

12
28j

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
" ZARAGOZA "



EFFECTO DE UNA DIETA TIPO CON RESPECTO A UNA DIETA
COMERCIAL SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA TRUCHA
ARCO-IRIS (Salmo gairdneri, Richardson), EN EL ESTADIO
JUVENIL

Tesis Para Obtener el Titulo de:

B I O L O G O

P R E S E N T A N

MARIA DE LOURDES JIMENEZ BADILLO

MARIO BRACAMONTES MARTINEZ



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.

I N D I C E

	pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CARACTERIZACION DE LA ZONA DE TRABAJO	8
OBJETIVOS	9
METODOLOGIA	10
RESULTADOS	18
ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	38
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
PERSPECTIVAS	65
LITERATURA CITADA	66

R E S U M E N

La necesidad de crear nuevas alternativas de alimentación para la trucha, la cual constituye un alimento con alto nivel de proteínas - para la nutrición del hombre, llevó a la realización del presente trabajo de investigación en el Centro Piscícola "El Zarco", en donde se comparó el rendimiento de una dieta tipo, la que contiene 42.78 % de proteína, 8.31 % de grasas y 29.58 % de carbohidratos (elaborada con base en los requerimientos nutricionales), con una dieta comercial que tiene 42.91 % de proteína, 8.72 % de grasas y 27.22 % de carbohidratos; en el estadio juvenil de la trucha arco-iris (Salmo gairdneri, Richardson), - con una longitud promedio inicial de 14 ± 0.5 cm. y bajo las mismas condiciones de experimentación, durante cuatro meses y medio.

El rendimiento evaluado mediante el Factor de Conversión Alimenticio (F.C.A.) demostró ser un 61 % más eficiente en la dieta control, con una Tasa de Mortalidad (T.M.) menor en un 65 % con respecto a la dieta tipo; los demás parámetros nutricionales: Tasa de Crecimiento Específico (T.C.E.), Tasa de Eficiencia Protéica (T.E.P.), Conversión Energética (C.E.) y Factor de Conversión Económico Alimenticio (F.C.A_E), así como la calidad del alimento corroboraron el mejor desempeño de la dieta control. El bajo rendimiento de la dieta tipo se adjudicó a la baja calidad de elaboración de pellets y a la inclusión de una grasa dura como lo es el sebo de res, el cual sustituyéndolo por aceite de soya ó de pescado y con un adecuado proceso de elaboración podría proporcionar mejores resultados, lo que contribuirá a lograr un alimento de mejor calidad y más rentable para el cultivo de la trucha arco-iris.

I N T R O D U C C I O N

La demanda de peces para la alimentación humana se ha incrementado a tal volumen que su cultivo emerge como una industria animal significativa (13); en la Acuicultura existe un gran potencial el cual se aprovechará totalmente a medida que se vaya conociendo mejor la biología de las especies, se resuelvan, entre otros, los problemas que plantea su alimentación y se controle su medio ambiente acuático con base en las condiciones ecológicas, económicas, sociopolíticas y culturales del país.

El cultivo de la trucha arco-iris (Salmo gairdneri, Richardson) representa una buena opción para solucionar las necesidades alimenticias y elevar el nivel nutricional del hombre, presentando características favorables como: un alto nivel nutricional, biotecnología de cultivo desarrollada, aceptación comercial y obtención de altas producciones a costos redituables (28).

La nutrición de la trucha es un factor importante debido a que tiene cierta resistencia a organismos patógenos y a condiciones adversas, más no así a enfermedades de tipo nutricional (26), es por ello -- que actualmente se elaboran dietas balanceadas que se consiguen a bajo costo y que no alteran su salud. En cultivo intensivo, el alimento constituye en algunos casos más del 60 % de los costos de producción, de -- aquí que muchas de las estrategias para optimizar la rentabilidad se encaminan hacia su manejo (19), siendo necesario encontrar ingredientes -- nutritivos que sustituyan las fuentes convencionales de proteína en el alimento (18).

Existen diversas industrias alimenticias que elaboran alimento para trucha, tales como: ALBAMEX, COGASA, RANGER, PURINA y GIGANTE entre otras; los cuales varían tanto en calidad como en costos. El alimento para peces deberá ser formulado de acuerdo a la investigación y balanceo de los requerimientos nutricionales (13). En la elaboración del alimento para trucha deben considerarse los cinco principales grupos de nutrientes: Proteína 35-45 %; Grasas 5-8 %; Carbohidratos digeribles -- 9-12 %; Minerales: calcio y fósforo principalmente y otros en cantidades mínimas; Vitaminas: A, E, D, K, tiamina, riboflavina, ácido pantotémico, piridoxina, inositol, biotina, ácido fólico, cianina, colina, ácido ascórbico y B₁₂. De los 18 aminoácidos sólo 10 son esenciales: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina; los restantes pueden formarse en el cuerpo o no ser requeridos (13). En cuanto a los requerimientos de energía metabolizable se necesitan 3900 kcal/kg de alimento, de las cuales ---- 3550 kcal/kg son de energía neta, empleándose 2360 kcal para crecimiento (32).

Es recomendable utilizar en las dietas proporciones predominantes de ingredientes de origen animal sobre los de origen vegetal, porque las truchas son eminentemente carnívoras.

En las materias primas para alimento de trucha, existe discrepancia en la disponibilidad de las mismas como disparidad en sus características bromatológicas, microbiológicas y toxicológicas (24). Entre las principales materias primas disponibles en México están las de origen animal: harina de pescado, de carne, de sangre, de hueso y de pluma (éstas últimas no reúnen características microbiológicas adecuadas para

su uso); las de origen vegetal: sorgo, maíz, trigo, yuca, camote, soya, ajonjolí, algas y levadura de cerveza; subproductos lácteos: leche descremada, deshidratada, caseína, lactosa; materias grasas: aceites vegetales, de pescado; fuentes minerales; vitaminas; aminoácidos y aditivos.

