

el ácido ascórbico (vitamina C) un factor importante en el diseño de dietas para truchas: salmo gairdneri*

OSCAR BLANCO**

RESUMEN

Se describe la importancia de la vitamina C en el crecimiento de especies comerciales de peces. Se discuten y anotan los resultados de experimentos con truchas (*Salmo gairdneri*) que indican la conveniencia de fortalecer con ácido ascórbico el alimento preparado para los cultivos de truchas, indicándose el nivel óptimo de vitamina C en la dieta artificial, de 200 mg/kg de concentrado.

INTRODUCCION

La literatura científica ha evidenciado la gran gama de funciones bioquímicas de la vitamina C.

Halver (1972) informa de la importancia del ácido ascórbico como agente reductor en el transporte de átomos (i-e/e, hidrólisis del triptófano) y su participación en la desintoxicación de drogas aromáticas.

El ácido ascórbico es necesario en la formación de colágeno, cartílago, formación de huesos y cicatrización de heridas. King (1968) describe los mecanismos por medio de los cuales el ácido ascórbico participa en los procesos de inmunización. Johnson et al (1971), reportaron que en el hombre la glándula pituitaria y el tejido adrenal contienen concentraciones variadas de vitamina C.

Colvin y Lightner (1977) demostraron los requerimientos de ácido ascórbico en camarones, *Panaeus californiensis*, supliendo la vitamina artificialmente en sus dietas. Deshimaru y Kuroki (1976) sugieren que el nivel de ácido ascórbico puede ser de un 0,30/o por kg de

alimento para obtener los requerimientos de la vitamina en la dieta de *Panaeus japonicus*.

Kitamura et al (1967) observaron que la trucha arcoiris desarrolla una curvatura en la columna vertebral cuando se le suministran dietas deficientes en ácido ascórbico.

Halver et al (1969) demostraron la presencia de lordosis y escoliosis en pequeños salmones (*Oncorhynchus kisutch*) y truchas alimentadas con dietas deficientes en ácido ascórbico; síntomas similares fueron reportados por Wilson (1973) para atún (*Seriola quinqueradiata*) y pez gato (*Ictalurus punctatus*).

McLaren et al (1947) y Kitamura et al (1965) encontraron diferentes porcentajes de mortalidad en sus experimentos con truchas, estudios que apoyaron sus diagnósticos de escorbuto y hemorragias en los tejidos de los peces, ocasionado por deficiencias de ácido ascórbico en sus dietas.

El objetivo de esta publicación es demostrar la importancia del ácido ascórbico en el diseño de dietas para truchas (*Salmo gairdneri*) y puesto que la cría de la trucha se ha ido convirtiendo en una actividad de importancia creciente en el país, brindar un aporte en esta materia al productor nacional.

MATERIALES Y METODOS

Cuatro dietas fueron preparadas de la siguiente manera:

- la dieta No. 1, que se utilizó como dieta control, no fue fortificada con ácido ascórbico;
- la dieta No. 2 se fortificó con 200 mg de ácido ascórbico por kilogramo de alimento (base seca);

* Parte de la tesis de Maestría del autor en Ciencias Animales, Universidad de Rhode Island, 1979.

** Centro Regional de Occidente, Universidad de Costa Rica.

- para la dieta No. 3 se utilizó un suplemento de 1000 mg por kilogramo, y
- la cuarta dieta fue suplementada con 2000 mg por kilogramo de ácido ascórbico.

Por lo demás, la composición de alimentos y el contenido calórico de las dietas fue idéntico. La composición y el nivel de ácido ascórbico de cada dieta se presentan en los cuadros No. 1 y No. 2.

Se adicionó una disolución de gelatina al 2^o/o a las dietas con el fin de evitar la desintegración de los perdigones. El alimento se conservó por refrigeración a -10°C durante el transcurso de los experimentos.

Los ingredientes de las dietas fueron seleccionados con base en su valor nutritivo y su disponibilidad en el mercado local.

Se realizaron los experimentos de nutrición utilizando peces en dos grupos de tamaño.

Primer experimento

Se seleccionaron aleatoriamente 160 truchas con una edad aproximada de 16 meses y con un rango de peso y tamaño de 35 a 45 g y de 12 a 18 cm respectivamente. Los peces fueron medidos, pesados y distribuidos en número de 20 en cada unidad duplicada de cultivo. El sistema de cultivo estaba formado por 2 filas de 8 unidades circulares de 150 litros de capacidad. Se utilizó un flujo constante de agua de 4 litros por minuto por unidad experimental. Los peces en experimentación se aclimataron por un período de una semana a las unidades de cultivo (previo al inicio de la fase experimental de alimentación). Cada grupo experimental de peces se alimentó 2 veces al día; el alimento diario se calculó con base en la ecuación siguiente (Croker *et al*, 1972).

$$R.E. = \frac{300 \times c. (t - 32)}{T.T.U. \times L.}$$

donde:

- R.E. = porcentaje de comida/peso del pez.
- 300 = constante
- C = factor de conversión de alimento.

