

**USO DE ALIMENTOS TRATADOS MEDIANTE RADIACION
GAMMA EN LA ALIMENTACION DE LA TRUCHA
ARCO IRIS (*Salmo gairdnerii irideus*)**

Jorge Grümberg N.,¹ *y Osvaldo González C.*²

**Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales,
Universidad de Chile, e Instituto de Ciencias Biológicas,
Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile**

RESUMEN

Se elaboró un alimento para trucha arco iris (*Salmo gairdnerii irideus*) en cuya fórmula se utilizaron subproductos agropecuarios —entre ellos, guano de ponedora— el cual fue sometido a radiación gamma en dosis de 25KGy. El propósito fue el de controlar la contaminación microbiana y determinar, a la vez, la influencia que ésta pudiera tener sobre el crecimiento, la conversión alimentaria y la mortalidad de dicha especie. Para el efecto se compararon dos grupos de truchas, uno que recibió alimento irradiado, y el otro, la misma fórmula pero sin tratar.

La experiencia se realizó durante 32 semanas en el período de crecimiento con un peso comprendido entre 2 g y 20 g.

Manuscrito modificado recibido 6-5-83.

- 1 Médico Veterinario, Escuela de Ciencias Veterinarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 9206, Santiago, Chile.
- 2 Médico Veterinario, Instituto de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

La contaminación bacteriana del alimento descendió desde valores elevados ($>6 \times 10^5$ cols/g de alimento) hasta valores considerados aceptables ($\leq 3 \times 10^3$ cols/g de alimento). No obstante, los parámetros controlados en las truchas no mostraron diferencias significativas entre ambos grupos.

INTRODUCCION

En un trabajo anterior (1) se determinó la factibilidad de usar subproductos agropecuarios en la confección de un alimento para trucha arco iris (*Salmo gairdnerii irideus*) durante el período de alevinaje (0 a 15–20 g). La fórmula propuesta incluía en su composición, guano de ponedora, lo que condicionaba una contaminación bacteriana mucho más elevada de la que se encuentra en alimentos preparados con productos tradicionales (2, 3). Ello podría afectar de algún modo el crecimiento de la trucha, además de constituir una fuente de contaminación en el consumo humano del producto final.

Debido a lo expuesto, se consideró de interés estudiar la posibilidad de tratar dicho alimento mediante radiación gamma. Esta técnica ha sido aplicada previamente en varios países (4) incluyendo el nuestro (5), en alimento para animales, a fin de disminuir la carga bacteriana habitualmente presente.

MATERIAL Y METODOS

Durante un período de 32 semanas se alimentaron dos grupos de truchas arco iris con una dieta seca peletizada, en cuya confección se utilizaron subproductos agropecuarios (guano de ponedora en piso de cemento y harina de sangre de bovino). La composición porcentual de la dieta se detalla en la Tabla 1. A dicha fórmula se le adicionó BHT (butylated hydroxy toluene) en la proporción de 50 mg/100 g como antioxidante.

Uno de los grupos de truchas recibió la dieta peletizada, trata-da sometién-dola a irradiación en dosis de 25 KGy (6), utilizando para ello un irradiador de placa de Cs^{137} Brookhaven Portable Cesium Development Irradiator, del Centro Nuclear La Reina, Comisión Chilena de Energía Nuclear. Para los efectos de dosimetría se utilizó el sistema Frike ya empleado en un trabajo previo (5).

Cada grupo de truchas estuvo constituido por 500 animales de 18 semanas de edad, habiéndoseles seleccionado por tamaño.

TABLA 1

COMPOSICION DE LA DIETA EMPLEADA
(Expresada en términos de o/o)

Harina de pescado* (anchoveta)	45.0
Trigo precocido*	20.0
Aceite vegetal (Maravilla)	3.5
Guano de ave* (ponedora en piso de cemento)	15.0
Harina de sangre* (bovino)	15.0
Suplemento vitamínico**	0.5
Suplemento mineral**	1.0

* La composición química de estos ingredientes se encuentra en las tablas de Baez *et al.* (7) y en Fontenot y Jurubescu (8).

