

3
29.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO
Escuela Nacional de Estudios Profesionales
" ZARAGOZA "



EFFECTO DE UNA DIETA TIPO Vs. UNA DIETA COMERCIAL
SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CRIA DE TRUCHA ARCO-IRIS
(*Salmo gairdneri*, RICHARDSON)

Tesis Para Obtener el Titulo de:

B I O L O G O

P R E S E N T A N

RODOLFO BECERRIL PATLAN

ROGELIO VELAZQUEZ DE LA MORA



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	1
INTRODUCCION.....	3
ANTECEDENTES	5
ZONA DE TRABAJO	11
HIPOTESIS	12
OBJETIVOS	13
METODOLOGIA	14
RESULTADOS Y DISCUSION	21
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	48
LITERATURA CITADA	50

EFFECTO DE UNA DIETA TIPO Vs. UNA DIETA COMERCIAL SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA CRIA DE TRUCHA ARCO-IRIS (Salmo gairdneri, RICHARDSON).

RESUMEN

Dentro de los recursos acuáticos quien ha demostrado tener una utilidad práctica, rentable y que puede abastecer de alimentos a la población es la trucha arco-iris, que se ha caracterizado por su adaptable manejo.

Sin embargo, en el cultivo de peces nada es más importante que las dietas bien balanceadas y una adecuada alimentación.

La producción de dietas balanceadas para peces, requiere de investigación control de calidad y evaluación biológica.

En esta investigación se elaboró una dieta tipo basada en los requerimientos nutricionales de la especie y con ingredientes de fácil acceso en el mercado nacional.

Se comparó el efecto de la dieta tipo contra la dieta control en crías de trucha arco-iris de 3.0 ± 0.1 cm. de longitud total; la primera con 42.78% de proteína, 27.89% de carbohidratos y 8.31% de lípidos; mientras que la segunda tenía 42.91%, 26.67% y 8.72%, respectivamente; evaluándose a través de los parámetros nutricionales, índice de mortalidad y costo.

La experimentación se realizó por triplicado con lotes de 100 individuos cada uno para cada tratamiento (dieta tipo y control) en el Centro Acuico la "El Zarco", con una duración de 12 semanas; del 4 de junio al 4 de sep

tiembre de 1986; a través de las cuales la dieta control presentó mejor rendimiento en todos los parámetros nutricionales analizados sobre las crías alimentadas con la dieta tipo.

En índice de mortalidad fué de 18% mayor en dieta tipo que en dieta control. El costo de la dieta tipo (estimación de mayo de 1986) fué de \$144.97/Kg, mientras que el de la dieta control fué de \$280.00/Kg; sin embargo, el costo para producir un kilogramo de trucha fué de \$887.21 con la dieta control, similar al obtenido con la dieta tipo, que fué de \$880.1 el cual se vé incrementado por los gastos de operación ya que con ésta el crecimiento es más lento. Se analizan las posibles causas y se sugieren algunas modificaciones a la dieta tipo para tratar de mejorarla.

INTRODUCCION

La desnutrición es uno de los principales problemas que existen en nuestro país, ocasionado, entre otras cosas, por la ausencia de algunos de los ingredientes que se deben incluir en una dieta balanceada. Por otro lado, el aumento de interés por acrecentar la obtención de recursos pesqueros para una población que posee déficit de alimentos, ha motivado que en los últimos años adquiera una mayor importancia la Acuicultura (F.A.O., 1969), ya que las investigaciones realizadas en los últimos años han ampliado enormemente sus posibilidades en lo que se refiere a la producción masiva de proteínas para consumo humano y, yendo más lejos aún, como posible dique a los abusos del hombre sobre algunas especies (Paredes, 1985).

Dado que en la industria trutícola la alimentación representa el mayor concepto de costo, cualquier tipo de medida tendiente a favorecer la eficiencia alimenticia, a un mayor rango de conversión, o al abatimiento de los costos de adquisición del alimento, disminuirán el riesgo representado por este concepto (Gutiérrez, s.a.).

De esta manera, los alimentos se clasificarán en cuanto a calidad, de acuerdo a la facilidad de utilización de los nutrientes, principalmente de proteínas. Los estudios que se han realizado para determinar la utilización de estas implica dificultades técnicas, pero el empleo de índices de crecimiento, como: Porcentaje de Ganancia en Peso y en Talla, y la Tasa de Crecimiento Específica, unidos a la Eficiencia Proteica, al Valor Pro-

ductivo de la Proteína (Covey y Sargent, 1972), y a la Conversión Energética (Halver, 1972), que toma en cuenta también la energía suministrada por grasas y carbohidratos, proporcionan resultados confiables.

Con base en lo anterior, el presente trabajo planteó la realización de una dieta tipo para trucha arco-iris de acuerdo a los requerimientos nutricionales de la misma y a la disponibilidad de los ingredientes en el mercado nacional, y su comparación con una dieta comercial sobre las crías de 3.0 ± 0.1 cm. de longitud total durante un periodo de doce semanas en el Centro Acuícola "El Zarco".

ANTECEDENTES

La Acuicultura surge como una posible solución al actual estado de subutilización de los recursos acuáticos, al crecimiento y aumento en las demandas y necesidades de la población mexicana. En este aspecto, una de las especies que ha demostrado tener una utilidad práctica y rentable es la trucha arco-iris, en donde, la nutrición constituye un factor primordial para su cultivo.

Entendemos por nutrición el conjunto de procesos por los cuales el animal obtiene del medio ambiente que le rodea todos los materiales distintos del oxígeno, necesarios para mantener su vida y crecimiento. Su importancia radica en el hecho de que regula las funciones básicas, como: resistencia, crecimiento, desarrollo y reproducción, haciendo su investigación necesaria a fin de conocer los requerimientos nutricionales y el papel químico y fisiológico de cada uno de los componentes de la dieta. Para conocerlos es necesario tomar en cuenta ciertas características de la trucha, como:

1. Que son organismos Poiquilotermos, por lo que varía su capacidad para asimilar alimento bajo diferentes condiciones ambientales.
2. Que al ser carnívoro, presenta un intestino grueso y delgado, demasiado cortos e indiferenciados, y, por lo tanto, insuficientes para permitir ninguna síntesis importante de vitaminas por las bacterias intestinales, por lo que deben ser suplementadas en la dieta en forma digerida.

ble (Leitritiz, 1959).

3. Que, como todo animal, necesita de los cinco elementos nutricionales: proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales.

Proteínas.

Están formadas de aminoácidos, de estos, diez son esenciales para la trucha: Arginina, Lisina, Triptofano, Metionina, Leucina, Isoleucina, Histidina, Fenilalanina, Valina y Treonina (Lagler, 1962; Shanks, 1962; Phillips, 1970; Halver, 1972; N.R.C., 1972 y N.R.C., 1982). Aparentemente, tanto las proteínas animales como las vegetales satisfacen, al menos en parte, los requerimientos proteicos (Hoar y Randall, 1969), siendo 40% aproximadamente lo que necesita en la dieta durante las primeras 6-8 semanas de vida (N.R.C., 1982 y Phillips, 1959).

Se utilizan como: constituyentes fundamentales de las células, catalizadores, hormonas, protección del organismo contra infecciones, desintoxicantes, regulación del metabolismo del agua (Prieto, s.a.).

Grasas.

Son utilizadas para producir energía, amortiguar los órganos vitales aislante de la temperatura, lubricación, aportar los ácidos grasos esenciales, transportar vitaminas liposolubles y para formar parte esencial de los productos sexuales. Según Phillips (1970), se recomienda que la dieta contenga del 8 al 15% de grasas y de preferencia insaturadas, ya que son más fácilmente desdobladas por el organismo en comparación con las satura

das. De esta manera se ha establecido que los ácidos grasos del tipo $\omega 3$ (linolénico), son esenciales para el mantenimiento de la salud, además de que proporcionan un rápido crecimiento en la trucha arco-iris (Prieto, s. a.).

Carbohidratos.

Desempeñan dos funciones principales: como almacenadores de combustible, y como elementos estructurales. Se recomienda incluir del 9 al 12% de estos en la dieta, ya que cantidades adicionales causa exceso de deposición de glicógeno hepático, ocurriendo gran mortalidad (Hoar y Randall, 1969; Phillips, 1970).

Vitaminas.

Son necesarias en pequeñas cantidades. De las 16 conocidas, 10 son esenciales para la trucha: Tiamina, Riboflavina, Acido Pantoténico, Piridoxina, Inositol, Biotina, Acido Fólico, Niacina, Acido Ascórbico y Colina (Leitritz, 1959; Halver, 1972), a pesar de que estas recomendaciones son difíciles de precisar, pues depende, entre otros factores, de los estados fisiológicos, patológicos, genéticos, condiciones de explotación y de equilibrio en las raciones alimenticias.

Minerales.

Sólo se requieren en pequeñas cantidades; mientras que el Calcio, Fósforo y Hierro se utilizan en la formación del cuerpo y la sangre, los demás minerales funcionan como catalizadores.

Todos estos elementos no actúan aislados, sino que presentan un alto grado de interrelación; es así que el exceso o carencia de alguno de estos en la dieta, puede ocasionar que esta falle (Leitritz, 1959).

La energía contenida en los alimentos ingeridos por el pez es utilizada para compensar las pérdidas de mantenimiento y producción, ya que una parte es eliminada por las heces, o perdida en forma de gas en el tracto digestivo, o utilizada para la eliminación del nitrógeno excedente de las proteínas, o eliminada energéticamente en forma de calor; así como a la pérdida que está ligada a la actividad metabólica (Prieto, s.a.).

Sin embargo, los requerimientos de energía dependen de diversos factores, entre los que se encuentran, según Halver (1972) y N.R.C. (1982), los siguientes:

- La temperatura del agua. Debido a la naturaleza poiquiloterma, la temperatura corpórea es similar a la del agua; por lo que al variar esta, el nivel metabólico del pez cambia, y por lo tanto, los requerimientos energéticos.
- Tamaño del pez. Los peces pequeños, por presentar un nivel de crecimiento alto, tienen un mayor metabolismo.
- Edad del pez. En general, los requerimientos calóricos decrecen con la edad, a consecuencia del punto anterior.
- Actividad fisiológica. Los requerimientos energéticos cambian con las variaciones fisiológicas normales del organismo, como la formación de productos sexuales y la movilidad, debido a que necesitan más calorías

para realizar estas actividades.

