

UTILIZACION DE LA PROTEINA PROVENIENTE DE
SUBPRODUCTOS AGROPECUARIOS EN LA ALIMENTACION
DE LA TRUCHA ARCO IRIS DURANTE EL PERIODO
DE ALEVINAJE

Jorge Grumberg N.,¹ Miguel Burgos W.,² y Osvaldo González C.³

Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile

RESUMEN

Se estudió el efecto de cuatro dietas secas diferentes, denominadas A, B, C y D sobre la trucha arco iris (*Salmo gairdnerii*, Richardson) en el período de crecimiento comprendido entre 0 y 15 g de peso. Se midieron y analizaron ganancia de peso, conversión del alimento y mortalidad, así como las posibles alteraciones patológicas que dichas dietas puedan provocar. Se hizo también una estimación de los costos.

En la confección de las dietas C y D se utilizaron subproductos agropecuarios (guano de ponedora y harina de sangre).

Los resultados indicaron un crecimiento estadísticamente semejante para las dietas A, B y C (3.92 — 16.47 g; 3.95 — 15.00 g y 9.38 — 15.25,

Manuscrito modificado recibido: 24-3-80.

- 1 Médico Veterinario, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile.
- 2 Médico Veterinario, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
- 3 Médico Veterinario, Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad Católica de Chile. La solicitud de reimpresos deberá dirigirse a: Dr. Osvaldo González C., Laboratorio de Citología Bioquímica (I.C.B.), Universidad Católica de Chile, Casilla 114 D, Santiago, Chile.

respectivamente) siendo significativamente menor el de la dieta D (4.03 - 10.75 g). Algo similar ocurrió con respecto a las conversiones alimenticias en cada una de ellas (3.94; 4.05; 4.30 y 5.67, respectivamente).

La mortalidad fue mínima en los cuatro grupos y en ninguno de ellos se manifestaron trastornos patológicos.

En cuanto a los costos, las dietas C y D resultan ser indudablemente más económicas, concluyéndose que sería posible obtener dietas de buen rendimiento a un menor costo para alimentar truchas en cultivo artificial, por lo menos durante el período de alevinaje, utilizando en su preparación subproductos agropecuarios.

INTRODUCCION

Dentro de las actividades relacionadas con la producción animal, el cultivo de peces representa un interesante campo por sus potencialidades prácticamente ilimitadas. Entre ellos destacan los salmonideos, que por sus particulares características hidrológicas y climáticas, en Chile representan un potencial productivo que podría alcanzar US\$ 150 millones anuales (1). Una de las especies más utilizadas al respecto es la trucha arco iris, *Salmo gairdnerii*, Richardson, cuyas características son altamente compatibles con la vida en cautiverio (2). Su cultivo implica una serie de etapas que oscilan desde el desove de reproductores y fecundación continuando con la incubación (45 a 90 días), alevinaje (hasta los 15 g) período que dura 6 a 8 meses, crianza de juveniles (15 - 30 g) con una duración de 2.5 a 3.5 meses, preengorde (30 - 100 g), etapa que se cumple en 3 a 4 meses, y finalmente, el engorde, proceso en el que se alcanza el peso comercial de 200 a 250 g o más en otros 3 a 4 meses.

En el proceso de producción, el alimento constituye un factor importante, no sólo desde el punto de vista biológico, sino también desde el ángulo económico, ya que éste representa entre el 60 y 70% del precio final del producto. Por este motivo, cualquier economía en este sentido tiene un impacto considerable en la rentabilidad de la explotación.

La alimentación de la trucha entraña ciertas características particulares. Es una especie carnívora, por lo que su dieta debe basarse principalmente en proteína de origen animal o, en su defecto, proteína vegetal, agregando los aminoácidos esenciales deficitarios (3). Por otra parte, hay que considerar que los niveles que sobrepasan el 10% de grasa en la dieta se acumulan, pudiendo

así causar infiltraciones en el hígado y el riñón. Los hidratos de carbono digestibles no deben exceder de 12% ya que provocan acumulación de glucógeno en el hígado y muerte eventual (4). Además, la digestibilidad de estos últimos para la trucha, es en general baja para el almidón crudo, el principal hidrato de carbono que contienen las dietas para trucha, siendo su contenido de 40% (5). Las truchas alimentadas durante 24 semanas con tres niveles diferentes de hidratos de carbono, muestran un crecimiento inversamente proporcional al porcentaje incorporado a la ración (6).