** El suplemento vitamínico y mineral fue preparado por el Laboratorio Veterinaria Ltda., Santiago, Chile, de acuerdo a la fórmula de Tiewes *et al.* (9).

El peso promedio inicial fue de 2.17 y 2.40 g para el grupo con alimento tratado, y para el control, respectivamente.

Los animales se mantuvieron en estanques de concreto de 3.0 x 0.6 x 0.6 m de largo, ancho y profundidad, en el mismo orden.

El trabajo se realizó en la piscicultura El Arrayán, situada en la localidad del mismo nombre, a 900 m de altura sobre el nivel del mar en la precordillera (Región Metropolitana, Santiago, Comuna de Las Condes).

La ración diaria para cada grupo de animales se calculó semanalmente en base al 40/o del peso corporal de acuerdo con los requerimientos determinados por Shaperclaus (10). El alimento se administró en forma manual, en tres dosificaciones diarias a las 8, 13 y 18 hr siguiendo el sistema recomendado por Phillips (11).

El promedio de peso se calculó semanalmente pesando de cada grupo la cantidad de 200 animales. Se llevó también un control diario de consumo de alimento, mortalidad de los peces y temperatura del agua. Esta última se tomó tres veces al día a la misma hora en que los animales eran alimentados.

Las muestras de alimento peletizado, tanto irradiado como no irradiado fueron sometidas a un análisis químico proximal

según los métodos descritos por la AOAC (12), y se evaluó la calidad biológica de la proteína mediante el índice de eficiencia proteínica (PER) utilizando el método de Osborne modificado por Chapman, Castillo y Campbell (13). Además, se realizó un examen bacteriológico del alimento mediante las técnicas descritas por Thatcher y Clark (14).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis químico proximal y del PER de las dietas se dan a conocer en la Tabla 2.

TABLA 2

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL (o/o) E INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) DE LA DIETA EMPLEADA

Contenido	No irradiada	Irradiada
Materia seca	91.05	91.30
Proteína	39.17	39.23
Fibra cruda	2.94	2.99
Extracto etéreo	6.63	6.59
Extracto libre de nitrógeno	30.59	30.83
Cenizas	11.72	11.66
PER	2.71 ± 0.18	2.76 ± 0.15
	Diferencia NS (P > 0.20)	

Estos valores no revelaron diferencias significativas entre ambas dietas, lo que confirma los hallazgos de otros autores acerca de la inocuidad de la radiación gamma en relación al deterioro de las proteínas, que es lo que ocurre con otros métodos de esterilización de alimentos, por ejemplo, el calor (4, 5, 15).

Los valores del análisis químico proximal concuerdan con los calculados con base en las tablas de Baez *et al.* (7) y de Fontenot y Jurubescu (8). Además, cumplen con los requerimientos recomendados para la trucha por varios autores (9, 16, 17).

El examen microbiológico (Tabla 3), reveló una contamina-

TABLA 3
EXAMEN MICROBIOLÓGICO DE LA DIETA EMPLEADA

Número de muestras	No irradiada 2	Irradiada 2
Recuento total	$> 6 \times 10^5$ colonias por g de alimento	Desde 1.1×10^3 hasta 3×10^3 colonias por g de alimento
Coliformes	Desde 1.5×10^3 hasta 3.4×10^3 gérmenes por g de alimento	Desde 0 hasta 9 gérme- nes por g de alimento
<i>Escherichia coli</i>	Negativo	Negativo
<i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo	Negativo
<i>Salmonella</i>	Negativo en 20 g	Negativo en 20 g

ción variable en lo que se refiere a recuento total y de coliformes, tanto en el alimento irradiado como en el no irradiado, lo que concuerda con otros autores (4). En esta oportunidad no se encontraron gérmenes patógenos, como *Escherichia coli*, detectada en trabajos anteriores (3).