- Exposición a la luz. Debido a que los peces necesitan periodos de reposo, el aumento en las horas luz provoca que su actividad normal se incrementa utilizando por lo tanto, una mayor cantidad de energía para su realización.
- Composición de la dieta. La proporción de los grupos alimenticios alteran los requerimientos energéticos, debido a la variación en la calidad y cantidad de elementos nutritivos de un alimento a otro.

En este último aspecto, y considerando lo mencionado anteriormente, para obtener una dieta adecuada para el pez se requiere de:

- A. Materias primas en las que se conozca su composición nutricional, que no contengan elementos tóxicos, que existan en el mercado nacional y que además sean de bajo costo.
- B. El procesamiento adecuado de la dieta, en el que se incluya la mezcla de todos los ingredientes y la compactación de estos por métodos de "pelletización" o extrusión (N.R.C., 1982), para la obtención del tamaño de partícula adecuado al hocico del pez; para crías de 3.0 cm. de longitud total se recomienda de 1/16 de pulgada (Phillips, 1970).
- C. Tomar en cuenta las condiciones propias de México, ya que la calidad de las materias primas usadas en la elaboración de alimentos balanceados varía de un país a otro, por lo que resultan alimentos que no satisfacen los requerimientos nutricionales de la trucha arco-iris cultivada en el país, y que además resultan caras; por ejemplo: Ranger y Pu

- . rina entre otras.
- D. Que se realice una evaluación del alimento, tanto química como biológica:
- Evaluación Química. Consiste en el análisis proximal para valorar el poder nutritivo de un alimento, pues se determinan cuantitativamente, sus principios inmediatos que lo constituye (Olascoaga, 1981).
 - Evaluación Biológica. Consiste en determinar el efecto de los diversos nutrientes en el cuerpo del organismo, por medio de diferentes parámetros nutricionales indicativos del desempeño de la dieta, entre los que se encuentran: la Tasa de Crecimiento Específica T.C.E.); Porcentaje de Ganancia en Peso (P.G.P.); Porcentaje de Ganancia en Talla (P.G.T.); Tasa de Eficiencia Proteica (T.E.P.), Conversión Proteica (C.P.); Conversión Energética (C.E.), y Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.).
- E. Un adecuado suministro de la ración alimenticia, obtenido por diversos métodos, como Leitritz (1959), Phillips (1970) y Halver (1972), entre otros.
- F. Que la frecuencia de alimentación sea apropiada para la cría, se recomienda entre ocho y doce veces al día (Phillips, 1970).

ZONA DE ESTUDIO

El Centro Acuicola "El Zarco" está localizado en el poniente de la capital de la República, ubicándose a los $19^{\circ} 17'$ de Latitud Norte y $99^{\circ} 21'$ de Longitud Oeste; a una altura de 3,400 m.s.n.m. Se encuentra en el kilómetro 32.5 de la Carretera Estatal No. 15 México-Toluca, bajo la jurisdicción de la Delegación de Cuajimalpa de Morelos, D.F. (mapa E14-A38 56, D.D.F., 1976). El terreno que ocupa el Centro presenta una superficie aproximada de $80,000 \text{ m}^2$, de los cuales $2,500 \text{ m}^2$ lo constituyen estanques. Este se encuentra dentro del Parque Nacional Miguel Hidalgo, en las estribaciones altas de la Sierra de las Cruces, que forma parte de la Cordillera Neovolcánica y vertiente occidental de la región del Valle de Toluca. El clima, de acuerdo con Maderey (1982), es del tipo C(W2)(w)(b);I; perteneciendo al subgrupo de los climas templados, siendo el más húmedo con lluvias en verano, con humedad mayor de 55%; con una isoterma anual de 10°C y una isoyeta anual de 1,500 mm.

HIPOTESIS

Ho.: El suministro de la dieta tipo a las crías de trucha arcoiris de 3.0 ± 0.1 cm. de longitud total, durante un periodo de doce semanas, permitirá un mejor crecimiento en comparación a las crías alimentadas con dieta control.

Ha.: El suministro de la dieta tipo a las crías de trucha arcoiris producirá un rendimiento semejante al producido por la dieta control.

OBJETIVOS

Objetivo General.

Valorar y confrontar el rendimiento de la cría de trucha arco-iris (Salmo gairdneri, RICHARDSON) a partir de una longitud total de 3.0 ± 0.1 cm., durante un periodo de doce semanas provocado por una dieta tipo y una comercial (control) en el Centro Acuícola "El Zarco".

Objetivos Específicos.

- Diseñar y elaborar una dieta tomando como referencia los requerimientos nutricionales de la trucha arco-iris.

- Evaluar la calidad de los alimentos suministrados a los organismos durante la experimentación.

- Establecer cuantitativamente la diferencia entre la dieta tipo y la control en cuanto a la Tasa de Crecimiento Específica, Ganancia en Talla y en Peso, Tasa de Eficiencia Proteica, Conversión Proteica, Conversión Energética, Factor de Conversión Alimenticia y Factor de Condición; así como Índice de Mortalidad y beneficio económico.

- Establecer si la dieta tipo presenta mejor rendimiento que la dieta control para el cultivo de trucha arco-iris.

METODOLOGIA

I. ELABORACION DE LA DIETA TIPO.

a) Diseño de la dieta. Tomando en consideración los requerimientos nutricionales para la trucha arco-iris, que proponen distintos autores, como: Leitritz (1959), Phillips (1970), Halver (1972), N.R.C. (1972) y N. R.C. (1982); y a la disponibilidad de los ingredientes en el mercado nacional, se procedió a su balance para obtener la dieta tipo. Como antioxidante se usaron 2.0 g. de Hidroxitolueno botulado (B.H.T.), (N.R.C., 1982).

b) Elaboración de la dieta. Constó de las siguientes operaciones:

- Obtención de las materias primas.
- Almacenaje para conservar la calidad de los ingredientes.
- Control de calidad por medio del análisis microscópico (Aguirre, 1979).
- Molienda fina de los ingredientes para obtener la granulometría deseada, por medio de un molino de marca Thomas Con Co. Missouri, U. S.A., y una criba de 2.0 mm. de diámetro.
- Pesado de los componentes por medio de una balanza granataria de marca Beckel con una capacidad de 15 Kg. para los grandes volúmenes, y una balanza Triple Beam Balance de marca Ohaus de capacidad de 2,610 g. para las pequeñas.
- Premezcla de vitaminas y minerales utilizando Acemite como vehículo, en una mezcladora tipo experimental durante un tiempo de 10

minutos (com.per. Guadalajara, 1986).

- Mezclado de 10 Kg. de alimento en una mezcladora marca Hobart de 10 Kg. de capacidad y tres velocidades, utilizándose ésta durante 20 minutos; durante los primeros diez se empleó la primera velocidad y los diez faltantes la segunda (ibidem.).
- Utilización de una máquina "pelletizadora", de marca California Pellet Mill Co. Part 3-3029-00, cuyo uso permitió obtener "pellets" de 10 mm. de diámetro.
- Secado a temperatura ambiente durante 24 horas.

II. ANALISIS DE LAS DIETAS.

a) Análisis Físico:

- Análisis Organoléptico: sabor, olor, consistencia, textura, color, dureza, flotabilidad y permanencia en el agua (Aguirre, 1979).

b) Análisis Químico:

- Análisis Bromatológico (A.O.A.C., 1970; Hart, 1971): consistió en realizar la separación del agua y la materia seca, dentro de la cual se reconocen dos porciones, una combustible y otra incombustible.
- Determinación de Calcio y Fósforo (Elaborado en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.N.A.M.).
- Determinación de aminoácidos esenciales (Realizado en el Insti

tuto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán") por la técnica del Manual Beckman Spinco.

III. ACONDICIONAMIENTO DE LAS TINAS.

- a. Se emplearon 6 tinas de fibra de vidrio para alevinaje con las siguientes dimensiones: 3.4 m. de largo, 0.6 m. de ancho y 0.35 m. de alto; que presentaron un flujo de 16.214 l/min. con variaciones de 0.2 l/min.; la densidad de carga máxima fué de 7.79 Kg/m³, de acuerdo con Klontz (1978).
- b. Se colocó una rejilla de seguridad a 0.58 m. de la tapa de retención de tierra en cada tina, a fin de tener una densidad de carga real de 4.81 Kg/m³ ó 0.38 Kg/lote de experimentación (Phillips, 1970).
- c. Se determinó la calidad del agua mediante los siguientes parámetros físicos:
 - Temperatura. Se obtuvo mediante un termómetro de marca Taylor, con un rango de -20°C a 50°C.
 - Potencial de hidrogeniones. Se determinó mediante un potenciómetro marca ORION RESEARCH modelo 601A/Ioanalyzer.
- d. Se determinó asimismo la calidad química del agua mediante los siguientes parámetros (A.P.H.A., 1965):
 - Concentración de Oxígeno Disuelto.
 - Concentración de Bióxido de Carbono.
 - Alcalinidad.
 - Dureza de Calcio.

- Dureza Total.

Llevándose a cabo mediciones diarias de temperatura y pH; semanales de oxígeno y bióxido de carbono; y quincenales de alcalinidad y dureza.

IV. SELECCION DE ORGANISMOS.

a. La selección se realizó con base en las siguientes características.

- Talla de 3.0 ± 0.1 cm. de longitud total .
- Que a simple vista no presenten signos de enfermedades (Roberts, 1982).
- Características morfológicas uniformes.

b. Una vez seleccionados por tallas, cada individuo se pesó en una balanza granataria Triple Beam Balance, marca Ohaus, con una precisión de 0.1 g., por medio de un vaso de precipitados de 500 ml. con agua y su diferencia en peso una vez agregado el pez.

c. En cada tina se colocaron 100 organismos, utilizándose tres para el tratamiento con la dieta control (tinas No. 1, 2 y 3) y tres para la dieta tipo (Tinas 4, 5 y 6).

Las biometrías se realizaron cada semana a todos los organismos de cada tina y tratamiento, a fin de seguir el crecimiento de los peces.

V. DISTRIBUCION DE LAS DIETAS.

a) Se determinó semanalmente la ración alimenticia mediante la ecuación

ción de Pyle y las Tablas de Deuel (1952), que consideran:

- La temperatura del agua.
- La biomasa de los organismos.
- La talla y el peso promedio.

La ecuación de Pyle utiliza un método de interpolación de las tablas de Deuel (1952) para determinar la proporción de alimento para tallas intermedias de peces:

$$\frac{X - X1}{X1 - X2} = \frac{Y - Y1}{Y1 - Y2}$$

Donde:

X = peso promedio del pez para ser alimentado.