Debido a estas restricciones en los niveles de hidratos de carbono y grasas en las raciones para truchas, es evidente que estos peces deben utilizar como fuente de energía una gran proporción de su alimento proteínico, aproximadamente de 65 a 70%; es por ello que el contenido proteínico de las raciones debe ser elevado, fluctuando para las dietas secas entre 35 y 45% (7). Tiews, Gropp y Koops (8) encontraron diferencias significativas de conversión al comparar niveles de proteínas comprendidos entre 42 y 49%.

Existen diversos métodos y formulaciones para la alimentación de esta especie pudiéndose agrupar en tres sistemas:

1. *Alimento seco*: constituido por pellets confeccionados con diversos insumos (trigo, harina de pescado, harina de carne, harina de soya, levadura de cerveza, etc.).

2. *Alimento húmedo*: representado por subproductos de mataderos o pesquerías, crudos o cocidos, y

3. *Alimento vivo*: consistente de ejemplares de diversas especies que son consumidos por las truchas, tales como peces forrajeros, crustáceos y larvas de insectos.

El objetivo del presente trabajo fue comprobar el efecto de la incorporación de insumos no tradicionales provenientes de la industria agropecuaria, en dietas secas para trucha arco iris, con el fin de obtener raciones a un costo más bajo y que permitan un crecimiento y conversión adecuados.

MATERIAL Y METODOS

Se alimentaron cuatro grupos de trucha arco iris con cuatro dietas secas y peletizadas que se denominan A, B, C y D durante un período de 26 semanas comprendido entre el 5 de julio de 1978 y el 3 de enero de 1979.

El trabajo se llevó a cabo en la piscicultura El Arrayán,

situada a 900 m de altura en la precordillera (Región Metropolitana, Comuna de Las Condes) con animales de seis meses de edad seleccionados previamente según el tamaño, a fin de tener uniformidad en los grupos experimentales. Para tal efecto se utilizó una seleccionadora de 5 mm. Las truchas así obtenidas se mantuvieron en cuatro estanques de concreto de 3.0 x 0.6 x 0.6 m también denominados A, B, C y D, en cantidades de 500 animales por estanque. El peso promedio inicial de cada grupo fue de 3.92, 3.95, 4.38 y 4.03 g, respectivamente.

A la 12a. semana se realizó una nueva selección por tamaño en cada uno de los grupos, utilizando una seleccionadora de 7 mm. El objeto de esta segunda selección fue separar los animales ya que el crecimiento de las truchas no es homogéneo; esto trae como consecuencia una competencia desigual en la captura del alimento y agresión de los peces más grandes hacia los más pequeños, pudiéndose llegar incluso al canibalismo. Los animales que pasaron a través de la seleccionadora, se dejaron en sus estanques primitivos, mientras que los de mayor tamaño fueron trasladados a estanques similares denominados respectivamente A', B', C' y D'.

El agua que abastecía los estanques correspondía a una mezcla en partes iguales de agua de vertiente y agua del estero El Arrayán. El caudal de entrada a cada uno de los estanques era de 1 lt/seg. Semanalmente se realizaron análisis de agua midiendo oxígeno y anhídrido carbónico disueltos por titulación, y el pH mediante colorimetría. Para estos exámenes se utilizó un equipo analizador de agua marca HACH, Modelo AL-36 B (Hach Chemical Company, Loveland, Colorado, EUA). Además se controló diariamente la temperatura y turbidez: la primera, tres veces al día, a las 8, 12 y 16 horas. La turbidez se estimó visualmente.

La composición porcentual de cada una de las dietas empleadas en el estudio se detalló en la Tabla 1.

A cada fórmula se le agregó BHT (Butylated Hidroxy Toluene) como antioxidante en la proporción de 50 mg/100 g.

Cada una de las dietas se sometió a un análisis químico proximal, según los métodos descritos por la AOAC (10). Además, fueron evaluados biológicamente mediante un índice de eficiencia proteínica (PER) de acuerdo al método de Osborne modificado por Chapman, Castillo y Campbell (11).