Los alimentos deben prepararse en forma de pellets o por extrusión, para mantener unidos los ingredientes en el agua por un período de tiempo razonable. El proceso de extrusión, que consiste en un cocimiento con vapor a presión, es más caro que el peletizado y no se puede generalizar su uso para cualquier combinación de ingredientes, ya que cada uno de éstos tiende a desnaturalizarse a diferentes condiciones -- (temperatura, humedad y presión), las altas temperaturas alteran el contenido de proteína, reduciendo su valor biológico. No obstante, el proceso de extrusión es una herramienta muy valiosa que ofrece ciertas ventajas como: una mayor estabilidad en el agua, no se desintegra en el medio tan rápido como pasa con los peletizados causando contaminación y eutroficación, mejora la digestibilidad al modificar las estructuras moleculares de almidones y proteínas, prolonga el tiempo de digestión en la trucha, lo cual puede ser responsable de la reducción del consumo diario y del peso ganado, proporcionando alta eficiencia alimenticia(8). Dichas ventajas como es de esperarse se reflejan en el precio del producto, por el hecho de que se requiere adquirir el equipo extrusor para su elaboración, aunado al requerimiento energético extra para el proceso, lo que se refleja en un 10-20 % de incremento en el precio (34). Sin embargo un molido fino, buena humedad con vapor (15-17 %), calor suficiente (77-82 °C) y una propia selección de ingredientes puede producir pellets satisfactorios (18). Por razones de economía, facilidad de

alimentación y eficiencia en la preparación del alimento, el concentrado representa el mejor programa de alimentación concebido hasta hoy en día (3). El peletizado tiene menor bioviabilidad de carbohidratos en la dieta en comparación con el proceso de extrusión, no excediendo su contenido en el hígado, el cual incrementa el glucógeno que afecta la función de dicho órgano (8). Los ingredientes que enriquecen la calidad de los pellets son los materiales ricos en hidrocarburos (granos), harina de trigo rica en gluten y harina de pescado. Los ingredientes que no producen buenos pellets son los materiales ricos en grasas, materiales fibrosos o ingredientes vegetales pobres en almidón, (la harina de soya no produce buenos pellets). Los buenos agentes de unión son el gluten de trigo, almidón pregelatinizado y materias adherentes orgánicas como la hemicelulosa o productos de sulfonato de lignina (18).

Los mejores alimentos disponibles pueden perder su valor a través del almacenamiento y preparación inadecuados. Los microorganismos, la acción enzimática y la oxidación estimulados por condiciones desfavorables, contribuyen a la desnaturalización de sustancias nutritivas en los alimentos (17).

El tamaño de partícula alimenticia debe guardar una estrecha relación con la talla del pez, para evitar desperdicio de alimento y asegurar parcialmente que será consumido. En el caso de los alimentos secos, éstos se fabrican de varios tamaños generalmente ocho, desde gránulos finos hasta trozos de 6 mm. de diámetro. Las truchas de 10 cm. aceptan gránulos de 2.5 mm., las de 15 cm. gránulos de 4 mm. y las de 20 cm. en adelante gránulos de 6 mm. (30). La cantidad de alimento consumido diariamente esta en función de la talla del pez, la temperatura

del agua, la especie y otros factores ecológicos. En estos parámetros - se basan los diferentes autores para elaborar métodos que determinan la ración alimenticia, como por ejemplo: Deuel, Pyle, Haskell, Stiles, Butterbaugh y Willoughby (22) y Leitritz (17), entre otros.

La frecuencia alimenticia está dada por el tamaño del pez y -- por la rapidez con la cual desaparece el alimento. Generalmente las -- crías que comienzan a comer deben ser alimentadas de 8-9 veces por día, ésta frecuencia irá disminuyendo a medida que el pez crece, así que un pez de 10 cm. deberá alimentarse 6 veces al día y uno de 15 cm. 3 veces al día, si se quiere tener una población más uniforme y con mejor eficiencia alimenticia (30).

En organismos poiquiloterms, como la trucha, que dependen de la temperatura ambiental, se incrementa la tasa metabólica y el requerimiento de energía, cuando su temperatura aumenta (20). Las características metabólicas de los peces cambian a medida que éstos crecen, aumentando los requerimientos de carbohidratos y grasas, disminuyendo las necesidades protéicas del alimento, conforme aumenta la talla del organismo (19). Un nivel bajo de alimentación significa crecimiento reducido - debido a que la poca energía captada se utiliza exclusivamente para satisfacer necesidades básicas de mantenimiento del pez. Cuando la energía no es suficiente para cubrir las necesidades vitales, se utiliza -- energía disponible para crecimiento (20). La sobrealimentación implica un gasto considerable de energía por la eliminación de desechos metabólicos, aumentando costos y conversión (17).

En el caso de los peces no está definido el grado de aprovechamiento de los constituyentes alimenticios de los productos básicos em--

pleados como materia prima; así es que una referencia bromatológica no basta para garantizar la calidad o eficiencia de un producto en función de un determinado organismo, esto es, un alimento puede tener un 40 % - de proteína, pero si el tipo de proteína que posee no es degradado por el pez, entonces el alimento tiene una baja calidad o eficiencia (19). De aquí que en una evaluación de alimento lo mejor es determinar sus -- efectos en el organismo (13). La eficiencia de una dieta es usualmente medida por el crecimiento de los peces, la conversión alimenticia, la - mortalidad y el costo para producir un kg de pescado (23).

Mediante la administración de la dieta tipo en el estadio juve- nil de la trucha arco-iris (Salmo gairdneri, Richardson); se pretende - obtener una mayor eficiencia (conversión alimenticia, crecimiento, mor- talidad y costo por kg de carne) que con la dieta comercial.