X1 = peso promedio de la talla menor inmediata en la tabla de alimentación.

X2 = peso promedio de la talla mayor inmediata en la tabla de alimentación.

Y = porcentaje desconocido del peso corpóreo para alimentar al pez de peso X.

Y1 = proporción de alimento a partir de la tabla para peces de talla X1.

Y2 = proporción de alimento a partir de la tabla para peces de talla X2.

- b) Se suministró el alimento diario al "boleo" en seis frecuencias (1 cada hora), iniciando a las 10:00 horas. El alimento desperdiciado, desechos y otros materiales se extrajeron diariamente de la tina mediante "sifoneo".

VI. EVALUACION DE LAS DIETAS.

Se realizó mediante los siguientes parámetros nutricionales:

- Tasa de Crecimiento Específica (T.C.E.):

$$TCE = \frac{\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}}{\text{Tiempo en días}} \times 100$$

- Porcentaje de Ganancia en Peso (P.G.P.):

$$PGP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

- Porcentaje de Ganancia en Talla (P.G.T.):

$$PGT = \frac{\text{Talla final} - \text{Talla inicial}}{\text{Talla inicial}} \times 100$$

- Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.):

$$FCA = \frac{\text{Cantidad de alimento suministrada}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}$$

- Conversión Energética (C.E.):

$$CE = \frac{\text{Calorías suministradas}}{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}$$

- Tasa de Eficiencia Proteica (T.E.P.):

$$TEP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Cantidad de proteína suministrada}}$$

- Índice de Mortalidad (I.M.):

$$i.M. = \frac{\text{Número de peces iniciales} - \text{número de peces finales}}{\text{Número de peces iniciales}} \times 100$$

- Factor de Condición (F.C.):

$$F.C. = \frac{\text{Peso del pez en g.} \times 100}{(\text{Longitud del pez cm.})^3}$$

VII. ANALISIS ESTADISTICO.

a. Se realizó un análisis de varianza para encontrar en que momento se hacen diferentes los resultados con los dos tratamientos en cuanto a longitud total y peso.

b. Se realizó un análisis de correlación y regresión para determinar la dependencia que existe entre las dos variables longitud total y peso, y estas con el tiempo.

VIII. ANALISIS ECONOMICO

a) Se obtuvo el costo del alimento en base al precio de los ingredientes en el mercado nacional y su proporción en la dieta.

b) Se multiplicó el FCA por el precio del alimento para obtener el costo necesario para incrementar una unidad de peso de los organismos (Halver, 1972).

RESULTADOS Y DISCUSION

El diseño teórico de la dieta tipo quedó conformado de la siguiente manera:

CUADRO 1. DESGLOSE TEORICO DE DIETA TIPO PARA TRUCHA ARCO-IRIS.

INGREDIENTE	(%)	PC	FC	Ca	P	ENERGIA METABOLIZABLE
Harina de pescado	37.0	21.5	0.37	2.22	1.3	1,017.5
Soya	25.0	10.9	1.50	0.07	0.1	1,083.0
Trigo	21.0	2.1	0.41	0.02	0.06	646.8
Leche descremada	5.0	1.6	----	0.06	0.05	125.7
Levadura de cerveza	5.0	2.0	0.10	0.01	0.07	90.0
Sebo de res	0.078	---	----	----	----	587.0
*Premezcla de vitaminas	2.425	---	----	----	----	-----
*Premezcla de minerales	2.00	---	----	1.31	0.65	-----
TOTAL	97.503	38.22	2.38	3.69	2.28	3,550.0
REQUERIMIENTOS	100	42.00	2.40	0.70	0.50	3,550.0
BALANCE	-2.49	-3.78	-0.02	2.90	1.78	0

P.C. = Porcentaje de proteína cruda

FC = Porcentaje de fibra cruda.

Ca = Porcentaje de calcio

P = Porcentaje de fósforo.

ENERGIA METABOLIZABLE = Kcal/Kg. de ingrediente.

(*) Se encuentra desglosada en el cuadro no. 2

(**) Se encuentra desglosada en el cuadro no. 3

CONTINUACION DEL CUADRO 1.

INGREDIENTE	Arg	His	Lis	Trf	Fen	Tre	Leo	Leu	Met/Cis	Val
Harina de pescado	1.06	0.42	1.30	0.21	0.58	0.74	0.83	1.30	0.80	0.90
Soya	0.65	0.27	0.67	0.15	0.53	0.42	0.70	0.90	0.30	0.50
Trigo	0.13	0.05	0.06	0.04	0.10	0.06	0.09	0.13	0.08	0.10
Leche des-cremada	0.06	0.04	0.12	0.02	0.08	0.09	0.11	0.17	0.07	0.12
Levadura de cerveza	0.11	0.07	0.15	0.04	0.09	0.13	0.11	0.16	0.08	0.12
Sebo de res	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Minerales	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Vitaminas	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
TOTAL	2.00	0.85	2.33	0.46	1.58	1.40	1.84	2.74	1.38	1.05
REQUER. (*)	2.5	0.70	2.10	0.20	2.00	0.80	1.00	1.50	1.70	1.50
BALANCE	-0.5	0.15	0.23	0.26	-0.4	0.64	0.84	1.24	-0.32	0.35

(*) Expresado en porcentaje del alimento (Halver, 1961).

Met/Cis = Metionina en presencia de Cisteina al 5%.

La composición de la premezcla de vitaminas quedó de la siguiente manera (N.R.C., 1982).

CUADRO 2. PREMEZCLA DE VITAMINAS:

VITAMINAS	CONCENTRACION (%)	REQUERIMIENTO (mg/Kg)
A	500,000 UI/g	200,000 UI
D	500,000 "	240,000 "
E	50	3,000 mg/Kg
K3	50	1,000 "
Ac. Ascórbico	99	10,000 "
Tiamina	98.5	1,000 "
Riboflavina	96	2,000 "
Piridoxina	98	1,000 "

Ac. Pantoténico	45	4,000
Ac. Fólico	95	500
Niacina	98	15,000
Biotina	2	100
Colina	25	300,000
Inositol	--	40,000
B12	132 mg/Kg	2

La composición de la premezcla de minerales quedó constituida de la siguiente forma:(N.R.C., 1982)

CUADRO 3. PREMEZCLA DE MINERALES.

MINERAL	REQUERIMIENTO (Kg/100Kg)	FUENTE DE OBTENCION	CANTIDAD DE FUENTE (Kg/100Kg)
Fósforo	0.6460	Fosfato dicálcico	3.588
Calcio	1.3100	Carbonato de calcio	1.559
Hierro	0.00780	Sulfato Ferroso	0.025
Cobre	0.0004	Carbonato de cobre	0.0032
Cobalto	0.0004	Carbonato de cobalto	0.000952
Magnesio	0.0180	Oxido de Magnesio	0.0332
Zinc	0.0072	Sulfato de zinc	0.020

Si se observael cuadro no. 1, se aprecia que la harina de pescado e ra quien se iba a proporcionar en mayor medida en la dieta tipo, y, ya que también aportaría la máxima fracción de proteína, aunado a que sería el in grediente más costoso, se seleccionó de entre dos muestras obtenidos en di

ferentes forrajeras la que se considerara de mejor calidad, a través de un análisis microscópico realizado en el Instituto de Investigaciones Pecuarias, quedando de la siguiente manera:

Se identificaron con los números:

M-026-86. Harina de pescado con 53-57% de proteína.

Olor: a grasas, ligeramente a amoníaco.

Color: café claro.

Textura: granular fina.

La muestra estuvo compuesta de harina de pescado.

M-027-86. Harina de pescado con 60% de proteína.

Olor: Desagradable, a descomposición.

Color: café moteado, partes claras y oscuras.

Textura: granular fina.

La muestra estuvo compuesta de :

- Partículas de harina de carne y hueso.
- Partículas de harina de pescado.
- Partículas de harina de sangre.
- Partículas de harina de plumas.
- Partículas de pelo y pezuñas.
- Contenido estomacal: partículas de alimentos semidigeridos.
- Se observaron fragmentos de partes corporales de larvas

de insectos.

- Sedimentos: huesos de monogástricos y pescado.

De acuerdo con estos resultados se decidió utilizar la muestra M-026-86, ya que en relación con la otra, no presentaba elementos ajenos que pudieran alterar la calidad de la misma, y por ende, la de la dieta.

La presentación comercial de las materias primas provocó que algunas tuvieran que ser procesadas para ser integradas en la dieta tipo en forma homogénea de la siguiente manera:

TABLA 1. PROCESO DE LOS COMPONENTES DE LA DIETA TIPO.

INGREDIENTE	FORMA COMERCIAL	FORMA DESEADA	PROCESAMIENTO REALIZADO
Harina de pescado	fibras desmenuzadas	partículas finas	molienda
Soya	Hojuelas	harina	molienda
Trigo	semilla	harina	molienda
Leche	en polvo	en polvo	-----
Levadura	en polvo	en polvo	-----
Sebo de res	sólido	líquido	calentamiento

Se realizó un análisis organoléptico, microscópico y bromatológico a todos los ingredientes, de los que se obtuvieron:

TABLA 2. ANALISIS ORGANOLEPTICO.

INGREDIENTE	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA	DUREZA
Harina de pescado	a pescado	café claro	salado	granular fina	blanda
Soya	a cereal	café rojizo	a cereal	granular gruesa	compacta
Trigo	a cereal	amarillo claro	típico	granular gruesa	compacta
Leche descremada	típico	blanco	típico	polvo	blanda
Levadura de cerveza	a cerveza	café castaño	salado amargo	polvo	blanda

TABLA 3. ANALISIS MICROSCOPICO.

INGREDIENTE	OBSERVACIONES
Harina de pescado	Estructuras fibrosas con huesos y escamas.
Soya	Apariencia geanulosa de forma irregular y aspecto grasoso.
Trigo	Partículas de forma fibrilar.
Leche	Partículas de bordes redondeados de apariencia a talco.
Levadura de cerveza	Gránulos finos con bordes brillantes.

TABLA 4. ANALISIS BROMATOLÓGICO.

COMPOSICION	LECHE	LEVADURA	TRIGO	SOYA	HARINA DE PESCADO
HUMEDAD	5.21	10.0	10.20	9.78	6.92
PROTEINA	36.68	40.64	12.86	51.48	54.81
GRASAS	22.44	4.57	2.61	1.61	15.36
CENIZAS	7.70	5.68	1.90	6.14	21.86
FIBRA CRUDA	0.0	1.57	2.76	6.31	1.35
E.L.N.	27.97	37.54	69.67	24.68	6.62

E.L.N. = Elementos libres de nitrógeno.