La ración diaria para cada grupo de animales fue calculada en base a 4% del peso corporal, cantidad que se adapta a las condiciones de temperatura en que se mantuvieron los peces, ya que

TABLA 1

COMPOSICION PORCENTUAL DE LAS DIETAS EMPLEADAS

Insumos	Dietas			
	A	B	C	D
Harina de Pescado *				
(anchoveta)	70.0	54.7	35.5	20.5
Aceite de maravilla	4.1	3.8	8.0	6.0
Suplemento vitamínico **	0.5	0.5	0.5	0.5
Suplemento mineral **	1.0	1.0	1.0	1.0
Trigo molido *	24.4	40.0	20.0	15.0
Guano molido (cama de ponedora en piso de cemento) *	—	—	20.0	15.0
Harina de sangre (bovino) *	—	—	15.0	12.0
Harina de soya *	—	—	—	30.0

* La composición química de estos ingredientes consta en las tablas de Bález *et al.* (9).

** Se utilizó suplemento vitamínico y mineral confeccionado por el Laboratorio Veterinaria Ltda, Santiago, Chile, de acuerdo con la formación de Tiews, Gropp y Koops (8).

existe una relación directa entre ésta y el consumo de alimento (12). Debido a que dicha ración debe administrarse a intervalos cuyo número varía según el tamaño de pez para permitir que los animales la consuman casi inmediatamente (4), ésta fue suministrada en tres dosificaciones: a las 8, 12 y 16 horas.

El alimento se administró en forma manual, método que ha demostrado ser más eficiente al compararlo con un sistema mecánico automático de alimentación (13).

Las truchas se pesaron semanalmente tomando de cada estanque una muestra representativa correspondiente, aproximadamente de 40% del total de animales. Para este efecto se extrajo con una red un total de 200 ejemplares de cada grupo, pesándolos luego en un recipiente con agua, previamente tarado.

Se llevó un control periódico de mortalidad en el que se consideraron tanto los animales que aparecían muertos, como las pérdidas ocasionadas por el excesivo manejo a que obligó la experiencia. Además, mensualmente se extrajeron ejemplares de peces

mueritos de cada estanque en los cuales se realizó estudios histopatológicos de hígado y riñón, con el fin de detectar la causa de muerte. Para estos estudios se utilizaron las técnicas histopatológicas corrientes: fijación en formalina al 10%, inclusión en parafina, corte y tinción en hematoxilina-eosina.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de las variables medidas en los análisis de agua fueron relativamente estables. El oxígeno disuelto fluctuó entre 9 y 11 mg/lt, el anhídrido carbónico se mantuvo en 10 mg/lt; el pH varió de 7.5 a 8, y los promedios de temperatura semanal variaron entre 8.8 y 13.8° C, siendo inferior durante los meses de julio y agosto que corresponden a la época de invierno y aumentando a partir del mes de octubre. Estos valores se encuentran dentro de los rangos tolerables por la trucha (14). Se observó turbidez durante los meses de julio (14 días de turbidez durante el mes) y de octubre a noviembre (8 y 19 días de turbidez, respectivamente), coincidiendo con la época de lluvia y de deshielo.

Los resultados de los análisis químico-proximal e índices de eficiencia proteínica de las dietas empleadas, se muestran en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

TABLA 2

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EMPLEADAS,%

(Tal como se ofrecieron)

Dieta	Materia seca	Proteína	Fibra cruda	Extracto etéreo	Extracto libre de N	Cenizas
A	91.92	40.08	0.88	5.35	28.26	17.25
B	90.99	33.84	1.31	4.05	38.04	13.75
C	91.11	38.26	4.24	5.08	26.54	16.99
D	90.50	39.87	5.75	6.43	22.85	15.60

TABLA 3
INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (IEP)
PARA LAS DIETAS EMPLEADAS

	IEP	Porcentaje
Caseína	2.84 ± 0.15	100.00
Dieta A	2.74 ± 0.20	96.47
Dieta B	3.06 ± 0.24	107.74
Dieta C	2.56 ± 0.13	90.14
Dieta D	2.33 ± 0.32	82.04

Comparados estadísticamente, los IEP de las dietas A y B no acusan diferencias significativas con respecto al de la caseína ($P > 0.20$ y $P > 0.10$, respectivamente). Las dietas C y D dan un IEP significativamente menor que el de la caseína ($P <$ en ambos casos).