CARACTERIZACION DE LA ZONA DE TRABAJO

El gobierno de Japón proporcionó apoyo al gobierno mexicano para edificar una estación piscícola que inicialmente se le llamó Estación Piscícola de Salazar, y que a partir de 1940 se le denominó como es conocida actualmente "El Zarco", que desde entonces produce trucha (28). Este Centro se encuentra al poniente del Distrito Federal, en el km 32.5 de la carretera México-Toluca; a $19^{\circ} 17'$ de latitud Norte, $99^{\circ} 21'$ de longitud Oeste y a una altura de 3400 m.s.n.m. Aquí el clima es $C(W_2)$ (W) es decir, pertenece al subgrupo de los climas templados, el más húmedo con lluvias en verano, siendo la humedad mayor de 55 %, con una isoterma anual de $10^{\circ}C$ y una isoyeta anual de 1500 mm. El Centro Piscícola se encuentra en las estribaciones altas de las Sierras de las Cruces, parte de la cordillera neovolcánica y vertiente occidental de la región hacia el valle de Toluca. Los suelos típicos de la zona son podzólicos (6).

La Piscifactoría tiene una superficie total de 80 000 m², de los cuales 2 500 m² lo constituyen estanques. Cuenta con diferentes instalaciones para la reproducción de la trucha. Las aguas que lo surten provienen de cuatro manantiales principales y seis secundarios que son de origen freático, que normalmente no están saturados de oxígeno, pero están supersaturados de nitrógeno, y si las aguas son ácidas, tienen un alto contenido en anhídrido carbónico. Estas tienen una intensa aireación para añadir oxígeno y eliminar nitrógeno y anhídrido carbónico. Este tipo de aguas presentan las características importantes de tener temperatura constante y ausencia de parásitos y de flora microbiana (1,26).

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la eficiencia de una dieta tipo en relación a una dieta comercial, administrándolas a organismos juveniles de trucha arcoiris (Salmo gairdneri, Richardson), durante un período de cuatro meses y medio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

I) Diseñar una dieta tipo con base a la propuesta por el Biól. Krzystof Garyczko, del Instituto de Pesquerías Continentales de Polonia.

II) Evaluar la calidad de cada una de las dietas (tipo y comercial), mediante un análisis físico (organoléptico y macroscópico) y químico (bromatológico).

III) Establecer cual de las dos dietas es la más adecuada para este estadio de desarrollo, por medio de parámetros nutricionales indicativos del desempeño de las mismas.

IV) Determinar el método más adecuado para establecer la ración alimenticia de la trucha, a las condiciones del Centro Piscícola "El Zarco".

M E T O D O L O G I A

I. DISEÑO DE UNA DIETA TIPO PARA TRUCHA ARCO-IRIS.

Rodríguez, 1975 señala que el Biól. Krzystof Garyczko, del -- Instituto de Pesquerías Continentales de Polonia, elaboró una dieta --- constituida de carne de pescado, semilla de algodón, trigo, leche en -- polvo descremada, levadura de cerveza, premezclas de minerales y vitaminas. Su análisis bromatológico revela: Proteína cruda 39.4 %, Grasas -- 2.9 %, Carbohidratos 18.2 %, Humedad 2.9 % y valor calórico de ----- 2059 cal/kg. Dicha dieta ha sido utilizada en el Laboratorio River del Instituto de Piscifactorías de Islandia, probando ser una dieta comple- ta con una proporción alta de conversión de 1.4-2.4 : 1 (10).

Con base a esto y a los requerimientos nutricionales de la tru- cha arco-iris, se diseñó una dieta tipo, la cual considera los aportes nutricionales de cada ingrediente, enmarcados en las tablas de composi- ción de algunos alimentos comunes para peces (20,21,23), quedando cons- tituida de:

Harina de pescado	37 %
Soya	25 %
Trigo	21 %
Leche en polvo descremada	5 %
Levadura de cerveza	5 %
Sebo de res	0.078 %
Premezcla de minerales	2 %
Premezcla de vitaminas + Acemite (vehículo)	2.42 % 2.502 %

Premezcla de Minerales

Mineral	Cantidad requerida (kg/100 kg)	Fuente de obtención	Cantidad de fuente (kg/100 kg)
Fósforo	0.646	Fosfato dicálcico	3.588
Calcio	1.310	Fosfato dicálcico y Carbonato de calcio	1.559
Hierro	0.0078	Sulfato Ferroso	0.025
Cobre	0.0008	Sulfato de Cobre	0.0032
Cobalto	0.0004	Carbonato de cobalto	0.000952
Magnesio	0.0180	Oxido de magnesio	0.0333
Zinc	0.0072	Sulfato de Zinc	0.0200

Premezcla de Vitaminas

Vitaminas	Concentración	Cantidad requerida	Cantidad empleada (g/100 kg)
A	500 000 UI/g	200 000 UI	0.4
D	500 000 UI/g	240 000 UI	0.48
E	50 %	3 000 mg/100 kg	6.0
K ₃	50 %	1 000 "	2.0
B ₁₂	132 mg/Kg	2 "	0.000015
Ac. ascórbico	99 %	10 000 "	10.1
Tiamina	98.5 %	1 000 "	1.0
Riboflavina	96 %	2 000 "	2.0
Piridoxina	98 %	1 000 "	1.0
Ac. pantoténico	45 %	4 000 "	8.8
Ac. Fólico	95 %	500 "	0.5
Niacina	98 %	15 000 "	15.3
Biotina	2 %	100 "	5.0
Colina	25 %	300 000 "	1 200.0
Inositol	- %	40 000 "	40.0

N.R.C., 1974.