Debido a que los resultados provenientes de los análisis anteriores fueron satisfactorios para producir la dieta tipo, se procedió a determinar las proporciones y cantidades adecuadas de los ingredientes, como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 4. DESGLOSE PRACTICO DE LA DIETA TIPO.

INGREDIENTE	PORCENTAJE	PROTEINA CRUDA	FIBRA CRUDA
Harina de pescado	37.00	20.27	0.49
Soya	25.00	12.87	1.53
Trigo	21.00	2.70	0.58
Leche descremada	5.00	1.83	0.00
Levadura de cerveza	5.00	2.03	0.00
Vitaminas	4.85	0.00	0.00
Minerales	2.00	0.00	0.00
Sebo de res	0.078	0.00	0.00

Una vez obtenidos los "pellets" se compararon con los de la dieta control, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 5. ASPECTOS FISICOS DE LAS DIETAS.

	DIETA CONTROL	DIETA TIPO
COMPACTACION	menos duro	más duro
OLOR	harina de pescado	no definido
COLOR	café oscuro	café rojizo
FLOTABILIDAD	mayor	menor

La tabla anterior muestra las diferencias físicas de los "pellets" de la dieta tipo con respecto a los de la control; en donde los primeros fueron producidos en una máquina experimental sin el sistema inyector de vapor, añadiéndose esta en forma líquida durante el mezclado; mientras que los segundos fueron elaborados por una marca comercial en grandes volúmenes y con máquinas más sofisticadas que sí presentan el sistema inyector.

El análisis bromatológico realizado a los dos alimentos fué el siguiente:

TABLA 6. ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS DIETAS.

COMPOSICION	DIETA TIPO (%)	DIETA CONTROL (%)
HUMEDAD	7.77	11.76
PROTEINA	42.78	42.91
FIBRA CRUDA	1.69	0.53

EXTRACTO ETereo	8.31	8.72
CENIZAS	11.56	9.39
E.L.N.	27.89	26.67

Como se observa en la tabla anterior, la dieta control presentó 3.99% más humedad que la dieta tipo; en lo que respecta a la fibra cruda, en la dieta tipo se encontró mayor cantidad, aunque esta se encuentra dentro del rango requerido por crías de trucha arco-iris que, según Vázquez (1986), es de 1% aproximadamente para crías; del total de esta, la soya aportó el 91% en la dieta tipo (Cuadro 4). En lo referente a la proteína y al extracto etéreo se encontraron valores similares en ambas dietas. De acuerdo con Aguirre (1979), los elementos libres de nitrógeno corresponden a los carbohidratos en un análisis bromatológico; de esta manera las dos dietas se exceden en estos, ya que según Lagler (1962), Phillips (1970), Halver (1972) y Vázquez (1986) los requerimientos de este componente son del 11 al 12% en el alimento.

A los "pellets" obtenidos de la dieta tipo también se les realizaron otros análisis (determinación de aminoácidos, Calcio y Fósforo), a fin de comparar el desglose teórico de la dieta con los resultados obtenidos por dichos análisis:

.....
 TABLA 7. BALANCE PRACTICO DE LA DIETA TIPO.

	PROTEINA CRUDA	FIBRA CRUDA	CALCIO	FOSFORO	E. METABOLIZABLE Kcal/Kg.
TOTAL ESPERADO	38.22	2.38	3.69	2.28	3,550.0

TOTAL OBTENIDO	42.00	2.40	0.70	0.50	2,279.4
BALANCE 1	4.56	- 0.69	- 0.03	- 0.21	- 1,220.5
REQUERIMIENTO	42.00	2.40	0.70	0.50	3,550.0
BALANCE 2	0.78	- 0.71	2.66	1.57	- 1,220.5

TOTAL ESPERADO = Cantidad esperada, según Cuadro 1.

TOTAL OBTENIDO = Cantidad obtenida mediante el análisis bromatológico de la Tabla 6.

BALANCE 1 = TOTAL OBTENIDO - TOTAL ESPERADO.

BALANCE 2 = TOTAL OBTENIDO - REQUERIMIENTO.

De acuerdo con la tabla anterior, los valores obtenidos con proteína satisfacen los requerimientos de esta especie; la cantidad excedente, que es muy pequeña, no origina problemas nutricionales, ya que cualquier demanda de este elemento es eliminada rápidamente en forma de amoníaco residual (Cowey y Sargent, 1985). Por otro lado, como la fibra cruda está constituida de polisacáridos que difícilmente son degradados a azúcares simples por la trucha y sólo sirven para darle compactación al alimento y para facilitar el movimiento de éste a través del tracto digestivo, cualquier exceso puede ocasionar la muerte por obturación de los conductos digestivos; mientras que cantidades que fluctúen alrededor del valor requerido no causa trastornos (Velázquez, 1986), de esta manera el pequeño déficit de este componente no representa problema alguno. En lo que respecta a Calcio y Fósforo, el exceso que se encontró no provoca complicaciones ya que el mecanismo de osmorregulación se encarga de estabilizar la con-

centración mineral dentro del cuerpo (Hoar y Randall, 1969). Por otra parte, existe un déficit de energía metabolizable en la dieta tipo de acuerdo con los requerimientos propuestos por Vázquez (1986), que son de 3,990 Kcal/Kg. de alimento; no obstante, existen variaciones en cuanto a este entre diferentes investigadores: Phillips y Brockway (1959) consideran dietas altamente energéticas aquellas que presentan 1,540 Kcal/Kg.; Lee y Putnam (1973) utilizan dietas que contienen 2,960.0 Kcal/Kg.; y Steffens (1977) empleó alimentos con 2,527 Kcal/Kg.; de tal manera que para algunos autores la dieta tipo estaría excedida en energía y para otros sería deficiente.

La Tabla No.8 muestra que la cantidad de aminoácidos presentes en la dieta tipo son mayores a los valores esperados, de acuerdo con el desglose teórico (cuadro 1), resultando también mayores a los requeridos por la trucha arco-iris (N.R.C., 1982). El exceso de estos no plantea complicaciones ya que son eliminados como amoníaco por la trucha (Cowey y Sargent, 1985).

.....
 TABLA 8. BALANCE DE AMINOACIDOS EN LA DIETA TIPO.

	Arg	His	Lis	Tri	Fen	Treo	Iso	Leu	Met/Cis	Val
TOTAL ESPERADO	2.01	0.85	2.33	0.46	1.58	1.44	1.84	2.74	1.38	1.85
TOTAL OBTENIDO	6.22	2.40	6.48	0.80	3.98	3.55	3.97	6.87	4.10	4.88
BALANCE1	4.21	1.55	4.15	0.34	2.40	2.11	2.13	4.13	2.72	3.03
REQUER.	2.50	0.70	2.10	0.20	2.00	0.80	1.00	1.50	1.70	1.50
BALANCE2	2.01	1.70	4.38	0.60	1.98	2.75	2.97	5.37	2.40	3.38

.....

BALANCE 1 = TOTAL OBTENIDO - TOTAL ESPERADO.

BALANCE 2 = TOTAL OBTENIDO - REQUERIMIENTO.

REQUER. = Requerimiento en (%) para trucha arco-iris (Halver, 1961; N.R.C., 1982).

De acuerdo con esta tabla, tanto las proteínas animales como las vegetales aportadas en la dieta tipo satisfacen los requerimientos proteicos de la trucha, confirmando lo mencionado por Hoar y Randall (1969): que indican que la trucha, normalmente carnívora bajo condiciones naturales, utilizan satisfactoriamente productos vegetales cuando son manejados en condiciones controladas.

Para las condiciones físicas y químicas encontradas en el transcurso de la experimentación (Cuadro 5), se establece que éstas son adecuadas a los requerimientos reportados por Wedemeyer (1974) para esta especie.

CUADRO 5. CONDICIONES FISICAS Y QUIMICAS DEL EXPERIMENTO CON DOS DIETAS EN CRIAS DE TRUCHA ARCO-IRIS.

Temperatura mínima	= 11°C	pH	= 7.2
Temperatura máxima	= 13°C	flujo de agua	= 16.21 ± 0.2 l/mín.
Temperatura promedio	= 12°C		
Oxígeno Disuelto mínimo	= 6.2 ppm		
Oxígeno Disuelto máximo	= 6.4 ppm		
Oxígeno Disuelto promedio	= 6.3 ppm		
Bióxido de Carbono mínimo	= 2.82 ppm		
Bióxido de Carbono máximo	= 2.99 ppm		
Bióxido de Carbono promedio	= 2.9 ppm		

Alcalinidad mínima	= 30.5 ppm
Alcalinidad máxima	= 32.5 ppm
Alcalinidad promedio	= 31.25 ppm
Dureza mínima	= 27.027 ppm
Dureza máxima	= 30.63 ppm
Dureza promedio	= 28.708 ppm

Las concentraciones de Bióxido de Carbono exceden los requerimientos, por lo que debió ocurrir que al momento de determinarlos los reactivos estaban descompuestos.

De acuerdo con la Tabla 9, los peces alimentados con dieta control incrementaron su peso 3.19 g., que representó una Ganancia en Peso de 1,579.84%; mientras que las crías alimentadas con dieta tipo sólo aumentaron 1.03 g., que da una Ganancia de 458.23%. Rodríguez (1975) y Guerrero (1987) realizaron investigaciones similares a las del presente ensayo, en el cuadro siguiente se describen y se comparan con los crecimientos y tipo de alimentos usados en esta investigación:

CUADRO 6.- RESULTADOS OBTENIDOS POR DIVERSOS AUTORES EN CRIAS DE TRUCHA-ARCO-IRIS EN EL CENTRO ACUICOLA "EL ZARCO".

AUTOR	DIAS EXPERIMENTALES	TALLA INICIAL	INCREMENTO EN TALLA	TIPO DE ALIMENTO
Rodríguez (1975)	58	2.5	0.9	75% concentrado 25% vivo.
Guerrero	56	3.03	0.916	Comercial
	56	3.00	1.312	Comercial
	56	3.02	1.488	Comercial

	56	3.04	1.760	Comercial
Becerril y Velázquez	84	3.0	3.79	Comercial
	84	3.0	1.92	Dieta tipo

El incremento obtenido con la dieta control fué mayor que los reportados por Rodríguez (1975) y Guerrero (1987), ya que ésta los sobrepasa 4 y 2 veces, respectivamente; lo que implica que necesitarían mayor tiempo de experimentación al empleado en esta investigación para alcanzar los valores reportados aquí. De acuerdo al fundamento anterior la dieta tipo sólo fué superior al alimento combinado de Rodríguez (m.a.) y al primero de Guerrero (m.a.), ya que los demás alimentos sobrepasarían el incremento alcanzado con ésta en el tiempo de 84 días.

