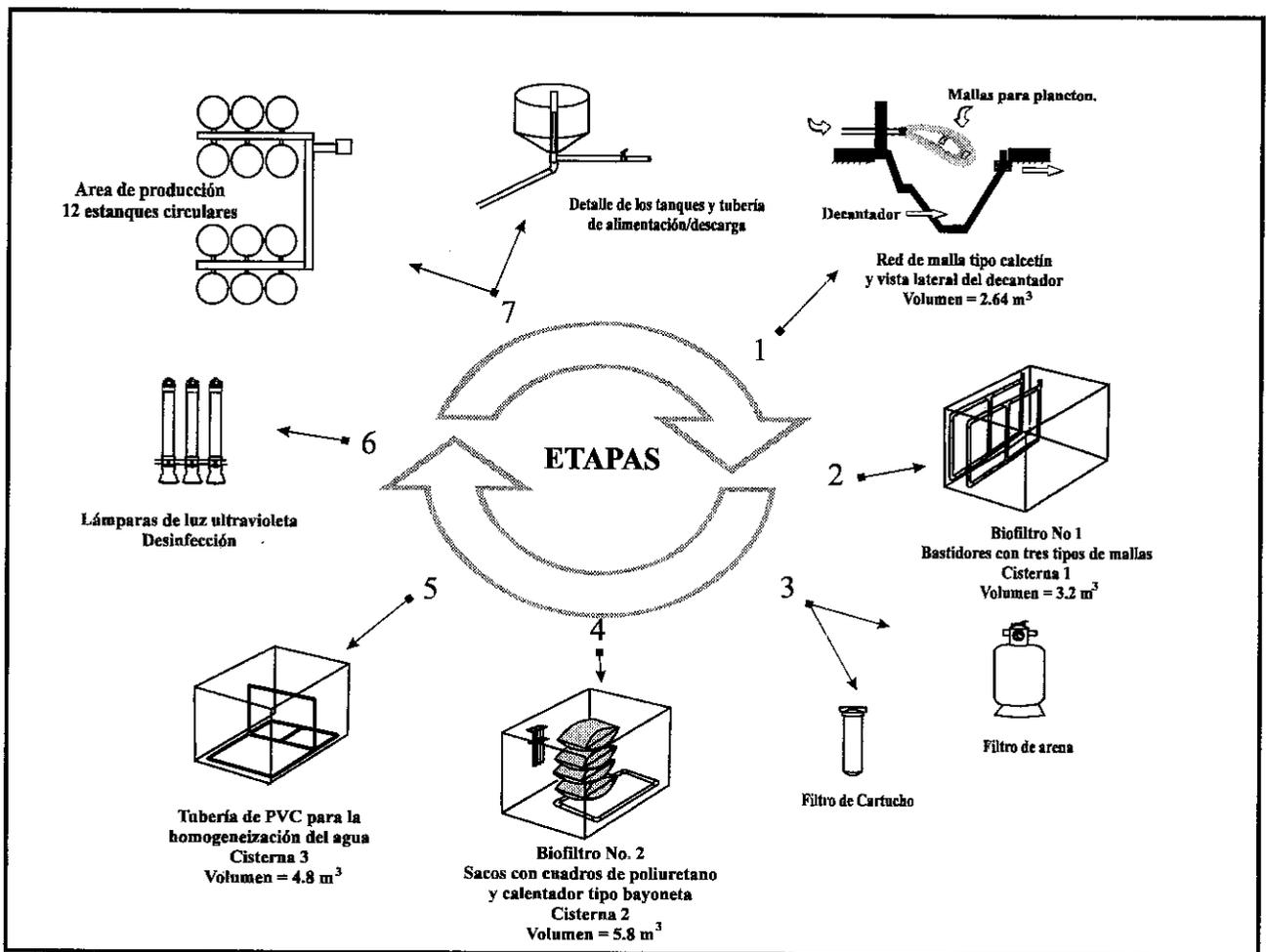


Figura 1. Diagrama de sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua de la Planta Experimental de Producción Acuícola.

Se utilizaron 95 truchas con un peso inicial de 56.0 a 139.0 g con un promedio de 98.24 ± 18.89 g y con una longitud de 22.47 ± 0.9458 cm. Los organismos fueron adquiridos en el Rancho "El Pedregal", en el estado de México y trasladados a la Planta en bolsas de polietileno con hielo y oxígeno a saturación, aclimatadas por un periodo de 4 h antes de ser introducidas en 6 estanques circulares de 5.6 m³ de capacidad cada uno. La densidad de siembra fue de 3 ind/m³ con una biomasa inicial total de 9.33 kg.