Se utilizó un antioxidante: Hidroxitolueno Botulado (BHT) en - proporción de 2 gr./100 kg de alimento.

La semilla de algodón fué sustituida por soya, debido a que la primera contiene una substancia orgánica tóxica llamada gossipol, que en determinada concentración es letal para la trucha, además no se encuen-

tra fácilmente disponible en el mercado, mientras que la soya en harina contiene 49 % de proteína cruda, de la cual aproximadamente el 85 % es digerible por la trucha arco-iris (18).

El sebo de res se introdujo para satisfacer el requerimiento de energía neta y de los ácidos grasos esenciales para la trucha.

Se empleó una premezcla de vitaminas para peces de agua fría - propuesta por N.R.C., 1974, utilizando como vehículo el acemite que es un elemento inerte a la composición de la dieta.

El desglose de la dieta tipo se realizó mediante la técnica de balanceo por tanteo (32) que proporcionó el balance para cubrir los requerimientos nutricionales de la trucha (Tabla No. 2).

II. ELABORACION DE LA DIETA TIPO.

Ya obtenidos los ingredientes para preparar 50 kg de alimento se procedió a molerlos, homogeneizando a un tamaño de partícula para de ésta manera obtener un mezclado uniforme.

Para la elaboración de las premezclas de vitaminas y minerales se empleó una máquina S. Howes Co. Modelo 152 M, 75 RPM; el mezclado tuvo una duración de 45 y 60 min. respectivamente. El antioxidante BHT, se mezcló junto con las vitaminas.

Con una balanza granataria de 5 Kg de capacidad y 1 gr. de precisión, se pesaron los ingredientes, los cuales se mezclaron durante 20 min. en una máquina marca Hobart de 3 velocidades con una capacidad de 10 kg; por lo que se obtuvieron diferentes remesas. Estas se procesaron en una pelletizadora marca California Pellet Mill Co., obteniendo pellets de 3.0-5.0 mm. de diámetro, secándolos durante 24 horas al aire -

libre.

Este alimento fué molido y tamizado para obtener partículas -- del tamaño necesario según la longitud de los organismos, empezando con un tamaño de partícula de 3.0 mm. y finalizando con uno de 4.0 mm.

III. ANALISIS DEL ALIMENTO.

Para evaluar la calidad de ambas dietas se realizaron los siguientes análisis:

1.- Análisis físico:

- a) Análisis organoléptico (sabor, olor, color y textura).
- b) Análisis macroscópico (observación para detectar elementos adulterantes).

2.- Análisis químico:

- a) Análisis bromatológico según técnicas descritas en ---- (11,14,31).

Estos análisis también fueron practicados en los ingredientes de la dieta tipo.

IV. ACONDICIONAMIENTO DE LOS ESTANQUES.

1.- Se utilizaron 2 estanques de dimensiones: 6 m. de largo, - 1.65 m. de ancho y 0.7 m. de altura; los cuales se encuentran alineados en forma horizontal, con un flujo de agua promedio de 75 lt/min.

2.- Se encalaron los estanques empleando una solución de 100 g de cal viva por litro de agua, dejándolos así durante 15 días (22)

3.- Se colocaron dos bastidores en forma transversal a una distancia de 2 m. entre sí, a fin de obtener 3 divisiones, para tener un -

control y 2 réplicas para cada tratamiento.

4.- Se determinó la calidad del agua mediante las siguientes evaluaciones:

- a) Temperatura con termómetro de 0.1 °C de precisión.
- b) pH con potenciómetro marca CORNING, modelo 610 A.
- c) Oxígeno disuelto por el método de Winkler modificación azida.
- d) Concentración de Dióxido de Carbono (titulación con --- CaCO_3).
- e) Determinación de la Alcalinidad (titulación con H_2SO_4).
- f) Dureza total (titulación con EDTA).

Incisos c - f, por técnicas titrimétricas descritas en (7).

La temperatura y el pH fueron determinados diariamente; el oxígeno disuelto y el dióxido de carbono se determinaron una vez por semana; la alcalinidad y la dureza se evaluaron con una periodicidad quincenal. El flujo de agua se determinó cada vez que se notó un cambio, esto fué siete veces a través de la experimentación.

V. SELECCION DE LOS ORGANISMOS.

La selección se hizo con base a las siguientes características:

- a) longitud entre 14 ± 0.5 cm., b) que a simple vista no presenten enfermedades (exoftalmia, saprolegnósis, furunculosis, lordosis, etc.) y
- c) de características morfológicas normales (aletas completas, que no presenten descamación ni agallas dañadas); llevándose a cabo de la siguiente manera:

Para medir la longitud se colocó al organismo en una bolsa de

polietileno transparente, la cual permitía su inmovilidad y mejor manejo. Las determinaciones morfométricas realizadas con un ictiómetro de 0.1 cm. de precisión fueron: longitud total y altura máxima. El peso se midió individualmente con una balanza granataria de 2160 gr. de capacidad y 0.01 gr. de precisión.

Una vez seleccionados los organismos con un coeficiente de variación de 3.5 %, se trasladaron a los dos estanques experimentales; -- uno de los cuales se utilizó para probar la dieta tipo y el otro para la dieta comercial; distribuyendo 99 organismos para cada tratamiento, considerando 3 lotes para cada uno, con una capacidad de carga real para la longitud inicial de 3.27 kg/estanque para la dieta tipo y ----- 2.87 kg/estanque para la dieta control, siendo la carga que soportan de 71.37 kg/estanque.

VI. DOSIS Y SUMINISTRO DE LAS DIETAS.

1.- Se determinó la dosis de alimento a suministrar con base en la ecuación de Pyle y las tablas de Deuel, et al. (23), complementando con pruebas ad libitum.