R.T.U. = cantidad de días requeridos para aumentar una pulgada del tamaño del pez. (sobre 32°F).

T = temperatura en °F.

L = tamaño en pulgadas

Los pesos se midieron y se pesaron mensualmente durante un período de 4 meses. En el agua de las unidades de cultivo se realizaron determinaciones diarias de las variables: oxígeno disuelto (OD), temperatura (Yellow Spring Instrument Model 51B) y pH (Corming pH meter Model 7).

La conversión de alimento se determinó utilizando la ecuación (Brown, 1957) siguiente:

$$\frac{\text{Peso de alimento suministrado}}{\text{Peso ganado por los peces}} = \frac{\text{Libras de alimento diario necesario}}{\text{para producir una libra de peces.}}$$

Segundo experimento

Se seleccionaron 240 peces de aproximadamente 5 meses de edad, con un rango de peso y tamaño de 3,2 a 3,5 g y 3,5 a 5 cm respectivamente. Siguiendo los métodos descritos para el primer experimento, los peces fueron colocados en las respectivas unidades duplicadas de cultivo, en un número de 30 individuos para cada unidad experimental.

Resultados y discusión

El análisis aproximado del contenido de agua, proteína, grasas y minerales de las cuatro dietas se presenta en el cuadro No. 3; los valores de contenido energético se calcularon siguiendo el método sugerido por Phillips y Brockway (1959). Durante el primer experimento se observó, en el agua de las unidades de cultivo, un promedio de 11°C de temperatura y 7,5 mg/L de oxígeno disuelto.

El cuadro No. 4 muestra el incremento en peso y la conversión de alimento determinados en los peces utilizados en el experimento. Los promedios de conversión de alimento muestran diferencias en las unidades de cultivo, pero en

general la conversión de alimento es más eficiente en peces alimentados con dietas reforzadas con ácido ascórbico; así el experimento con una adición de 2000 mg/kg de ácido ascórbico en la dieta mostró los datos de mayor conversión de alimento.

El cuadro No. 5 muestra el incremento de peso y la conversión de alimento observados en los peces del segundo experimento, según las dietas utilizadas. Los datos del segundo experimento con respecto al primero, muestran una mayor eficiencia en la conversión de alimento de los peces. En el agua de las unidades de cultivo, se determinó un promedio de 10°C en la temperatura y 7,5 mg/L en el oxígeno disuelto. Se observó que las unidades 7 y 8 muestran la conversión de alimento más eficiente asociada con el suplemento de ácido ascórbico más elevado (2000 mg/kg en la dieta básica).

La diferencia entre la ganancia de peso y la conversión de alimento, entre las truchas alimentadas con dietas carentes de ácido ascórbico y las dietas con tres niveles del mismo, indican que el fortalecimiento de la vitamina es requerido en las dietas para truchas. Al respecto Halver *et al* (1969), Lovell (1973), Wilson (1973), Halver *et al* (1975), Hilton *et al* (1978) y Sato *et al* (1978) determinaron la importancia del ácido ascórbico en las dietas para diferentes especies. Es necesario además resaltar la importancia que tiene el método de procesamiento del alimento ya que bajo condiciones excesivas de temperatura, luz y humedad se puede causar la completa destrucción del ácido ascórbico suplementado a la dieta, además de la proteína y las otras vitaminas (Hilton *et al*, 1977).

Los resultados del cuadro No. 4 con respecto al cuadro No. 5, indican un mayor incremento en el peso y conversión de alimento en los grupos de peces de menor tamaño, alimentados con los mismos niveles de ácido ascórbico; al respecto Halver *et al* (1975) sugieren que los requerimientos de ácido ascórbico varían con la edad y líneas genéticas de los peces.

Para las dietas de truchas cabeza de acero Halver *et al* (1969) recomiendan un suplemento de 200 mg/kg de ácido ascórbico en las dietas para

trucha y salmón, cultivados en agua dulce a una temperatura de 10 a 15°C; este nivel de ácido ascórbico permite acumular la vitamina en el tejido y eliminar el exceso bajo ciertas condiciones del ambiente. Sato *et al* observaron un incremento en el peso de las truchas alimentadas con una dieta suplementada con 200 mg/kg de ácido ascórbico.

RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en nuestros experimentos, los niveles de proteína, lípidos, humedad, mezcla de vitaminas y el suplemento de 200 mg/kg de ácido ascórbico parecen ser los apropiados para el logro de una mayor conversión de alimento en peso animal. Este resultado está en acuerdo con lo encontrado por otros autores bajo condiciones experimentales similares.

CUADRO No. 1. Composición de la dieta básica sin reforzar con ácido ascórbico.

Componente	o/o por peso	g/kg
Harina de pescado	35	350
Harina de soya	5	50
Leche en polvo	10	100
Harina de trigo	5	50
Mezcla de vitaminas*	1	10
Aceite de hígado de bacalao	2	20
Aceite de maíz	10	100
Antioxidante	0,03	3
Gelatina	2	20
Agua	30	300

(*) La fórmula de la mezcla de vitaminas es la empleada por Halver (1972).

CUADRO No. 2. Niveles de ácido ascórbico en las dietas reforzadas.

DIETA	mg/Kg
Dieta No. 1	0
Dieta No. 2	200
Dieta No. 3	1000
Dieta No. 4	2000

CUADRO No. 3. Porcentaje de proteína, lípidos, humedad, minerales y energía metabolizable de las dietas en estudio.

Dieta*	Proteína	Grasas	Humedad	Minerales	Energía Kcal/g de dieta digerible
1	32,2	15,4	31,9	10	2487,8
2	31,8	15,3	32,4	10,2	2464,2
3	31,8	14,2	34,2	9,9	2376,2
4	33,5	16,1	28,9	9,7	2594,5

(*) Composición según Cuadro No. 2.

CUADRO No. 4. Incremento de peso y conversión de alimento de la trucha (*Salmo gairdneri*) alimentados con las dietas experimentales (primer experimento).

Dieta*	Unidad de cultivo	Peso \bar{x} inicial/pez (g)	Peso \bar{x} final/pez (g)	Conversión de alimento (húmedo)	Conversión de alimento (seco)
1	1	40,80	74,2	1,86	1,27
	2	38,05	76,1	1,83	1,25
2	3	36,55	82,5	1,46	0,99
	4	43	84,8	1,42	0,95
3	5	37,7	89,1	1,51	1,00
	6	37,1	91,3	1,48	0,99
4	7	38,6	88,6	1,47	1,04
	8	42,4	92,4	1,39	0,98

(*) Composición según Cuadro No. 2.

CUADRO No. 5. Incremento de peso y conversión de alimento de la trucha (*Salmo gairdneri*) alimentados con las dietas experimentales (segundo experimento).

Dieta*	Unidad de cultivo	Peso \bar{x} inicial/pez (g)	Peso \bar{x} final/pez (g)	Conversión de alimento (húmedo)	Conversión de alimento (seco)
1	1	3,53	28,65	1,00	0,68
	2	3,36	22,92	1,39	0,94
2	3	3,46	28,22	1,02	0,68
	4	3,46	26,46	1,12	0,75
3	5	3,16	26,42	1,10	0,73
	6	3,53	26,53	1,12	0,74
4	7	3,50	27,14	0,89	0,63
	8	3,40	29,2	0,97	0,68

(*) Composición según Cuadro No. 2.

LITERATURA CONSULTADA

Brown M.E. **The physiology of fishes.** New York: Academic Press, 1957.

Colvin, L.B., and Lightner, D.V. **Nutritional and therapeutic role of L. ascorbic in crustacea.** A report on the Environmental Research Laboratory University of Arizona. Sea grant No. 04-6-158-44089. 16p. 1977

Crocker, M.C. **Fish Energy Chart for Coho.** United States Corps of Engineers, Walla District, Walla Walla, Washington, 1972.

Dishimaru, O., and Kuroki, K. **Studies on a purified diet for prawn-VII. Adequate dietary levels of ascorbic acid and inositol.** Bull Jap. Soc. Fish 42(5)-571-576 pp. 1976.

Halver, J.E., L.M. Ashley, and R.R. Smith. **Ascorbic acid requirements of coho salmon and rainbow trout.** Trans. Am. Fish. Soc. 98: 762-771 pp. 1969.

Halver, J.E. **The vitamins.** In: **Fish nutrition.** Halver J.E. (ed.) Academic Press, 29-103 pp. 1972.

Halver, J.E., R.R. Smith, B.M. Tolbert, and E.M. Barker. **Utilization of ascorbic acid in Fish.** p. 81-102. In C.G. Kwid and J.J. Burns (ed) **Second Conference on Vitamin C.** Vol. 258-N.Y. Academic Sci. 552 p., 1975.

Hilton, J.W., C.Y. Cho, and S.J. Slinger. **Factors affecting the stability of supplemental ascorbic acid in a practical trout diet.** J. Fish Res. Board. Can. 34:683-687. 1977.