En lo referente a composición química, se aprecia que las dietas se encuentran dentro de los rangos recomendables para la trucha (4, 5, 7).

La dieta B presenta un porcentaje relativamente menor de proteína, siendo ella, sin embargo, de buena calidad, según su IEP. Por el contrario, las dietas C y D tienen un alto contenido proteínico, pero presentan un valor de IEP menor, lo que indica una proteína de calidad comparativamente inferior. Un alto porcentaje de la proteína aportada por la harina de pescado, ha sido reemplazada en estas dietas por otros insumos.

Con relación al crecimiento de los animales, éste se expresa en la Figura 1.

Durante las primeras cinco semanas todos los grupos dieron muestra de bajo crecimiento. Es posible que ello se haya debido a que este lapso corresponde al período requerido para la adaptación de los peces a las condiciones experimentales (manejo, alimento, etc.). Además, en este período la temperatura del agua fue más baja, lo que provoca un detrimento en el consumo de alimento (4). Por otra parte, durante estas semanas la turbidez del agua fue elevada, lo que también influye en el consumo (15).

La dieta D demostró ser menos eficiente que las restantes en lo que a ganancia de peso se refiere. Las curvas de crecimiento fueron comparadas estadísticamente por medio de los intervalos

muertos de cada estanque en los cuales se realizó estudios histopatológicos de hígado y riñón, con el fin de detectar la causa de muerte. Para estos estudios se utilizaron las técnicas histopatológicas corrientes: fijación en formalina al 10%, inclusión en parafina, corte y tinción en hematoxilina-eosina.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de las variables medidas en los análisis de agua fueron relativamente estables. El oxígeno disuelto fluctuó entre 9 y 11 mg/lt, el anhídrido carbónico se mantuvo en 10 mg/lt; el pH varió de 7.5 a 8, y los promedios de temperatura semanal variaron entre 8.8 y 13.8° C, siendo inferior durante los meses de julio y agosto que corresponden a la época de invierno y aumentando a partir del mes de octubre. Estos valores se encuentran dentro de los rangos tolerables por la trucha (14). Se observó turbidez durante los meses de julio (14 días de turbidez durante el mes) y de octubre a noviembre (8 y 19 días de turbidez, respectivamente), coincidiendo con la época de lluvia y de deshielo.

Los resultados de los análisis químico-proximal e índices de eficiencia proteínica de las dietas empleadas, se muestran en las Tablas 2 y 3, respectivamente.

TABLA 2

ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DE LAS DIETAS EMPLEADAS, %

(Tal como se ofrecieron)

Dieta	Materia seca	Proteína	Fibra cruda	Extracto etéreo	Extracto libre de N	Cenizas
A	91.92	40.08	0.88	5.35	28.26	17.25
B	90.99	33.84	1.31	4.05	38.04	13.75
C	91.11	38.26	4.24	5.08	26.54	16.99
D	90.50	39.87	5.75	6.43	22.85	15.60

TABLA 3
INDICE DE EFICIENCIA PROTEINICA (IEP)
PARA LAS DIETAS EMPLEADAS

	IEP	Porcentaje
Caseína	2.84 ± 0.15	100.00
Dieta A	2.74 ± 0.20	96.47
Dieta B	3.06 ± 0.24	107.74
Dieta C	2.56 ± 0.13	90.14
Dieta D	2.33 ± 0.32	82.04

Comparados estadísticamente, los IEP de las dietas A y B no acusan diferencias significativas con respecto al de la caseína ($P > 0.20$ y $P > 0.10$, respectivamente). Las dietas C y D dan un IEP significativamente menor que el de la caseína ($P <$ en ambos casos).

En lo referente a composición química, se aprecia que las dietas se encuentran dentro de los rangos recomendables para la trucha (4, 5, 7).

La dieta B presenta un porcentaje relativamente menor de proteína, siendo ella, sin embargo, de buena calidad, según su IEP. Por el contrario, las dietas C y D tienen un alto contenido proteínico, pero presentan un valor de IEP menor, lo que indica una proteína de calidad comparativamente inferior. Un alto porcentaje de la proteína aportada por la harina de pescado, ha sido reemplazada en estas dietas por otros insumos.

Con relación al crecimiento de los animales, éste se expresa en la Figura 1.