TABLA 9: CRECIMIENTO CON DOS DIETAS EN CRIAS DE TRUCHA ARCO-IRIS.

TINA	No. DE ORGANISMOS		TALLA PROM. (cm)		PESO PROM. (g)	
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
1	100	66	3.0	7.28	0.20	3.47
2	100	51	3.0	6.52	0.22	3.31
3	100	59	3.0	6.58	0.19	3.42
\bar{x}	100	58	3.0	6.79	0.20	3.40
S	0	6.12	0.1	0.42	0.90	0.06
4	100	44	3.0	5.6	0.22	1.36
5	100	37	3.0	4.75	0.23	1.12
6	100	43	3.0	5.03	0.23	1.31
\bar{x}	0	3.09	0.1	0.15	0.005	0.112

CONTINUACION DE LA TABLA 9.

TINA	INCREMENTO EN: TALLA	PESO	PORCENTAJE DE GANANCIA EN: TALLA	PESO	INDICE DE MORTALIDAD
1	4.28	3.27	142.66	1635.0	34
2	3.52	3.09	117.33	1404.54	51
3	3.58	3.23	119.33	1700.00	59
X	3.79	3.19	126.44	1579.84	41
4	2.0	1.14	66.66	518.18	56
5	1.75	0.89	58.33	386.95	63
6	2.03	1.08	67.66	469.56	57
X	1.92	1.03	64.21	458.23	58

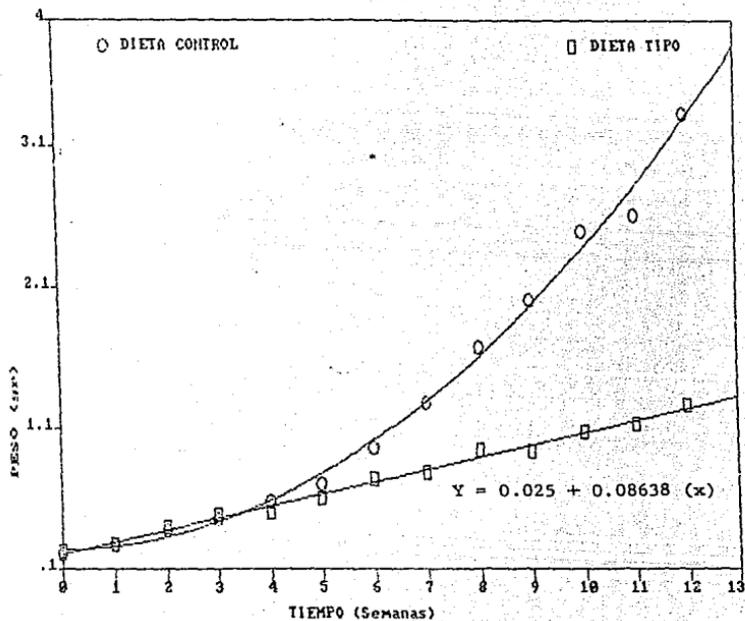
Tinas 1,2 y 3 se usaron para dieta control.

Tinas 4,5 y 6 se usaron para la dieta tipo.

La gráfica I representa el crecimiento en peso que siguen las crías alimentadas con ambas dietas, como se observa, a medida que transcurre el tiempo los peces con dieta control crecen mejor que los de la dieta tipo; en la gráfica IV se representa el modelo de crecimiento con la dieta control observándose un comportamiento de tipo exponencial, indicando con es to que a medida que transcurre el tiempo la velocidad con que incrementa el peso va disminuyendo; por otro lado el comportamiento que sigue el cre cimiento en peso con dieta tipo es del tipo lineal, indicando que la velo cidad con que lo incrementan no varía con el tiempo. Por medio de un análisis de varianza se encontró que es a partir de la quinta semana en que

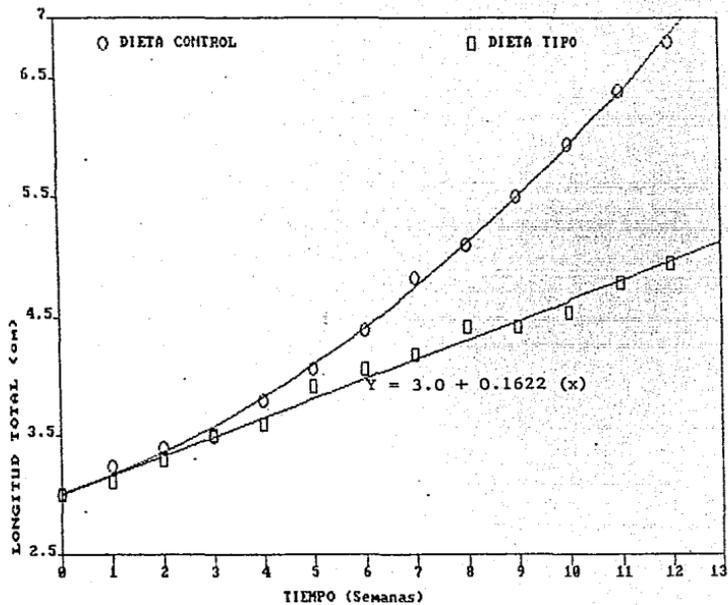
Crecimiento en peso que siguen las crías alimentadas con dieta control y tipo.

GRAFICA I



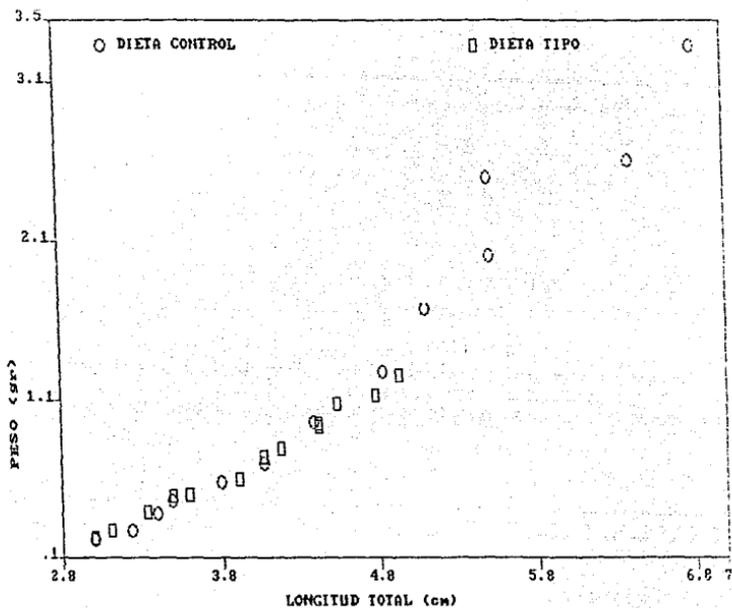
Crecimiento en talla de las crías alimentadas con dieta control y tipo.

GRAFICA II



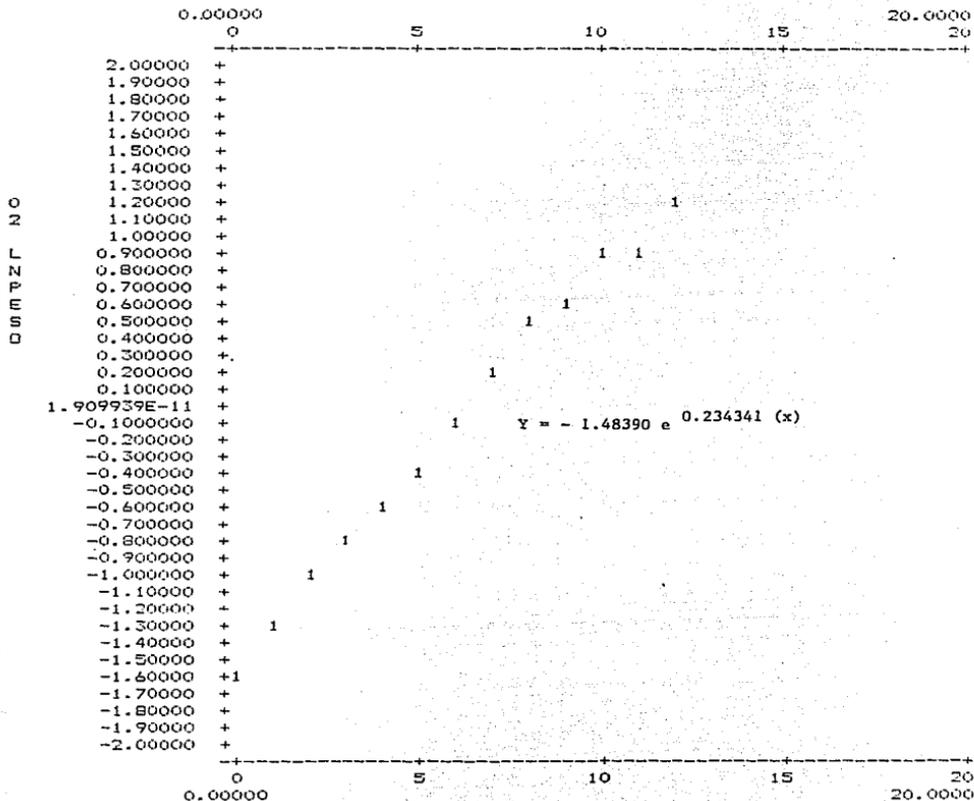
Relación peso-longitud total de las crías alimentadas con dieta control y tipo.

GRAFICA III



ABSTAT 4.12
FILE: B:TRUCHA1A REV# 1

COMMAND: PLOT Gráfica IV. MODELO DE CRECIMIENTO EN TALLA QUE SIGUEN LAS CRIAS ALIMENTADAS
CON DIETA CONTROL.