En el presente caso, la dosis de radiación de 25 KGy, que es la recomendada por varios autores (5, 18, 19), no resultó ser 100% efectiva; es posible que se haya debido a la alta contaminación determinada en los subproductos utilizados en la confección del alimento. En todo caso, esta dosis fue suficiente para reducir el grado de contaminación, desde valores que sobrepasaron en gran medida los márgenes aceptables para alimento de animales de laboratorio (y que son de 10 coliformes por g de alimento y de 50×10^3 gérmenes totales por g de alimento (20), hasta valores que se encuentran dentro de los límites considerados como aceptables.

El crecimiento de las truchas durante la experiencia se representa gráficamente en la Figura 1. Este crecimiento es bajo respecto al encontrado para la misma especie por otros autores

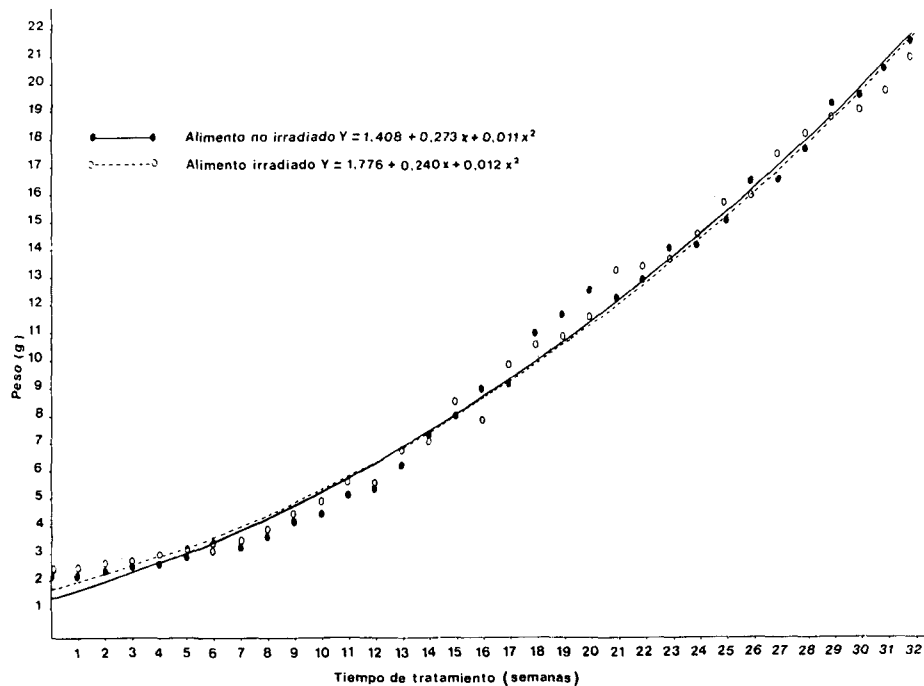


FIGURA 1

Crecimiento de los peces alimentados con dieta irradiada y no irradiada

(16, 21). La causa que podría explicar este hecho es la baja temperatura que tuvo el agua durante la experiencia, lo que afecta el consumo de alimento de esta especie (11). Los promedios semanales de temperatura fluctuaron entre 5.94 y 12.05°C, mientras que la temperatura recomendada es de 10 a 18°C (22).

El análisis estadístico de ambas curvas de crecimiento se realizó comparando los respectivos intervalos de confianza de los coeficientes de regresión de las curvas rectificadas, rectificación que se logró expresando la variable peso como logaritmo. Las curvas rectificadas y las correspondientes representaciones gráficas de los intervalos de confianza se expresan en las Figuras 2 y 3.

Según se aprecia, la comparación de ambas curvas no indica diferencias significativas en el crecimiento de las truchas.

Los valores promedio de conversión alimentaria tampoco mostraron diferencias apreciables, siendo 1:3.22 para las truchas que recibieron alimento sin irradiar, y de 1:3.38 para las que recibieron alimento irradiado.