2.- Se suministró el alimento diariamente en tres frecuencias: 10:00, 13:00 y 16:00 horas.

3.- Se calculó el alimento desperdiciado por lote cada vez que se cambió la dosis alimenticia (16) cada quince días.

VII. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LAS DIETAS.

1.- Se realizaron las determinaciones morfométricas ya descritas en el apartado V, quincenalmente.

2.- Se evaluaron los parámetros nutricionales: Factor de Conversión Alimenticio (F.C.A.), Tasa de Crecimiento Específico (T.C.E.), Tasa de Eficiencia Protéica (T.E.P.) y Tasa de Mortalidad (T.M.) así como Conversión Energética (C.E.) (16,35) (Tabla No. 1).

VIII. CALCULO DE LAS RACIONES ALIMENTICIAS PROPUESTAS POR DIFERENTES AUTORES.

Se calculó el porcentaje para determinar la ración alimenticia con base en el peso del pez por los métodos de Deuel-Pyle, Haskell y -- Bardach (4,23), para determinar la más adecuada a las condiciones del -- Centro Piscícola "El Zarco", tomando en consideración el alimento desperdiciado

IX. ANALISIS ECONOMICO.

Se calculó el Factor de Conversión Económico Alimenticio ---- (F.C.A_E) (19) (Tabla No.1), así como el costo por individuo para cada tratamiento.

X. ANALISIS ESTADISTICO.

1.- Se realizaron las siguientes regresiones:

- a) logarítmica relación Longitud/Peso
- b) semilogarítmica relación Tiempo/Peso
- c) semilogarítmica relación Tiempo/Longitud
- d) lineal relación Peso/F.C.A.
- e) lineal relación Tiempo/F.C.A.

2.- Se hizo una prueba de Hipótesis con un nivel de significancia de 0.05, para la comparación de las longitudes y pesos promedio de

ambas poblaciones, alcanzados al final de la experimentación.

3.- Se llevó a cabo la prueba de Hipótesis para la constante de regresión , con un nivel de significancia de 0.05, para ambos trata
mientos, con la finalidad de verificar el tipo de crecimiento de la tru
cha.

4.- Se realizó un análisis de varianza de las longitudes y pre
cios promedio de los lotes para cada tratamiento.

Todo el análisis estadístico se realizó según (33).

T A B L A No. 1 PARAMETROS NUTRICIONALES

FACTOR DE CONVERSION ALIMENTICIA:

$$F.C.A = \frac{\text{PESO DEL ALIMENTO INGERIDO}}{\text{PESO GANADO DEL PEZ}}$$

TASA DE CRECIMIENTO ESPECIFICO:

$$T.C.E = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{T_2 - T_1} \times 100$$

DONDE:

W₁ = peso inicial (pez)
W₂ = peso final (pez)
ln = logaritmo natural
T₁ = tiempo inicial
T₂ = tiempo final

TASA DE EFICIENCIA PROTEICA:

$$T.E.P = \frac{\text{GANANCIA EN PESO DEL PEZ}}{\text{PROTEINA INGERIDA}}$$

TASA DE MORTALIDAD:

$$T.M = \frac{N_i - N_f}{N_t} \times 100$$

DONDE:

Nf = peces finales
N_i = peces iniciales
Nt = peces totales

VALOR CALORICO:

$$V.C = K_1(P) + K_2(G) + K_3(C)$$

DONDE:

K₁, K₂, K₃ = constantes de calorías por gr. de proteína(3.9), grasa(8) y carbohidratos(1.6) - respectivamente
P, G, C = gramos de proteína, grasa, y carbohidratos respectivamente por kilogramo de alimento

CONVERSION ENERGETICA:

$$C.E = V.C \times F.C.A$$

FACTOR DE CONVERSION ECONOMICO DEL ALIMENTO:

$$F.C.A_E = a(\$) + b(\$)(\bar{W})$$

DONDE:

a y b = ctes. de regresion
W = peso promedio (pez)
\$ = precio del alimento

T A B L A No. 2 DESGL0SAMIENTO TEORICO DE LA DIETA TIPO PARA TRUCHA ARCO-IRIS.

INGREDIENTE	Z	P.C	F.C	Cal- cio	Fós- foro	Argi- nina	Histi- dina	Lisi- na	Triptó- fano	Fenil- alanina	Treo- nina	Isoleu- cina	Leu- cina	Metio- nina + na Cistina	Vali- na	E.H. Kcal.
HARINA DE																
PESCADO	37.0	21.5	0.37	2.22	1.30	1.06	0.42	1.33	0.21	0.78	0.74	0.83	1.38	0.80	0.96	1017.5
SOYA	25.0	10.9	1.5	0.07	0.15	0.65	0.27	0.67	0.15	0.53	0.42	0.70	0.90	0.35	0.55	1083.0
TRIGO	21.0	2.1	0.41	0.02	0.06	0.13	0.05	0.06	0.04	0.10	0.06	0.09	0.13	0.08	0.10	646.8
LECHE DES																
CREMADA	5.0	1.7		0.06	0.05	0.06	0.04	0.12	0.02	0.08	0.09	0.11	0.17	0.07	0.12	125.7
LEVADURA DE																
CERVEZA	5.0	2.0	0.10	0.01	0.07	0.11	0.07	0.15	0.04	0.09	0.13	0.11	0.16	0.08	0.12	90.0
PREMEZCLA																
DE VITAMI- NAS + V *	4.92															
PREMEZCLA																
DE MINERA- LES	2.0			1.31	0.65											
SEBO DE RES	0.08															587.0
TOTAL	100.0	38.2	2.38	3.69	2.26	2.01	0.85	2.33	0.46	1.58	1.44	1.84	2.74	1.38	1.85	3550.0
REQUERI-																
MIENTO	100.0	40.0	2.40	0.70	0.50	2.50	0.70	2.10	0.20	2.0	0.80	1.0	1.50	1.70	1.50	3550.0
BALANCE	0.0	-1.8	-0.02	2.99	1.78	-0.49	0.15	0.23	0.26	-0.42	0.64	0.84	1.24	-0.32	0.35	0.0