La tasa de flujo del agua fué de 21 l min⁻¹ en cada estanque, con un recambio total del volúmen cada 4.5 h, lo que equivale a 540 % de renovación al día. Con el objeto de brindar condiciones adecuadas a los estanques circulares, se instaló un sistema de aireación consistente en un soplador de 10 HP y una red periférica de tubería de PVC de media pulgada (Fig. 1). Los peces fueron alimentados tres veces al día; con una dieta comercial balanceada para trucha marca "El Pedregal" (que contiene $41.9 \pm 0.13\%$ de proteína

y $12.08 \pm 0.12\%$ de grasa), suministrada al 3% de la biomasa al día, las raciones fueron aplicadas a las 9:00, 13:00 y 17:00 horas, haciendo los ajustes necesarios de la cantidad de alimento en función de los muestreos biométricos catorcenales.

El estudio se inició el 24 de diciembre de 1994 y tuvo una duración de 39 días. Durante este tiempo se obtuvieron registros catorcenales de peso y longitud total. A partir de estos valores se calcularon la la tasa instantánea de crecimiento (TIC) (Ricker, 1958), la tasa específica de crecimiento (Gu) Jensen, (1985), y el factor de conversión de alimento (FCA) (Paloheimo y Dickie, 1965; Brett, 1971).

Diariamente, durante veinte días y entre las 9 y 10 de la mañana, se registraron las siguientes variables de la calidad del agua: amonio total, nitritos, nitratos, dureza y alcalinidad total mediante las técnicas convencionales descritas en APHA *et al.*, (1992). La fracción de amonio

tóxico se calculó en tablas, considerando la temperatura y el pH de acuerdo con Boyd (1979). La concentración de oxígeno disuelto (OD) fue registrado con un oxímetro YSI modelo 57 y el pH con un potenciómetro Beckman modelo 50.

RESULTADOS

Crecimiento

Durante el desarrollo del experimento sucedieron situaciones adversas para los organismos. A los 8 días de iniciado el estudio el sistema original del desagüe falló en uno de los estanques, ocasionando la mortalidad total de ese lote y fue necesario modificar los filtros de los depósitos y realizar un recambio del 25% del agua del sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua. El día 22 se suspendió accidentalmente el suministro de aire en todo el sistema, pero se logró salvar el 71.6% de los ejemplares, sin embargo, fue necesario realizar un recambio hídrico del 20% debido a los niveles críticos de amonio detectados.

A pesar de estos inconvenientes, los resultados obtenidos indican que después de 39 días el peso final promedio fue de 238.7 ± 48.4 g, la longitud de 26.46 ± 1.7 cm, y la biomasa total cosechada de 16.23 kg. Esto es un incremento de 140.46 g de peso total, que en crecimiento diario son 3.6 g; 26.4 cm de longitud total y 7.03 kg de biomasa total. La TIC fue de 0.02276, la Gu de 11.67% día⁻¹ y el FCA de 1.4 con una cantidad total de alimento suministrado de 10 kg (Tabla 1).

La curva de crecimiento tuvo una tendencia constante durante todo el experimento (Fig. 2).

Los estadísticos generales de las variables de calidad del agua, pH, temperatura y oxígeno disuelto registradas en el sistema de recirculación y reacondicionamiento de agua se mantuvieron constantes en el tiempo con un porcentaje del coeficiente de variación bajo con respecto a los otros parámetros registrados (2.9 y 1.9 y 4.3 respectivamente). Las variables con mayores fluctuaciones fueron el amonio total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$), los nitratos (N-NO_3), la dureza total y los nitritos (N-NO_2) (con un porcentaje del coeficiente de variación de 900, 40.8, 21.5 y 18 respectivamente) (Tabla 2).

Los valores considerados críticos en este tipo de sistemas son principalmente el oxígeno disuelto y el amonio tóxico. En el primer caso el pulso de oxígeno disuelto (OD) en los estanques circulares, se mantuvo casi constante a lo largo del tiempo con una ligera variación desde 6.0 a 7.0 mg l⁻¹. Debido a la acción del soplador, manteniendo los valores de este gas en un nivel adecuado para los requerimientos de la especie.

Tabla 1. Principales valores poblacionales del cultivo.