Durante las primeras cinco semanas todos los grupos dieron muestra de bajo crecimiento. Es posible que ello se haya debido a que este lapso corresponde al período requerido para la adaptación de los peces a las condiciones experimentales (manejo, alimento, etc.). Además, en este período la temperatura del agua fue más baja, lo que provoca un detrimento en el consumo de alimento (4). Por otra parte, durante estas semanas la turbidez del agua fue elevada, lo que también influye en el consumo (15).

La dieta D demostró ser menos eficiente que las restantes en lo que a ganancia de peso se refiere. Las curvas de crecimiento fueron comparadas estadísticamente por medio de los intervalos

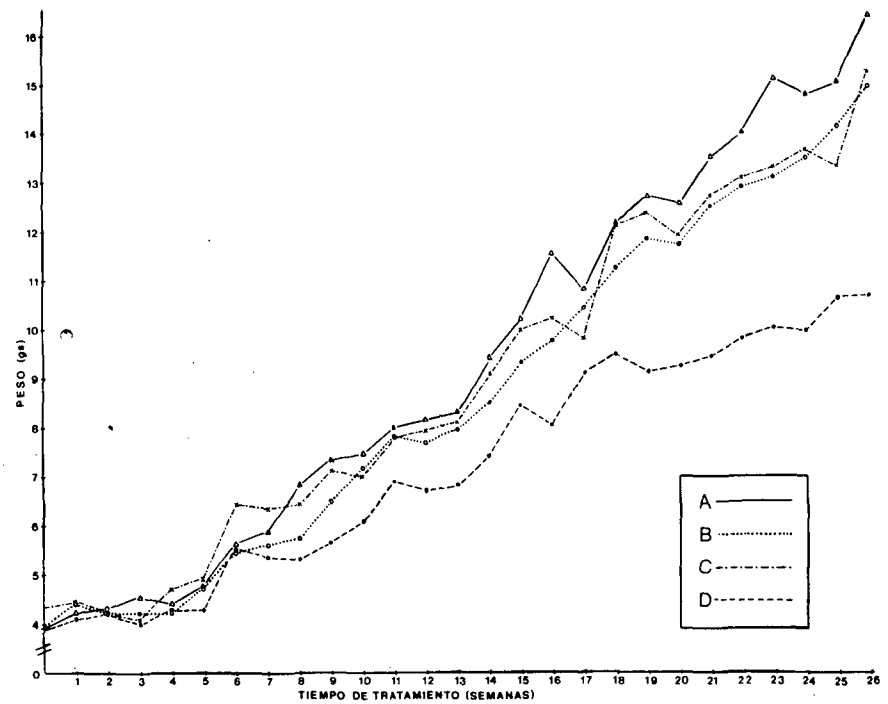


FIGURA 1
Crecimiento de los peces alimentados con las cuatro dietas diferentes

de confianza de sus correspondientes coeficientes de regresión (b), con un $\alpha = 0.01$. Estos se representan en la Figura 2.