P.C= Proteína Cruda

F.C= Fibra Cruda

E.H= Energía Meta

V *= Vehículo de Vitaminas (Acemite)

T A B L A No. 3 ANALISIS FISICO DE INGREDIENTES Y DIETAS SOMETIDAS A EXPERIMENTACION

INGRE- DIENTE	O R G A N O L E P T I C O			TEXTURA	M A C R O S C O P I C O
	OLOR	COLOR	SABOR		
HARINA DE PESCADO	Característi- co a pescado	Amarillo parduzco	Salado de pescado	Ligeramente áspera	Presenta huesos y escamas, escasos elementos adulterantes
SOYA MOLIDA	Característico ligeramente - persistente	Café ro- jizo	Característico	Rígida y - quebradiza	Apariencia granulosa de forma i-- rregular y bordos redondeados, de aspecto grasoso
TRIGO MOLIDO	Característico agradable	Amarillo claro	Característico de Cereal	Granular - fina, suave y sedosa	Forma fibrilar, pocas partículas - de cascarilla
LECHE DES CREMADA	Inolora	Blanco	Característico de la leche	Fina, talco- sa y sedosa	Estructura granular-polvosa, partí- culas translúcidas de tamaño homo- géneo
LEVADURA DE CERVE- ZA	Ligeramente a Cerveza	Café claro	Amargo, desagra- dable	Polvo fino moderadamen- te áspero	Estructura fina, granular y fibri- lar
DIETA TIPO	Ligeramente a pescado.	Café a- marillo so claro	Ligeramente a - pescado	Consistencia dura	Estructura fina, granular y fibro- sa, presencia de huesos de pescado
DIETA CONTROL	A pescado	Café ver- doso	Salado a pesca- do	Consistencia frágil y ás- pera	Estructura granular y fibrosa, pre- sencia de escamas y huesos de pes- cado

T A B L A No. 4 ANALISIS BROMATOLOGICO DE INGREDIENTES Y DIETAS EXPERIMENTALES

INGREDIENTE	HUMEDAD	MATERIA SECA	PROTEINA	EXTRACTO ETereo	CARBO-HIDRATOS	CENIZAS	FIBRA CRUDA	E.L.N
HARINA DE PESCADO	6.92	93.07	54.81	15.36	7.97	21.86	1.35	6.62
SOYA	9.78	90.21	51.48	1.61	30.99	6.14	6.31	24.68
TRIGO	10.20	89.79	12.86	2.61	72.43	1.90	2.76	69.67
LECHE	5.21	94.78	36.68	22.44	27.97	7.70		27.97
LEVADURA	10.00	90.00	40.64	4.57	39.11	5.68	1.57	37.54
DIETA TIPO	7.77	92.22	42.78	8.31	29.58	11.56	1.69	27.89
DIETA CONTROL	11.76	88.23	42.91	8.72	27.22	9.39	0.55	26.67

E.L.N = Elementos Libres de Nitrógeno



Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán
División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos

Tasco de Cuicaya No. 15

Cul y Polig. Tlalpan

15000 México, D. F. Julio 6, 1987

TABLA No. 5 RESULTADOS DEL ANALISIS DE AMINOACIDOS

MUESTRA: ALIMENTO PARA TRUCHA (INN-1073)

PROCEDENCIA: DEPTO. DE NUTRICION ANIMAL

RECEPCION:

ANALISIS: 3-VII-87

(g/100 g de proteína)
(45.37 g prot/100 g muestra seca y desengrasada)

<u>ESENCIALES</u>		<u>NO ESENCIALES</u>	
VALINA -----	4.88	HISTIDINA -----	2.40
ISOLEUCINA -----	3.97	AC. ASPARTICO -----	10.12
TREONINA -----	3.55	SERINA -----	3.97
TRIPTOFANO -----	0.80	AC. GLUTAMICO -----	16.26
PENTILALANINA -----	3.98	PROLINA -----	6.37
LEUCINA -----	6.87	GLICINA -----	7.91
LISINA -----	6.48	ALANINA -----	6.58
METIONINA -----	3.02	CISTEINA -----	1.08
		TIROSINA -----	3.02
		ARGININA -----	6.22

Método: Técnicas descritas en el Manual Beckman publicadas por Spinco, División de Beckman Instrument, Inc. Pao Alto California 94, 304, Jun 1969.

P.A. *[Signature]*

ANALIZO: Q.F.B. ALMA ALTAMIRANO G.

A T E N T A M E N T E
[Signature]
Dra. Josefina Morales de León
Jefe del Depto. de Ciencia y
Tecnología de Alimentos.

c.c.p. Archivo



Laboratorio Acreditado. Sistema Nacional de Acreditamiento
de Laboratorios de Prueba DGN-SECOFIN



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL Y BIOQUIMICA
Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos.
(SARH N° 2067)

T A B L A No. 6 Cd. Universitaria, D.F. 20 Agosto de 1991

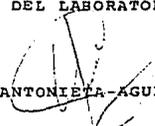
N° de Muestra: 1031
Ingrediente: ALIMENTO DE TRUCHA EXPERIMENTAL
Remitido por: Dr. MARIO BRACAMONTES
Procedencia: TESIS TRUCHA
Tipo de Análisis: Ca y P
Recibo de Pago N°: _____

RESULTADOS:

Ca = 3.360

P = 2.074

A T E N T A M E N T E
EL JEFE DEL LABORATORIO


Q. MA. ANTONIETA-AGUIRRE G.

ANALIZO: Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE G.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL Y BIOQUIMICA
Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos.
(SARH N° 2067)

T A B L A No. 7 Cd. Universitaria, D.F. 20 Agosto de 1955

N° de Muestra: 1032

Ingrediente: ALIMENTO DE TRUCHA CONTROL

Remitido por: Dr. MARIO BRACAMONTES

Procedencia: TESIS TRUCHA

Tipo de Análisis: Ca y P

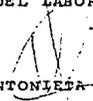
Recibo de Pago N°: _____

RESULTADOS:

Ca = 1.920

P = 1.759

A T E N T A M E N T E
EL JEFE DEL LABORATORIO


Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE G.