Etapa	Peso (g)	Longitud (cm)	Biomasa (kg)
Inicial	98.24	22.47	9.33
Final	238.70	26.46	16.23

El amonio total fluctuó marcadamente y hubo una disminución brusca en los días 14, 15 y 16 debido a un problema de mortalidad ocasionado por una falla en el sistema de recirculación, después se incrementó gradualmente a 0.35 mg l⁻¹ en el muestreo 17 para finalmente estabilizarse alrededor de 0.2 mg l⁻¹, en el registro número 20, con un comportamiento similar al observado en los primeros doce días (figura 3).

DISCUSIÓN

En un sistema cerrado como el utilizado en este trabajo, es relativamente fácil controlar los factores que inciden sobre la población cultivada, de tal manera que éstos se adecuen a los requerimientos de los organismos. Por primera vez en México se cultiva la trucha arco iris en un sistema de esta naturaleza y por lo tanto los resultados que se presentan son únicos, bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

La tasa instantánea de crecimiento (0.02276) y la tasa específica de crecimiento (11.67% día⁻¹), indican que la trucha cultivada en este sistema alcanzó valores superiores a los obtenidos en otros países, por ejemplo, para la TIC, Jensen (1985) indica un valor de 0.01890 para la trucha café (*Salmo trutta*); Quiton y Blake (1990) y Kindschi *et al.* (1991) señalan valores de 0.0040 y 0.0205 respectivamente para la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En lo que

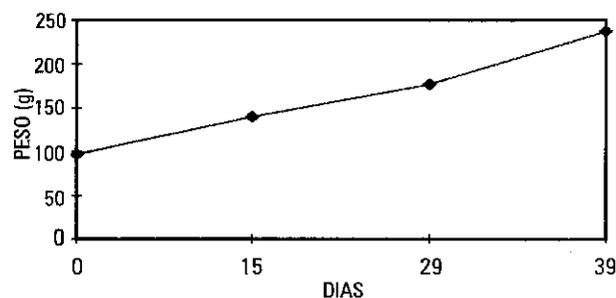


Figura 2. Crecimiento de la trucha (*Oncorhynchus mykiss*) durante la fase experimental.

Tabla 2. Estadísticos generales de las variables de calidad de agua registradas durante el experimento (n = tamaño de muestra; Mín. = valor mínimo; Máx. = valor máximo; C.V. = coeficiente de variación).

Variables	(n)	Media	Desviación estandar	Mín.	Máx.	C.V. (%)
pH	20	9.03	0.27	8.1	9.19	2.9
Temperatura (°C)	20	19.8	3.90	16	18.2	1.9
Oxígeno Disuelto (mg/l)	20	6.5	0.282	6.0	7.0	4.3
Dureza (mg/l)	20	284	61.20	120	187	21.5
NH ₃ + NH ₄ ⁺ (mg/l)	20	0.01	0.09	0.0	0.36	900
N-NO ₂ (mg/l)	20	0.01	0.018	0.0	0.06	18
N-NO ₃ (mg/l)	20	0.12	0.049	0.1	0.27	40.8

se refiere al Gu, se registraron valores de 7.5% día⁻¹, para la especie *Salvelinus alpinus*, bajo una temperatura promedio de 14 °C y de 7.6% a 8.9% día⁻¹, para *Salmo trutta* y *Salvelinus alpinus* respectivamente a una temperatura promedio de 10 °C (Jensen, 1985). Por otra parte, Brynildson y Kempinger (1973), obtuvieron un Gu de 7.66% día⁻¹ con trucha arco iris y Muray y Andrews (1972), lograron 6.17 % día⁻¹ con la misma especie. La Gu obtenida en este trabajo fue superior a los valores antes señalados, a pesar de que la temperatura promedio durante el tiempo de cultivo fue de 19.8 °C, la cual se considera fuera del intervalo óptimo para el cultivo de salmónidos (Kwain, 1975; Jensen, 1985; Klontz, 1991).

Es importante mencionar que se manejaron bajas densidades en los estanques (0.483 kg/m³), lo que permitió libertad de movimiento y una mejor disponibilidad del alimento, favoreciendo de esta manera el crecimiento de los organismos (Trzebiatowski *et al.*, 1981). Sin embargo, los resultados fueron sorprendentes debido en primera instancia al tipo de sistema utilizado, a la elevada temperatura y las condiciones de cultivo.