Algo similar sucede con los índices de mortalidad, los que —no considerando aquellas muertes provocadas por la manipulación de los peces— fueron de 11.20% para los peces que recibieron el alimento control, y de 8.80% para los que consumieron alimento irradiado durante el período experimental. Ambos valores se encuentran por debajo del límite de 25% considerado como normal (23).

Los resultados obtenidos permiten concluir que, aun cuando se confirma el hecho de que la radiación gamma constituye un método inocuo y adecuado para reducir la contaminación microbiana de alimento preparado con subproductos agropecuarios, su uso podría considerarse innecesario para la alimentación de la trucha arco iris en el período de alevinaje. La contaminación del alimento por sobre los límites considerados como permisibles, cabe señalar, al parecer no afecta el crecimiento ni la conversión y mortalidad de esta especie.

Sin embargo, de ser factible el uso de una dieta similar en períodos posteriores, cuando la trucha ha alcanzado ya el tamaño apto para el consumo humano, la contaminación microbiana podría ser un factor importante de considerar y controlar por razones higiénicas y bromatológicas.

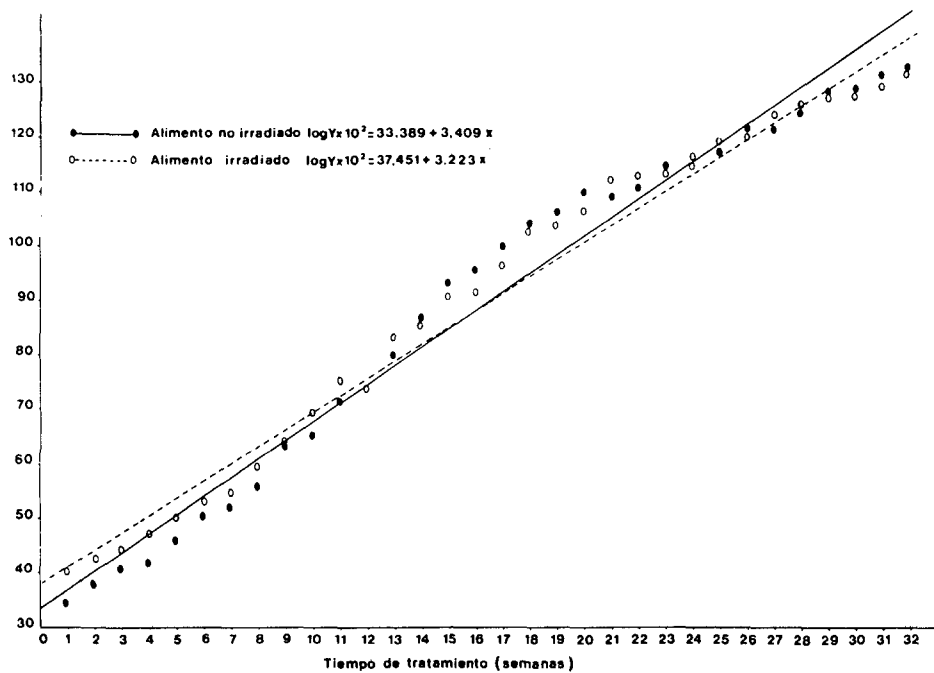


FIGURA 2

Curvas de crecimiento rectificadas de los peces alimentados con dieta irradiada y no irradiada