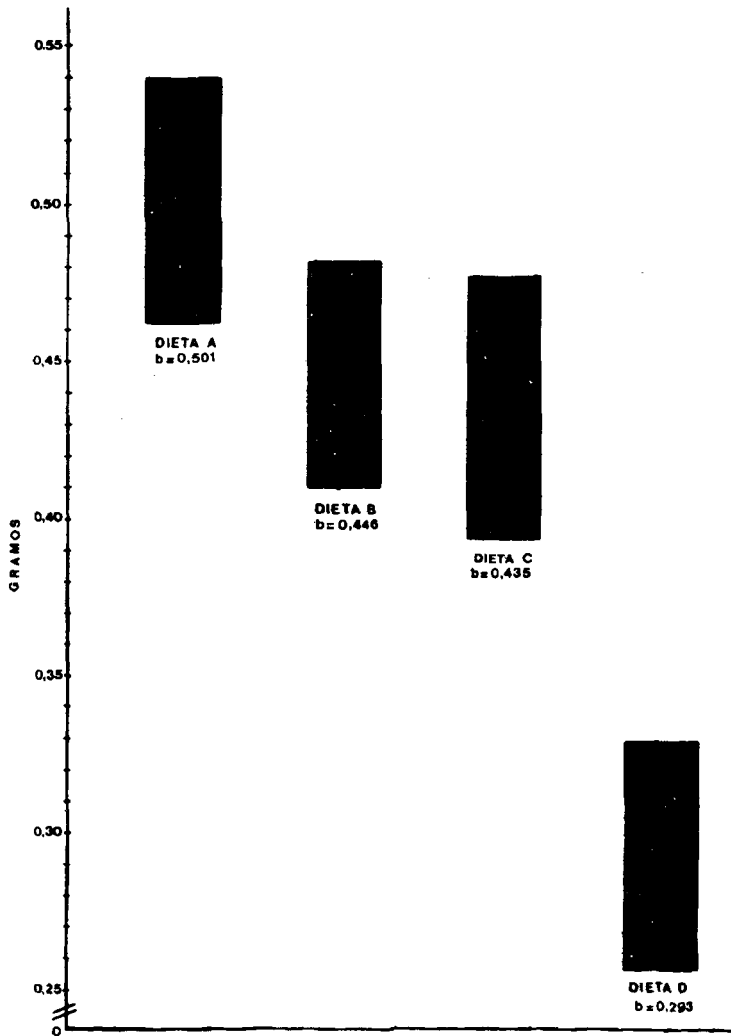


FIGURA 2

Intervalos de confianza de los coeficientes de regresión del crecimiento de los cuatro grupos de peces alimentados con las diferentes dietas ($\alpha = 0.01$)

El análisis de la Figura 2 indica que las dietas B y C son estadísticamente iguales entre sí, y también iguales a la A, ya que se superponen en parte de su extensión. La dieta D es significativamente distinta a todas las demás, puesto que su intervalo de confianza no muestra puntos de superposición con ninguno de los otros.

Se calculó la conversión para cada uno de los grupos, con los resultados que se indican en la Tabla 4.

TABLA 4

CONVERSION OBTENIDA CON LAS DIFERENTES DIETAS.

Dieta	Conversión
A	1 : 3.94
B	1 : 4.05
C	1 : 4.30
D	1 : 5.67

Los valores de conversión concuerdan con las curvas de crecimiento obtenidas. El valor de la dieta A es el mejor, siendo levemente inferiores los de las dietas B y C. La dieta D muestra una conversión definitivamente baja.

Con respecto a la mortalidad durante la experiencia, ésta se expresa en la Tabla 5:

Se podría decir que las cifras de mortalidad son despreciables, teniendo en cuenta que Rubin (14) considera como mortalidad normal a aquélla que no excede del 25% de la población.

Los resultados de los análisis histopatológicos no mostraron ningún tipo de alteraciones atribuibles al alimento administrado. Esto indica que para este período de crecimiento, las dietas son inocuas.

En relación a la mortalidad causada por enfermedades, el examen histopatológico confirmó las alteraciones diagnosticadas macroscópicamente y debidas a saprolegnias (provocada por el hongo *Saprolegnia parasitica*) y a podredumbre de las aletas (causada por *Pseudomonas punctata* y *Pseudomonas fluorescens*). Cabe hacer notar que estas dos patologías son corrientes en las pisciculturas.

TABLA 5

**MORTALIDAD OCURRIDA EN LOS DIFERENTES GRUPOS
DURANTE EL PERIODO DE EXPERIMENTACION**

Grupo	No. de ejemplares		Mortalidad			o/o de mortalidad por enfermedad
	Inicial	Final	Total	Por manejo	Por enfermedad	
A	500	482	18	11	7	1.4
B	500	474	26	15	11	2.2
C	500	477	23	14	9	1.8
D	500	466	34	19	15	3.0

Finalmente se realizó una estimación de los costos para cada una de las dietas empleadas, en la que se ha incluido el valor correspondiente a la obtención y/o preparación de los insumos, sin considerar el costo de elaboración de las dietas (mezclado, peletizado, envasado, etc.). Según esta estimación, el costo, en dólares de los EUA por tonelada de alimento para las diferentes dietas, es el siguiente:

Dieta A:	\$ 393.46
Dieta B:	344.78
Dieta C:	249.45
Dieta D:	250.88

Cabe destacar el costo de la dieta C, el cual es aproximadamente 360/o menor que el de la dieta A; sin embargo, el rendimiento de ambas fue similar. No se podría decir lo mismo respecto a la dieta D, ya que aun cuando su valor es semejante al de la C, su rendimiento es notoriamente inferior.