El FCA fue de 1.4. Al respecto Storebakken y Austreng (1987), obtuvieron un FCA para la misma especie de 0.97, con una temperatura promedio de 10.2 °C; utilizando estanques de un metro cúbico de capacidad, con un régimen alimenticio cercano al 1% del peso corporal al día. Bromley y Smart (1981), lograron un FCA que fluctuó desde 1.35 hasta 1.64, utilizando densidades de 200 peces por estanque con un volumen de 0.8 m³; a una temperatura de 9 °C y un recambio de 500 a 600 l h⁻¹. Se estima que el valor obtenido de FCA en este trabajo, se vió afectado por dos factores; por un lado la temperatura del agua, ya que Klontz (1991) indica que por cada grado centígrado de

aumento o disminución de la temperatura, con respecto a una temperatura promedio de 15°C, la tasa metabólica se reduce en un 8.5%, lo que repercute en una disminución de la ganancia en peso. Por otro lado, si bien se obtuvieron valores aceptables de crecimiento con las cantidades de alimento suministrado, el porcentaje de la tasa de alimentación diaria aplicada (3%) se considera alto, ya que la cantidad de alimento recomendada para peces de 23 cm de longitud a una temperatura de 19 °C es del 1.5% de la biomasa total al día. Las cantidades suministradas fueron superiores a las demandadas por el crecimiento y se reflejaron en el valor en el FCA. Con menor alimento se podría mejorar substancialmente este valor sin afectar la tasa de crecimiento, reduciendo así los costos de producción.

Aunado a estas consideraciones, la capacidad de carga de cualquier sistema está limitado por algunos factores tales como la densidad, el contenido de oxígeno disuelto, el amonio tóxico y los sólidos particulados (Klontz, 1991). En

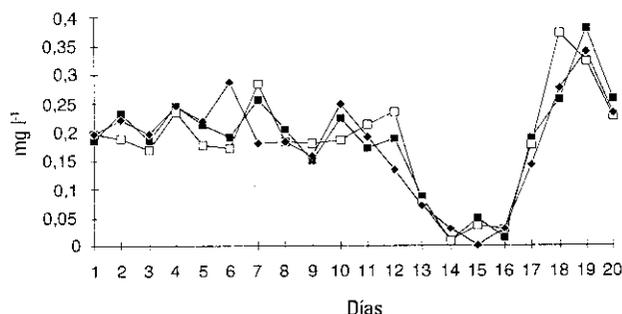


Figura 3. Valores de nitrógeno amoniacal registrados a lo largo del experimento en tres de los estanques empleados en el cultivo.

este experimento la densidad que se manejó fué baja en comparación con la utilizada por otros autores (Storebakken y Austreng, 1987; Bromley y Smart, 1981); el oxígeno disuelto se mantuvo dentro de los límites que requieren los salmónidos para alcanzar un óptimo crecimiento y actividad muscular, que de acuerdo con Klontz (1991) es de 6 a 8 mg l⁻¹, por lo cual este gas no representó un factor limitante en el cultivo. En el caso del amonio total el grado de asociación y disociación entre la forma ionizada y no ionizada, depende del pH y la temperatura; con base en ésto y considerando que el valor mínimo registrado de amonio total fué de 0.004 y el máximo de 0.36 mg l⁻¹, a un promedio de temperatura de 19.8 °C y un pH de 9.03, los valores de amonio tóxico (NH₃) correspondieron a 0.001 y 0.09 mg l⁻¹ respectivamente. El primero de éstos valores se encuentra por abajo del límite inferior y el segundo supera a los reportados por Klontz (1991), que afectan el crecimiento de los salmónidos (0.03 a 0.05 mg l⁻¹). El brusco aumento de los valores de amonio total obedeció a que en el muestreo 14, se detectó la presencia de varias truchas atrapadas en los tubos de salida, que estaban en proceso de descomposición, lo que propició este aumento. En la figura 3, se observa a partir del muestreo 16 un aumento exagerado del amonio total, el cual se empieza a estabilizar a partir del 18. Sin embargo, los valores altos de amonio tóxico no tuvieron aparentemente un efecto sobre el crecimiento de los organismos, tal vez debido a su corta duración.

De acuerdo con Spotte (1970), un sistema cerrado requiere de un período de estabilización previo a la introducción de los organismos. Una vez alcanzado el intervalo operativo aceptable se espera un cambio en el comportamiento de las variables abióticas cuando se introducen los organismos, se realizan recambios de agua y en ocasiones que se efectúa el lavado o recambio de filtros, altera el comportamiento de los compuestos nitrogenados y del pH en el sistema.