ANALIZO: Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE G.

T A B L A No. 8 BALANCE REAL DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LA DIETA TIPO

CONTENIDO	%	P.C	F.C	Calcio	Fósforo	Arg.	Hist.	Lis.	Trip.	Fen.	Treo.	Iso.	Leu.	Met. +Cis.	Val.	E.N. Kcal.
TOTAL	100.0	42.8	1.69	3.36	2.07	2.61	1.00	2.72	0.34	1.67	1.49	1.66	2.88	1.71	2.04	3550
REQUERI MIENTO	100.0	40.0	2.40	0.70	0.50	2.50	0.70	2.10	0.20	2.00	0.80	1.00	1.50	1.70	1.50	3550
BALANCE	0.0	2.8	-0.71	2.66	1.57	0.11	0.30	0.62	0.14	-0.33	0.69	0.66	1.38	0.01	0.54	0

T A B L A No. 9 VALOR PROMEDIO DE LAS DETERMINACIONES MORFOMETRICAS

QUIN- CENA	MEDICION	E X P E R I M E N T A L			C O N T R O L		
		INICIAL	FINAL	INCREMENTO	INICIAL	FINAL	INCREMENTO
1	L	13.74	14.23	0.49	13.77	14.18	0.41
	A	2.97	3.36	0.39	2.90	3.25	0.35
	P	33.00	37.50	4.50	29.00	35.33	6.33
2	L	14.23	14.88	0.65	14.18	15.24	1.06
	A	3.36	3.40	0.04	3.25	3.30	0.05
	P	37.50	44.33	6.83	35.33	40.83	5.50
3	L	14.88	16.25	1.37	15.24	16.43	1.19
	A	3.40	3.69	0.29	3.30	3.77	0.47
	P	44.33	47.97	3.64	40.83	49.89	9.06
4	L	16.25	17.21	0.96	16.43	17.63	1.20
	A	3.69	3.73	0.04	3.77	3.90	0.13
	P	47.97	55.69	7.72	49.89	60.98	11.09
5	L	17.21	17.97	0.76	17.63	18.61	0.98
	A	3.73	3.95	0.22	3.90	4.41	0.51
	P	55.69	69.86	14.17	60.98	84.97	23.99
6	L	17.97	18.69	1.72	18.61	20.07	1.46
	A	3.95	4.11	0.16	4.41	4.61	0.20
	P	69.86	74.29	4.43	84.97	103.78	18.81
7	L	18.69	19.50	0.81	20.07	21.82	1.75
	A	4.11	4.27	0.16	4.61	4.97	0.36
	P	74.29	86.84	12.55	103.78	126.82	23.04
8	L	19.50	20.30	0.80	21.82	22.54	0.72
	A	4.27	4.30	0.03	4.97	5.00	0.03
	P	86.84	95.72	8.88	126.82	144.36	17.54
9	L	20.30	21.10	0.80	22.54	23.47	0.93
	A	4.30	5.00	0.70	5.00	5.69	0.69
	P	95.72	103.23	7.51	144.36	154.64	10.28

L= Longitud en cm.

A= Altura en cm.

P= Peso en gr.

T A B L A No. 10 REGIMEN ALIMENTICIO

QUIN- CENA	D I E T A T I P O			D I E T A C O N T R O L		
	A.S	A.I	A.D	A.S	A.I	A.D
1	1566.6	1161.1	405.5	1465.8	1338.5	127.3
2	1791.0	1480.6	310.4	1738.5	1713.3	25.2
3	2270.3	1748.7	521.6	1921.3	1755.1	166.2
4	1994.2	1530.6	463.6	1811.5	1663.7	147.8
5	1856.2	1678.9	177.3	1869.7	1869.7	0.0
6	1736.3	1389.8	346.5	2286.0	2286.0	0.0
7	1337.4	1292.8	44.6	2530.0	2530.0	0.0
8	1291.5	1250.8	40.7	2437.1	2437.1	0.0
9	1205.4	1160.8	44.6	3031.3	3031.3	0.0

A.S = Alimento Suministrado en gramos.
A.I = Alimento Ingerido en gramos.
A.D = Alimento Desperdiciado en gramos.

T A B L A No. 11 VALOR ENERGETICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

VALOR	DIETA TIPO	DIETA CONTROL
-------	---------------	------------------

V.C 2786.5 2806.6

C.E 6725.0* 5388.7

V.C= Valor Calorico
en cal./Kg.

C.E= Conversión Ener-
gética en cal/Kg.
de trucha.

* Este valor no considera el aporte energético de las grasas, por su indisponi-
bilidad en la dieta tipo.