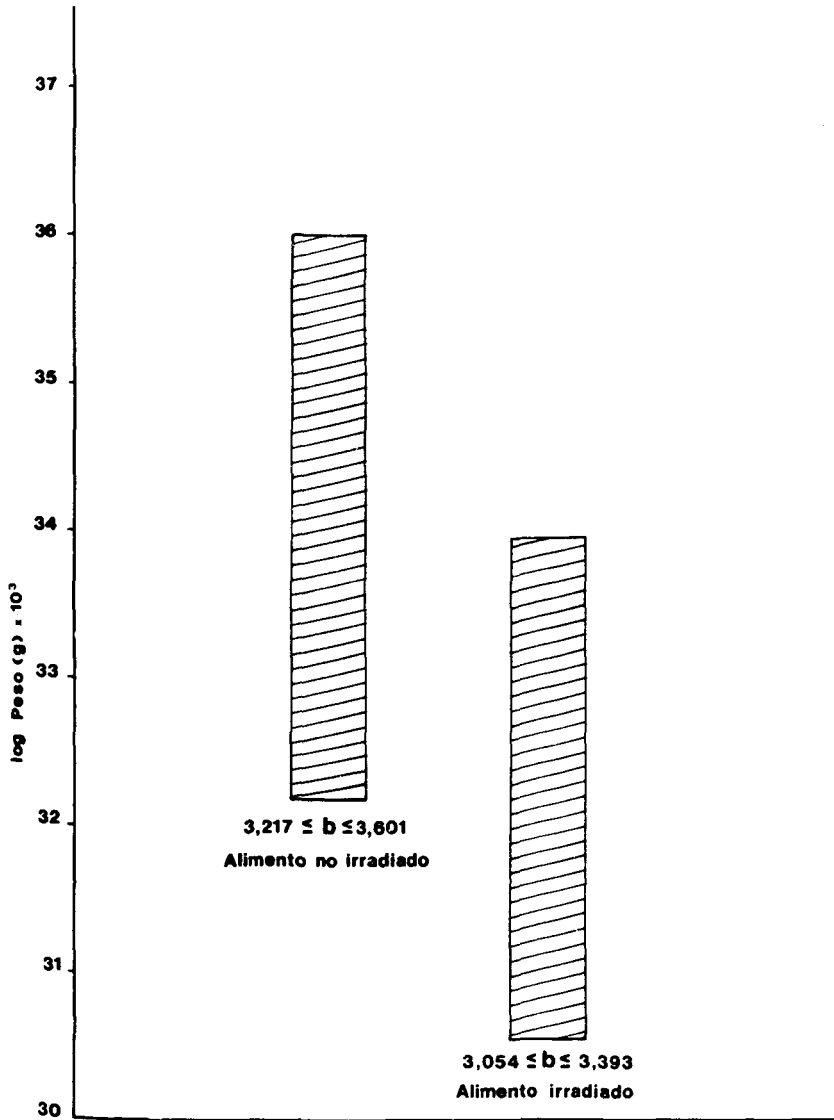


FIGURA 3

Intervalos de confianza de los coeficientes de regresión de las curvas de crecimiento rectificadas, de ambos grupos de peces ($\alpha \leq 0.05$)

SUMMARY

USE OF DIETS TREATED WITH GAMMA RADIATION IN FEEDING
RAINBOW TROUT (*Salmo gairdnerii irideus*)

A rainbow trout diet, partially prepared with agroindustrial by-products, including laying hen's dung, was treated with gamma radiation (25 KGy). The objective was to reduce the microbiological contamination and test its effect on weight gain, feed efficiency and mortality of trouts. For this purpose, two groups of trouts were compared: one received irradiated food, and the other the same diet, but without treatment.

The experience was carried out through a period of 32 weeks, during the free growth stage (from 2 to 20g).

Microbiological contamination decreased from high values ($> 6 \times 10^6$ germs/g of food) to acceptable levels ($\leq 3 \times 10$ germs/g of food), but the parameters measured in trouts, did not show any difference among both groups.