A diferencia de lo que ocurre en sistemas abiertos, en un sistema cerrado, es factible controlar los niveles de oxígeno y amonio tóxico aún con altas densidades de organismos y la variable temperatura se constituye en un auxiliar para manejar el crecimiento de la trucha arco iris, con una variación mínima en el factor de conversión alimenticia.

LITERATURA CITADA

- APHA, AWWA y WPCF. 1992. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Editorial Díaz de Santos, S.A., Madrid 10-221 p.
- ARRIGNON, J. 1979. *Ecología y piscicultura de aguas dulces*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 365 p.
- BERNARD, D. y C. HOLMSTRON, 1978. Growth and food habit of strains of rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson) in winterkill lakes of western Manitoba. Fisheries and Marine Services, Manuscript Report 1477: 1-20.
- BRETT, J.R., 1971. Satiation time, appetite and maximum food intake of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 28: 409-415.
- BOYD, C.E., 1979. *Water quality in warmwater fish ponds*. Auburn University, Auburn, Alabama 359 p.
- BROMLEY, P.J. y G. SMART, 1981. The effects of the major food categories on growth, composition and food conversion in rainbow trout (*Salmo gairdneri*, Richardson). *Aquaculture* 23: 325-336.
- BRYNILDSON, O.M. y J.J. KEMPINGER, 1973. Production, food and harvest of trout in Nebish Lake, Wisconsin. Wisconsin Department Natural Resource Research Report 65: 1-20.
- JENSEN, J. W., 1985. The potential growth of salmonids. *Aquaculture* 48: 223-231.
- KINDSCHI, G.A., E. CH. SMITH y R.F. JR. KOPY, 1991. Performance of two strains of rainbow trout reared at four densities with the supplemental oxygen. *The Progressive Fish-Culturist* 53: 203-209.
- KLONTZ, W.G., 1991. *Fish for the future: concepts and methods of intensive aquaculture*. Text Number 5 of the Idaho Forest, Wildlife and Range Experiment Station, College of Forestry, Wildlife and Range Sciences, University of Idaho, Moscow, Idaho. 192 p.
- KWAIN, W., 1975. Effects of temperature on development and survival of rainbow trout, *Salmo gairdneri*, in acid waters. *Journal Fisheries Research Board of Canada* 32: 493-497.
- MURRAY, T. y J.W. ANDREWS, 1972. Growth and food conversion of rainbow trout reared in brackish and freshwater. *United States National Marine and Fisheries Services Fishery Bulletin* 70: 1293-1295.
- OLMOS, T.M. y S.M. TEJEDA, 1990. *Inventario nacional de unidades de producción acuícola*. Secretaría de Pesca, México 66 p.
- PALOHEIMO, J. E. y L.M. DICKIE, 1965. Food and Growth of Fishes I. A Growth Curve Derived from Experimental Data. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 22(2): 521-542.
- PIPER, G.R., B.I. MCELWAIN, E.L. OORME, P.J. MCCRAREN, G.L. FOWLER y R.J. LEONARD, 1982. *Fish hatchery management*. United States Department of the Interior Fish and Wildlife Services, Washington, D.C. 517 p.
- QUITON, J.C. y W.R. BLAKE, 1990. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fishery Biology* 37: 33-41.

- RICKER, W. E., 1958. Handbook of computations for biological statistics of fish population. *Fisheries Research Board of Canada Bulletin 119*: 300 p.
- SEPECA (SECRETARÍA DE PESCA). 1992. *Anuario Estadístico*. Dirección General de Informática y Registros Pesqueros. Secretaría de Pesca, México. 119 p.
- SPOTTE, S., 1970. *Fish and invertebrate culture. Water management in closed systems*. John Willey & Sons, Inc. U.S.A. 145 p.
- STOREBAKKEN, T. y E. AUSTRENG, 1987. Ration level for salmonids. II. Growth, feed intake, protein digestibility, body composition, and feed conversion in rainbow trout weighing 0.5-1.0 kg. *Aquaculture 60*:207-221.
- TRZEBIATOWSKI, R., J. FILIPIAK y R. JAKUBOWSKI, 1981. Effect of stock density on growth and survival of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.). *Aquaculture 22*: 289-295.
- VELÁZQUEZ, E. M.A. y H.R.M. ESPINOSA, 1989. *Diagnosis del estado actual del cultivo de la trucha arco iris de México*. Secretaría de Pesca, México, D.F. 73 p.
- Recibido*: 30 de octubre de 1995.
Aceptado: 20 de diciembre de 1996.