TOTAL POINTS PLOTTED: 13

1 TIEMPO EN DIAS

ABSTAT 4.12

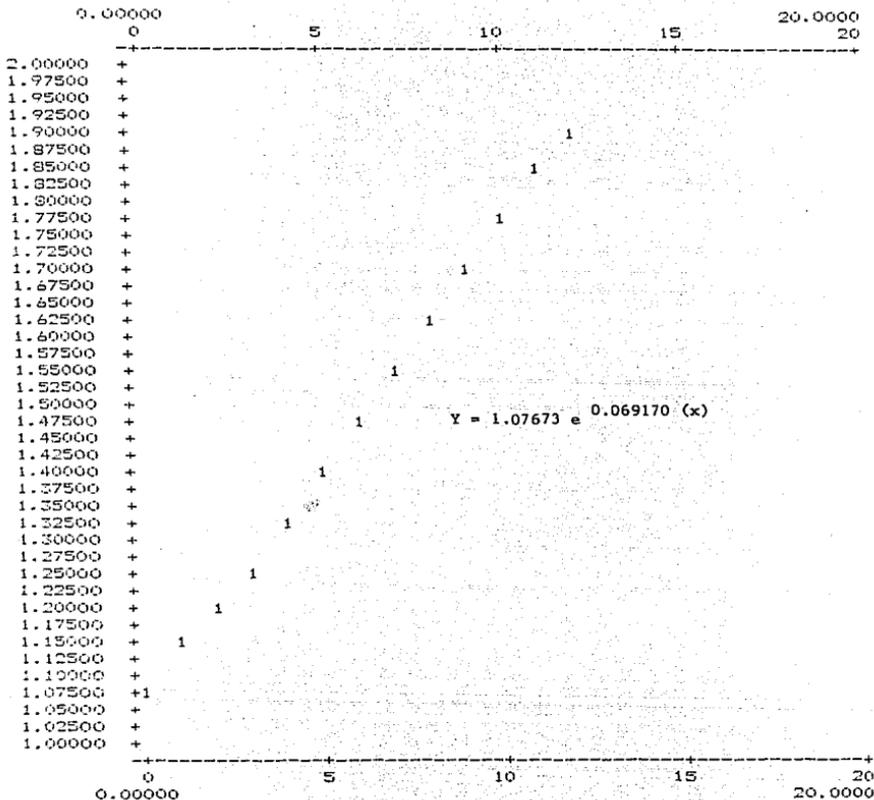
FILE: B:TRUCHASO

REV# 1

GRAFICA V. MODELO DE CRECIMIENTO EN TALLA DE LAS CRIAS ALIMENTADAS
CON DIETA CONTROL.

COMMAND: PLOT

O
Z
L
N
T
A
L
L
A

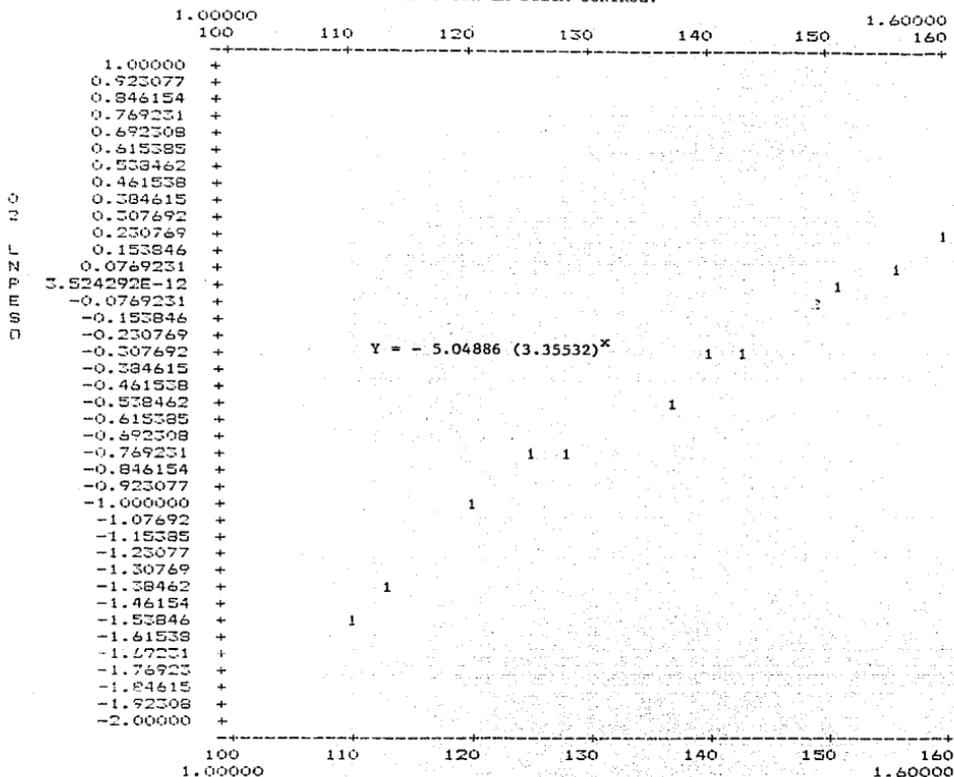


TOTAL POINTS PLOTTED:13

1 TIEMPO EN DIAS

ASSTAT 4.12
 FILE: B:TRUCHA2B REV# 1

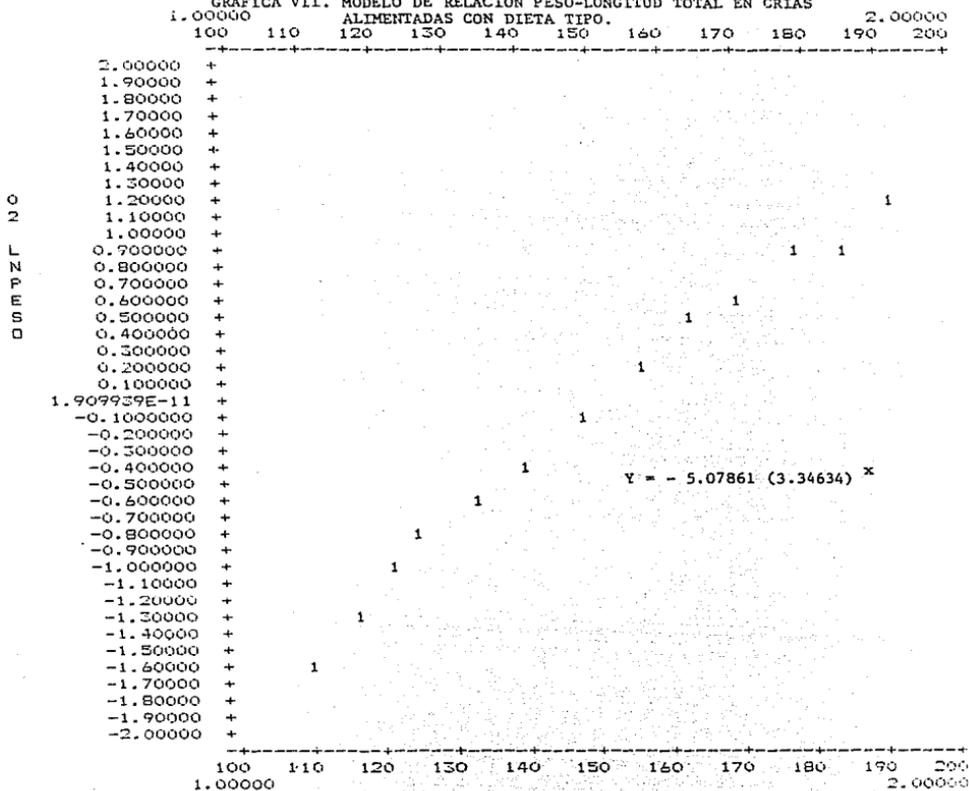
COMMAND: PLOT GRAFICA VI. MODELO DE LA RELACION PESO-LONGITUD TOTAL DE LAS CRIAS
 ALIMENTADAS CON LA DIETA CONTROL.



ABSTAT 4.12
 FILE: B:TRUCHA4D REV# 1

COMMAND: PLOT

GRAFICA VII. MODELO DE RELACION PESO-LONGITUD TOTAL EN CRIAS
 ALIMENTADAS CON DIETA TIPO.



TOTAL POINTS PLOTTED:13

1 LNTALLA

Los tratamientos se hacen diferentes, de acuerdo a la siguiente tabla:

TABLA 10. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) ENTRE LAS DIETAS TIPO Y CONTROL EN RELACION AL PESO.

Se utilizó en todos los casos un nivel de significancia de 0.05.

Ho.: media uno = media dos

Ha.: media uno \neq media dos

TIEMPO CERO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	4.54E-4	1	4.54E-4	3.15	7.71
INTRACLASE	5.76E-4	4	1.44E-4		

CONCLUSION 1: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA

TIEMPO UNO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	5.76E-5	1	5.76E-5	0.041	7.71
INTRACLASE	5.99E-3	4	0.0014		

CONCLUSION 2: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO DOS

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	2.65E-4	1	2.65E-4	0.122	7.71
INTRACLASE	8.66E-4	4	2.16E-4		

CONCLUSION 3: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO TRES

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	1.75E-3	1	1.75E-3	0.442	7.71
INTRACLASE	1.58E-3	4	3.96E-4		

CONCLUSION 4: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO CUATRO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	9.79E-3	1	9.79E-3	5.123	7.71
INTRA CLASE	7.64E-3	4	1.91E-3		

CONCLUSION 5: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO CINCO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	1.52E-3	1	1.52E-3	14.85	7.71
INTRA CLASE	4.09E-3	4	1.03E-3		

CONCLUSION 6: EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN AMBAS DIETAS.

Además, con la dieta control se obtuvo un incremento en talla de 3.79 cm., que representa 126 veces su talla inicial; mientras que con la tipo se logró sólo un ascenso de 1.92 cm., que significa que 64 veces elevaron su talla inicial (Tabla 9).

La gráfica II muestra el crecimiento en talla que siguieron las crías alimentadas con ambas dietas. Al inicio de la experimentación se observa que las dos incrementan la talla en forma similar; esto es, no presentan diferencias significativas entre los valores reportados para cada una de ellas, según el análisis de varianza realizado; mostrándose ésta hasta la cuarta semana en que el crecimiento de las crías con dieta con-

TABLA 11. ANALISIS DE VARIANZA (ANOVA) ENTRE LAS DIETAS TIPO Y CONTROL EN RELACION CON LA LONGITUD TOTAL.