BIBLIOGRAFIA

1. Grumber, J., M. Burgos & O. González. Utilización de la proteína proveniente de subproductos agropecuarios en la alimentación de la trucha arco iris durante el período de alevinaje. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, **30**: 223-235, 1980.
2. Adamiker, D. Irradiation of laboratory animal diets. A review. *Z. Versuchstierk Bd*, **18**: 191-201, 1976.
3. González, O. & M. Burgos. Estudio de algunos agentes contaminantes en ratas de laboratorio. *Rev. Soc. Med. Vet. Chil.*, **28**: 26-31, 1978.
4. Adamiker, D. A comparison of various methods for treating feedstuffs for laboratory animals. *Food Irr. Inf.*, **5**: 19-42, 1975.
5. González, O., M. Burgos & T. Rubio. Posibilidades de esterilización de alimento para animales de laboratorio mediante radiaciones en Chile. *Cs. Inv. Ag.*, **5**: 193-197, 1978.
6. Ley, J. F. The use of irradiation for the treatment of various animal feed products. *Food Irr. Inf.*, **1**: 8-22, 1972.
7. Baez, H., C. Visconti, R. Urbá, M. Vargas, B. Enero & P. Pardo. **Composición de Alimentos Chilenos de Uso en Ganadería y Avicultura**. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero, 1971.
8. Fontenot, J. P. & V. Jurubescu. Processing of animal waste by feeding to ruminants. In: **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**.

- Ruckebusch and Thivend (Eds.). Westport, Connecticut, The Avi Publishing Company, Inc., 1980.
9. Thiews, K., J. Gropp & H. Koops. On the development of optimal rainbow trout pellet feeds. *Arch. Fish Wiss.*, **27**: 1-29, 1976.
 10. Shaperclaus, W. **Traité de Pisciculture en Etang**. Paris, France, Vigot Frères Editeurs, 1961.
 11. Phillips, A. M. **Trout Feeds and Feeding**. Manual of Fish Culture. Washington, D.C., Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, 1970.
 12. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 13th. ed. Washington, D. C., The Association, 1980.
 13. Chapman, D., R. Castillo & J. A. Campbell. Evaluation of protein in foods. I. A method for the determination of protein efficiency ratios. *Canad. J. Biochem. Physiol.*, **37**: 678-686, 1959.
 14. Thatchcher, F. F. & D. F. Clark. **Análisis Microbiológico de los Alimentos**. Zaragoza, Editorial Acribia, 1973.
 15. Ford, D. J. The effect of methods of sterilization on the nutritive value of protein in a commercial rat diet. *Brit. J. Nutr.*, **35**: 267-275, 1976.
 16. Edwards, D. J., E. Austring, S. Risa & T. Gjedrem. Carbohydrate in rainbow trout diets. I. Growth of fish of different families fed diets containing differents proportions of carbohydrate. *Aquaculture*, **11**: 31-38, 1976.
 17. Dabrowska, H. & T. Wojno. Studies on the utilization by rainbow trout (*Salmo gairdnerii*, Rich.) of feed mixture containing soybean meal and addition of amino acids. *Aquaculture*, **10**: 297-310, 1977.
 18. Peterson, J. S. & R. Cook. Utilization of diets sterilized by gamma radiation for germ-free and specific-pathogen-free laboratory animals. In: **Defining the Laboratory Animals**. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1971.
 19. Ito, H., H. Iisuka & T. Sato. Sterilization of laboratory animal diets by gamma radiation. *Japan Atomic Res. Inst.*, **M-5458**: 132, 1973.
 20. Coates, M. E., P. N. O'Donaghue, P. R. Payne & R. J. Ward (Eds.). Dietary standards for laboratory rats and mice. En: **Laboratory Animals Handbook 2**. Woodmansterne Road, Carshalton, Laboratory Animals Centre, 1969.
 21. Cho, C. Y., S. J. Slinger & H. S. Bayley. Influence of level and type of dietary protein and of level of feeding on feed utilization by rainbow trout. *J. Nutr.*, **106**: 1547-1556, 1976.
 22. Patiño, R. A. **Cartilla de Piscicultura**. 2a. ed. Cali, Colombia, Imprenta de la Universidad del Valle, 1974.
 23. Rubin, R. **La Piscifactoría. Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce**. México, D. F., México, Editorial Continental S. A., 1976.