Puede, pues, concluirse que en la confección de dietas para trucha arco iris, sería posible reemplazar parte de los insumos tradicionales por subproductos agropecuarios, manteniendo un rendimiento similar y abaratando enormemente el costo de las explotaciones piscícolas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a las siguientes personas: Sr. Julio Badinella G., Gerente General de la Sociedad Criadero Arco Iris Ltda. por las facilidades prestadas en la Piscicultura El Arrayán para la realización de este trabajo.

Asimismo, agradecemos a los Dres. Mario Luengo y Nicolás Arata de Anatomía Patológica de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile, su cooperación, ya que fue ahí donde se realizaron los análisis histopatológicos de los peces.

Por último, dejan constancia de su reconocimiento al Prof. Pierfelice Ravenna por su colaboración en la elaboración de las gráficas.

SUMMARY

UTILIZATION OF AGROINDUSTRIAL BY-PRODUCTS IN THE FEEDING OF RAINBOW TROUT (*Salmo gairdenerii*), DURING THE FRY STAGE

The effect of four dry diets, namely A, B, C and D on the growth rate between 0-15 g of the rainbow trout, *Salmo gairdenerii*, Richardson, was studied. The weight gain, feed efficiency, mortality and pathological alterations were analyzed. Moreover, costs were also estimated.

In the elaboration of diets C and D, agroindustrial by-products were included (bovine blood meal and laying hen's litter and manure).

The results show weight gains statistically similar for diets A, B and C (3.92 - 16.47 g; 3.95 - 15.00 g and 4.38 - 15.25 g, respectively) D being significantly lower than the others (4.03 - 10.75 g). A similar pattern was found in relation to feed efficiency (3.94; 4.05; 4.30 and 5.67, respectively).

Mortality was negligible for the four groups. No pathological effects were observed. Concerning costs, diets C and D were undoubtedly cheaper.

We, therefore, conclude that cheaper and efficient diets using agroindustrial by-products could be used for trouts during the fry stage.

BIBLIOGRAFIA

1. Dazarola, M. G., J. Delard de Rigoulières & A. Valenzuela. **Perspectivas de los Cultivos de Agua Dulce en Chile.** Seminario sobre las perspectivas del desarrollo del sector pesquero chileno. Valparaíso, Ediciones

- Universitarias, 1974, p. 175-186, 1974.
2. Lagler, K. F. **Freshwater Fishery Biology**. 2a. ed. Dubuque, Iowa, W. M. C. Brown Company Publishers, 1956.
 3. 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.
 4. Phillips, A. M. **Trout Feeds and Feeding. Manual of Fish Culture**. Washington, D. C., 3 B 5 Bureau of Sport Fisheries and Wildlife, 1970.
 5. National Academy of Science. **Nutrient Requirements of Domestic Animals Number 11. Nutrient Requirements of Trout, Salmon and Catfish**. Washington, D. C., NAS, 1973.
 6. 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.
 7. Phillips, A. M. & D. R. Brockway. Dietary calories and the production of trout in hatcheries. **Prog. Fish Cult.**, 21: 3-16, 1959.
 8. Tiews, K., J. Gropp, & H. Koops. On the development of optimal rainbow trout pellet feeds. **Arch. Fish. Wiss.**, 27: 1-29, 1976.
 9. Báez, H., C. Visconti, R. Urbá, M. Vargas, B. Emzo & P. Pardo. **Composición de Alimentos Chilenos de Uso en Ganadería y Avicultura**. Santiago, Chile, Servicio Agrícola y Ganadero, División de Salud Animal, 1971.
 10. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis**. 11th ed. Washington, D. C., The Association, 1970.
 11. 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: 679, 1959.
 12. Shaperclaus, W. **Traité de Pisciculture en Etang**. Paris, France, Vigot Freres Editeurs, 1961.
 13. Pfeffer, E. Studies on the utilization of dietary energy and protein by rainbow trout (*Salmo gairdnerii*) fed either by hand or by an automatic self-feeder. **Aquaculture**, 10: 101-106, 1977.
 14. Rubin, R. **La Piscifactoría. Cría Industrial de los Peces de Agua Dulce**. México, D. F., México, Ed. Continental S. A., 1976.
 15. Patiño, R. A. **Cartilla de Piscicultura**. 2a. ed. Cali, Colombia, Imprenta de la Universidad del Valle, 1974.