TIEMPO CERO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	0.28	1	0.28	0.35	7.71
INTRA CLASE	1.35E-3	4	1.69E-3		

CONCLUSION 1: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO UNO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	5.76E-5	1	5.76E-5	0.041	7.71
INTRA CLASE	5.99E-3	4	0.0014		

CONCLUSION 2: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO DOS

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	2.65E-4	1	2.65E-4	0.112	7.71
INTRA CLASE	0.00866	4	0.00216		

CONCLUSION 3: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO TRES

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	1.75E-3	1	3.75E-3	0.442	7.71
INTRA CLASE	0.01586	4	0.00396		

CONCLUSION 4: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO CUATRO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	9.79E-3	1	9.79E-3	5.123	7.71
INTRA CLASE	7.64E-3	4	1.91E-3		

CONCLUSION 5: NO HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.

TIEMPO CINCO

FUENTE	S.DE CUAD.	G.L.	MED.DE CUAD.	F CAL.	F TAB.
INTERGRUPOS	0.015	1	0.0152	14.85	7.71
INTRACLASE	4.09E-3	4	1.023E-3		

CONCLUSION 6: HAY DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN AMBAS DIETAS.

En la gráfica V se representa el modelo de crecimiento con la dieta control manifestándose una forma tipo exponencial, mientras que la dieta tipo incrementa la talla en forma lineal pero siempre por abajo de la otra. Por otro lado la dieta control provoca un crecimiento similar al descrito por Csirke (1980): "...el crecimiento en longitud, a diferencia del peso, suele ser muy rápido al principio, cuando el pez es muy joven".

La gráfica III muestra la relación entre talla y peso para las dos dietas; como se aprecia, la velocidad de crecimiento con la dieta control es mucho mayor que la de la dieta tipo; si bien, las dos curvas se traslapan hasta el máximo crecimiento con dieta tipo, corroborado por los valores de las pendientes encontrados que son de 3.35532 y de 3.34634 para dieta control y tipo, respectivamente (gráfica VI y VII). Esto nos está indicando que la relación talla-peso no está influenciada directamente por la alimentación, sino por la biología misma de la trucha de crecer isométricamente (Lagler, 1962; Bagenal, 1986).

En contraposición, el Factor de Condición encontrado (1.09 y 1.0 para la dieta control y tipo, respectivamente) (Tabla 12), no representa la realidad de lo que sucedió, ya que con estos resultados se hubiera esperado que las dos dietas provocaran el mismo estado de salud en las crías

siendo que en la dieta control los peces eran más activos y menos susceptibles a mortalidad (Tabla 9). Reafirmando lo anterior, las condiciones mostradas por las crías muertas con las dietas fueron muy diferentes, incluyendo el Índice de Mortalidad que fué de 41 y 59% para dieta control y tipo, respectivamente; ya que, mientras los peces con la primera no manifestaban ninguna anomalía externa, las provocadas por la dieta tipo fueron peces muy pequeños, delgados, con pigmentación oscura, la aleta caudal desgastada, y que siempre se encontraban en el fondo de las tinas usadas para la experimentación.

Debido a que las crías con dieta control crecieron mejor y más rápido, demandaron mayor cantidad de alimento para subsidiar sus necesidades (Tabla 12); esto implicó el hecho de que se haya puesto a disposición del pez una mayor cantidad de nutrientes, en comparación con la dieta tipo.

Del mismo modo como se proveía de más nutrientes, se asimilaban mejor que los presentados en la dieta tipo; mientras se obtuvo un Factor de Conversión Alimenticia de 3.16 para la dieta control, para la otra se encontró uno de 6.1261; esto es, casi el doble de alimento se necesitó para el mismo incremento en peso (Tabla 12).

No obstante, el valor de 3.1634 es alto para datos reportados por otros autores, como Steffens (1977), quien encontró valores de 1.2 a 1.98 con una dieta conteniendo 40% de proteína; Halver (1972) considera valores óptimos aquellos comprendidos entre 1.1 y 2.0.

Esto se justifica por el hecho de que nunca se consideró la canti-

dad de alimento que se desperdiciaba en la práctica alimenticia, por la dificultad de su realización con crías (Cho, 1985); todavía fué mayor la cantidad que se desperdició con dieta tipo debido a que esta presentaba un grado de flotabilidad bajo, por lo que el pez tenía muy poco tiempo para capturar las partículas de alimento que iban cayendo.

Al mismo tiempo, una mejor utilización de la proteína fué alcanzada con dieta control, ya que su TEP fué de 0.737 (Tabla 12); mientras que la adjudicada a dieta tipo fué de 0.3855; esto denota que la primera incrementó el peso de las crías casi el doble con la misma cantidad de proteína en relación con la otra dieta. Estas diferencias pueden ser evidencia indirecta de que la calidad de la proteína en la dieta tipo no fué alta, a pesar de los valores reportados en la Tabla 8, y que gran parte de esta fué utilizada para energía o depositada como grasa (Hoar y Randall, 1969).

Chapman, et al. (1959), introdujeron el concepto de expresar la TEP relativo a un valor de 2.5 asignado a la Caseína, que es el dato que actualmente se usa por los métodos oficiales de la A.O.A.C. (1970); conforme a esto, los resultados que se obtuvieron fueron muy bajos.

La determinación de la energía total de un alimento es un dato poco exacto para conocer cual es en realidad la energía utilizable por el animal (Aguirre, 1979). Es por esto que los valores reportados en la Tabla 7 como energía disponible debe ser usada para evaluar la productividad de dietas completas (Cho et al, 1985).

TABLA 12. PARAMETROS NUTRICIONALES ENCONTRADOS CON DIETA CONTROL Y TIPO EN CRIAS DE TRUCHA ARCO-IRIS.

TINA	ALIMENTO TOTAL g.	ALIMENTO/PEZ g.	PROTEINA (g/pez)	Kcal DISP./g. DE PROTEINA/PEZ)
1	772.338	10.5609	4.5316	17.6732
2	602.343	10.0954	4.3319	16.8944
3	627.551	9.6698	4.1493	16.1822
\bar{X}	667.4108	10.1087	4.3376	16.9166
S	74.9052	0.3639	0.1561	0.6089
4	446.2605	6.4939	2.7780	10.8342
5	424.998	6.2608	2.6783	10.4453
6	445.757	6.0991	2.6091	10.1754
\bar{X}	439.005	6.2846	2.6884	10.4849
S	9.9066	0.1620	0.06	0.27

CONTINUACION DE LA TABLA 12.

TINA	CARBOHIDRATOS (g/pez)	Kcal disp/g de carbohidr./pez.	GRASAS (g/pez)	Kcal disp/g de grasa/pez
1	2.8165	4.5065	0.9209	7.3672
2	2.6924	4.3079	0.8803	7.0424
3	2.5789	4.1262	0.8432	6.7456
\bar{X}	2.6959	4.3135	0.8814	7.0517
S	0.0970	0.1553	0.030	0.250
4	1.8111	2.8978	0.5396	4.3160
5	1.7461	2.7938	0.5202	4.1616
6	1.7010	2.7216	0.5068	4.0544
\bar{X}	1.7527	2.8044	0.5222	4.1776
S	0.04519	0.0723	0.01	0.10

CONTINUACION DE LA TABLA 12.

TINA	Kcal totales	CE	CP	TEP
1	29.5469	9.0357	1.3858	0.7215
2	28.2447	9.1406	1.4019	0.7133
3	27.0540	8.3758	1.2846	0.7784
\bar{X}	28.2818	8.8507	1.3574	0.7377
S	1.01806	0.3385	0.05	0.02
4	18.048	15.8315	2.4368	0.4103
5	17.4007	19.5513	3.0093	0.3323
6	17.2609	15.9823	2.4153	0.4139
\bar{X}	17.5698	17.1217	2.6206	0.3855
S	0.3428	1.7190	0.270	0.030

CONTINUACION DE LA TABLA 12.

TINA	FACTOR DE CONDICION INICIAL	CONDICION FINAL	TCE	FCA
1	0.7407	0.8993	3.1017	3.2296
2	0.8148	1.1942	2.0468	3.2671
3	0.7037	1.2004	3.1417	2.9937
\bar{X}	0.753	1.097	3.06	3.1634
S	0.05	0.17	0.08	0.12
4	0.8148	1.088	1.980	5.6964
5	0.8518	1.045	1.7206	7.0346
6	0.8518	1.0293	1.8909	5.6473
\bar{X}	0.8394	1.0541	1.860	6.126
S	0.02	0.03	0.10	0.64

De esta manera 2,279.44 Kcal estuvieron disponibles para la cría en cada kilogramo de dieta tipo; esto es, el 64.15% del total de energía presente en el alimento; mientras en dieta control 2,797.81 Kcal se pusieron a disposición del pez, lo que significa el 64.1% del total de energía contenida en la dieta. De ésta, la que mejor se asimiló (referida a Eficiencia Calórica) fué la proveniente de la dieta control ya que se requirieron 8,850.7 Kcal para producir un kilogramo de trucha; mientras, con la dieta tipo se usaron 17,121.70 Kcal por kilogramo de trucha producida. A pesar de ello, estos valores son demasiado altos: Phillips y Brockway (1959), utilizando una dieta con 1,540 Kcal/Kg de alimento obtuvieron una Eficiencia Calórica de 4,600 Kcal/Kg de trucha.

Un factor muy importante del cual pudo provenir el escaso crecimiento de las crías sometidas a dieta tipo, es el no haber administrado la proporción adecuada de ácidos grasos esenciales para el crecimiento de la trucha. Castell (1972a, b) mostraron que los requerimientos de trucha arco-iris para ácido linoléico ω_3 es del 1% de la dieta. Al tener el sebo de res 0.5% de este ácido graso (Altman, 1968), y encontrarse en un 0.078% en la dieta, indicó que sólo se estaba poniendo a disposición del pez 0.039 g de ácido graso ω_3 en 100 g de dieta tipo, mucho menor de lo requerido por este organismo. De esta manera el pez tiene que hacer uso de energía proveniente de las proteínas y de los carbohidratos; lo que provoca que la primera disminuya con fines de crecimiento; aunado a que hay un déficit en el transporte de vitaminas liposolubles y bioindisponibilidad de aminoácidos por la grasa añadida (sebo de res). (Leitritz, 1959).

Ocasionalmente pueden manifestarse sin tomas carenciales aún en la

presencia de un exceso de aminoácidos (Tabla 8), debido a que la proteína no ha sido completamente digerida (Phillips, 1970).

En correspondencia con esto, la sintomatología manifestada por las crías semeja la deficiencia de Acido Fólico, como lo indica Halver (1972): pobre crecimiento, letargia, fragilidad de la aleta caudal y coloración oscura. No obstante, estas mismas características se aprecian por deficiencias de ácido graso esencial w3 y algunos aminoácidos.

Con lo mencionado anteriormente, se dice que en nutrición de organismos, el balance entre los nutrientes es muy importante, ya que si alguno de estos falla los demás también lo harán (Leitritz, 1959).

En cualquier proceso productivo comercial deben de considerarse no solo los efectos del alimento sobre los incrementos poblacionales, sino también su costo (Medina, 1980). Así, se encontró que el kilogramo de dieta control costaba \$280.00 y el de la tipo \$144.97 (\$135.03 menos); pero que se requería \$880.10 para incrementar 1 kg de trucha con la dieta control; mientras que con la tipo se requirieron de \$887.75 para el mismo incremento debido a que los peces están creciendo más lentamente y por lo tanto, los costos de operación son mayores a los utilizados para la dieta control.

CONCLUSIONES

Como se aprecia en los resultados obtenidos con la dieta tipo, esta fué menos eficiente en promover el crecimiento de las crías de trucha arco-iris, ya que con esta se obtiene lo siguiente:

- Menor incremento en longitud total durante la experimentación que con respecto a los peces alimentados con dieta control.
- Menor incremento de peso durante la experimentación en relación a la dieta control.
- Valores de Conversión Alimenticia, Tasa de Crecimiento Específica, Conversión Energética y Eficiencia Proteica más bajos en la dieta tipo que con los obtenidos por la dieta control.

Es más costeable, en cuanto al costo del alimento y de producción, e laborar 1 kg de trucha arco-iris con dieta control que con la dieta tipo.

El Factor de Condición aquí determinado, no es buen índice para valorar el efecto provocado por las dietas utilizadas sobre las crías de trucha arco-iris.

La calidad del agua en el Centro Acuicola "El Zarco", de acuerdo a las mediciones realizadas, es adecuada para el cultivo de esta especie.

RECOMENDACIONES

A partir de la experiencia obtenida con la elaboración de la dieta tipo y los efectos provocados sobre el rendimiento de las crías de trucha arco-iris, se sugieren las siguientes modificaciones en su producción:

1. Eliminación del sebo de res como elemento aportador de energía metabolizable y ácidos grasos esenciales, y el suplemento de 1% de ácido graso linolénico w# en aceite de cártamo o linasa.
2. Eliminación de la premezcla de minerales, excepto el cobre, magnesio, fósforo y hierro.
3. Obtener todos los ingredientes de la dieta del mismo tamaño de partícula a fin de homogeneizar la proporción de nutrientes en los "pelles" elaborados.
4. Utilización de una máquina "pelletizadora" más adecuada a la producción de comprimidos para peces, o el empleo de otro método de procesamiento, como la extrusión.
5. Que se realicen otros análisis a los peces para conocer más detalladamente el efecto provocado por las dietas; como la medición de proteínas en sangre, y acumulación de grasa en tracto digestivo.
6. Uso de un método de racionalización alimenticia que se adecúe al

tamaño del pez.

7. Que la proporción de alimento suministrado sea mayor durante las primeras dosis del día, y que disminuya en el transcurso de la alimentación.
8. Determinación del peso de los organismos muertos en el transcurso de la experimentación para calcular la Eficiencia Alimenticia con la siguiente ecuación:

$$EA = \frac{\text{Peso final de peces vivos y muertos} - \text{Peso inicial}}{\text{Cantidad de alimento suministrada}}$$

9. Que la duración de la parte experimental sea mayor de 3 meses ya que el primero lo utilizan los peces para adaptarse al nuevo alimento.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, C.M., 1979. "Evaluación Biológica de Alimentos Energéticos, En: Memorias del Curso de Actualización sobre Análisis de Ingredientes Utilizados en la Alimentación Animal". S.A.R.H., México. XIX-1 - XIX-12.
- Altman, P.L., et al., 1968. "Metabolism". Federation of Am. Soc. for Exp. Biol. Bethesda, Maryland.
- A.P.H.A., et al., 1965. "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water". Ed. Am. Publ. Health Assoc. Inc., New York. 405 pp.
- A.O.A.C., 1970. " Official Methods of Analysis". Worczwitz, (Editors). Washington. 1015 pp.
- Bagenal, J.E., 1986. "Acuicultura, Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce". Ed. AGT. México. 741 pp.
- Castell, J.D., et al., 1972(a). "Essential fatty acids in the diet of rainbow trout (Salmo gairdneri): growth, fed conversion and some gross deficiency symptoms". J. of Nutrition. 102: 77-86.
- Castell, J.D., et al., 1972(b). "Essential fatty acids composition". J. of Nutrition. 102: 93-99.

- Chapman, D.G., et.al, 1959. "Evaluation and Protein in Foods I. A method for the determination of protein efficnecy ratios". Can. J. Biochem. Physiol. 37: 679 pp.
- Cho, C.Y., et al., 1985. "Finfish Nutrition in Asia". U.K., Ottawa Canada.
- Cho, C.Y., and Kaushik, S.J. "Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets, En: Cowey, C.B., et al., 1985. Nutrition and feeding in fish". Academic Press. Great Britain. 489 pp.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R., 1972. "Fish Nutrition". Adv. Mar. Biol., 10: 383-492.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R., et al., 1979. "Nutrition, En: Hoar, W.S. and Randall, D.J., 1982. Fish Physiology". Vol. VIII. Ac. Press. New York. 1-69.
- Cowey, C.B. and Sargent, J.R., "Nutrition and Feeding in Fish". Ed. Ac. Press. Great Britain. 489 pp.
- Csirke, J., 1980. "Introduccion a la dinámica poblacional de peces". F.A.O., Doc. Tec. de Pesca; (192). 82 pp.
- Deuel, C.R., et al., 1952. "New York State Fish Hatchery Feeding Chart, En: Phillips, A.M., 1970. Trouts Feed and Feeding". Div. of Fish. Res. Bureau of Sport Fish. and Wildlife. New York. 56 pp.

- F.A.O., 1969. "Fish Culture Bulletin". F.A.O. Doc. Tec. de Pesca.
Rome, Italy.
- Guadalajara, M.P., 1986. Departamento de Nutrición. Instituto Nacional
de Investigaciones Pecuarias. México.
- Guerrero, V.C., 1987. "El efecto del fotoperiodo sobre el crecimiento
de crías de trucha arco-iris (Salmo gairdneri). Tesis.
México. 33 pp.
- Gutiérrez, V.M.E., s.a. "Beneficios y riesgos en una empresa acuícola, En:
de Lara, A.R., s.a. Criterios y Modelos de Operación en
Acuicultura". U.A.M.- Xochimilco. 21-36.
- Halver, J.E., 1961. "A big rate for vitamins and aminoacids". U.S.
Trout News. Vol. 6, No.4. pag.8.
- Halver, J.E., 1972. "Fish Nutrition". Ac. Pres. New York. 698 pp.
- Hart, F.L., 1971. "Análisis:Moderno de los Alimentos". Ed. Acribia, Es
paña. 620 pp.
- Hoar, W.S. and Randall, D.J., 1969. "Fish Physiology". Vol.I. Ac. Pres.
New York. 432 pp.
- Klontz, G.W., et al., 1978. "Aquaculture. Techniques Water Use and
Discharge Quality". Tech. Compl. Rept. IWRI. Univ. Idaho.
- Lagler, K.E., 1962. "Ichthyology". John Wiley and Sons, Inc. U.S.A.
457 pp.

- Lee, D.J. and Putnam, G.B., 1975. "The Response of Rainbow Trout to Varying Protein/Energy Ratios in a Test Diets, En: The Journal of Nutrition". Vol. 103. No.6 916-922.
- Leitritz, E., 1959. "Trout and Salmon Culture". (tr.) Luz Lia Paz Neri. (México, D.F.). Fish and Game State of California. U.S.A. 32 pp.
- Maderey, L.E., 1982. "Geografía de la Atmósfera". U.N.A.M. México. 82 pp.
- N.R.C., 1972. "Nutrient requirement of trout, salmon and catfish". Nat. Ac. of Sc., Washington, D.C. 50 pp.
- N.R.C., 1982. "Nutrient requirements of cold water fishes". Nat. Ac. of Sc., Washington, D.C. 50 pp.
- Medina, G.M., 1980. "El factor de conversión alimenticia y económico del alimento, En: IV Simp. Lat. de Acuic.". DePes.
- Olascoaga, J.C., 1981. "Bromatología de los alimentos industrializados". Ed. Fco. Méndez Hdez. México. 482 pp.
- Paredes, F., 1985. "Centro Acuícola Valle de Guadiana, En: Técnica Pesquera". La Revista de la Pesca Mexicana. XVIII; (Noviembre, 1985). 18-19.
- Phillips, A.M., et al., 1959. "Prog. Fish. Cult., En: Fish Nutrition". Halver. 1972. Ac. Press. New York. 698 pp.
- Phillips, A.M., 1970. "Trouts feeds and feeding". Div. of Fish. Res. Bureau of Sport Fish. and Wildlife. New York. 56 pp.

- Pyle, E.A. "In: Trouts feed and feeding. Phillips, A.M., 1970". Div. of Fish Res. Bureau of Sports Fish, and Wildlife. New York. 56 pp.
- Prieto, H.J., s.a. "Elementos de Nutrición Acuícola, En: Criterios y Modelos en Acuicultura". de Lara, AM., et al., s.a.U. A.M.- Xochimilco. 107-119.
- Roberts, R.J., 1981. "Patología de los peces". Ed, Mundi-Prensa España. 351 pp.
- Rodríguez, G.M., 1975. "Efecto de algunos alimentos sobre el crecimiento de crías y juveniles de trucha arco-iris (Salmo gairdneri, Richardson)". Tesis. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. México. 92 pp.
- Shanks, W.E., et al., 1962. "Prog. Fish. Cult.". 24: 68-73.
- Steffens, W., 1977. "Possibilities for reducing the protein content in diets of rainbow trout/Salmo agirdneri/by using suitable fats, En: Nutrition and Diet Development". Hungary.76-92.
- Vázquez, H.M., et al., 1986. "Guía práctica de nutrición y elaboración de dietas balanceadas para trucha arco-iris". SEPESCA. México. 46 pp.
- Wedemeyer, G.A., and Wood, J.M., 1974. Stress as a Predisposing Factor in Fish Diseases, F.D.L.-38, USFWS, En: Guía práctica para el cultivo de la trucha arco-iris (Salmo gairnderi)". Dir. Gral. de Public. de la SEPESCA, México. 31 pp.