T A B L A No. 12 PARAMETROS NUTRICIONALES PARA EVALUAR LAS DIETAS

QUIN- CENA	D I E T A T I P O				D I E T A C O N T R O L			
	F.C.A	T.C.E	T.E.P	T.M(%)	F.C.A	T.C.E	T.E.P	T.M(%)
1	2.71	0.80	0.64	2.02	2.16	1.23	0.98	1.01
2	2.25	1.11	0.86	4.04	3.67	0.97	0.63	14.14
3	5.56	0.47	0.32	6.06	1.97	1.18	1.08	1.01
4	2.62	0.93	0.68	9.09	2.26	1.26	0.95	4.04
5	1.80	1.51	1.17	14.14	1.00	2.21	2.36	2.02
6	6.47	0.43	0.29	13.13	1.57	1.43	1.48	4.04
7	3.09	1.05	0.73	6.06	1.57	1.33	1.48	0.00
8	3.84	0.75	0.58	10.10	1.94	1.00	1.20	0.00
9	6.69	0.50	0.34	11.11	3.86	0.45	0.60	0.00
E.G	3.14	0.84	0.63	75.75	1.92	1.23	1.19	26.26

E.G= Evaluación Global

T A B L A No. 13 PARAMETROS FISICO-QUIMICOS

QUIN- CENA	ESTANQUE				EXPERIMENTAL				ESTANQUE				CONTROL						
	T ^o C	pH	O ₂	CO ₂	A.	D.	T ^o C	pH	O ₂	CO ₂	A.	D.	T ^o C	pH	O ₂	CO ₂	A.	D.	
1	11.8	7.8	6.0	2.8	34		11.9	7.7	6.2	2.7	34								
2	11.7	7.9	5.6	2.2	33		12.0	8.0	5.5	2.7	35								
3	13.0	7.5	5.9	3.0	36		13.0	7.5	5.8	3.5	35								
4	12.7	7.7	6.2	2.5	35	55	12.8	7.5	6.5	2.5	36	34							
5	13.0	7.5	5.8	2.0	30		13.0	7.3	5.5	2.2	31								
6	12.8	7.5	6.5	2.9	31		12.8	7.3	6.2	3.2	32								
7	12.0	7.6	6.1	3.5	33	49	12.0	7.5	5.9	4.0	30	51							
8	12.2	7.6	5.4	4.0	39	32	12.2	7.2	5.4	3.5	39	31							
9	12.0	7.2	5.2	2.7	32	31	12.0	7.0	5.4	3.4	31	27							
\bar{X}	12.3	7.6	5.8	2.8	34	42	12.4	7.4	5.8	3.1	34	36							

* Valores expresados en ppm. (O₂, CO₂, A=Alcalinidad, y D=Dureza)

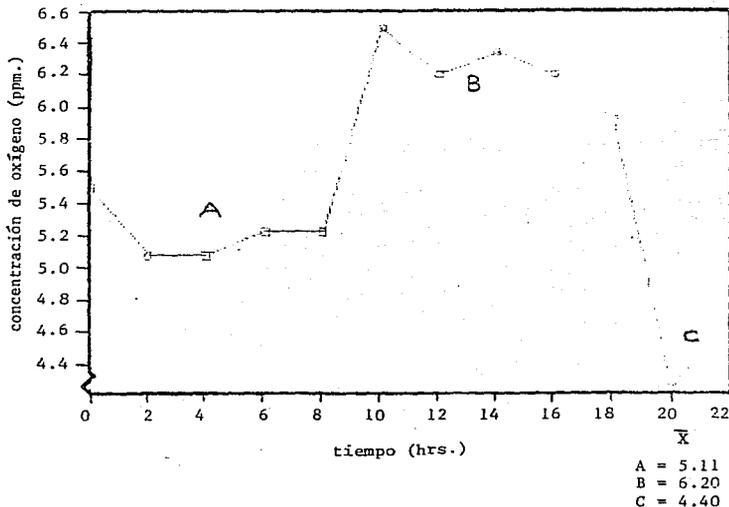
T A B L A No. 14 MEDICIONES DEL FLUJO DE AGUA EN LOS ESTANQUES EXPERIMENTALES

ESTANQUE	FLUJO DE AGUA (lt/seg.)							\bar{X}	R
	1	2	3	4	5	6	7		
EXPERIMENTAL	1.25	1.67	2.03	1.56	1.24	1.77	1.98	1.64	28
CONTROL	1.27	0.56	1.05	0.71	0.74	1.46	1.68	1.07	19

R = Número de Recambios por día

GRAFICA No. 3

Seguimiento de la concentración de Oxígeno durante 24 horas, en el estanque experimental.



TIEMPO EN HORAS	0:40	2:40	4:40	6:40	8:40	10:40	12:40	14:40	16:40	18:40	20:40	22:40
O ₂ (ppm)	5.50	5.07	5.07	5.22	5.22	6.49	6.20	6.34	6.20	5.92	4.23	4.65

T A B L A No. 15 PORCENTAJES DEL PESO DEL PEZ PARA CALCULAR LA RACION ALI-
MENTICIA POR DIFERENTES METODOS

QUIN- CENA	D I E T A T I P O				D I E T A C O N T R O L			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	2.5	3.4	2.1	2.0	3.3	3.6	1.1	2.0
2	2.7	3.3	2.9	2.0	3.3	3.4	2.9	2.0
3	2.4	3.1	5.1	2.0	2.8	3.1	2.6	1.6
4	2.3	3.0	3.5	1.6	2.7	2.9	2.6	1.6
5	2.5	2.8	2.8	1.6	2.8	2.8	2.1	1.4
6	2.1	2.6	2.7	1.4	2.4	2.4	3.2	1.4
7	2.4	2.5	2.7	1.4	2.3	2.3	3.3	1.3
8	2.2	2.3	3.0	1.4	2.1	2.1	1.5	1.3
9	2.2	2.3	2.5	1.3	2.0	2.0	1.6	1.1

1 = METODO DE PYLE-DEUEL (considerando alimento ingerido)

2 = METODO DE PYLE-DEUEL (considerando alimento suministrado)

3 = METODO DE HASKELL

4 = METODO DE BARDACH

T A B L A No. 16 PRUEBA DE HIPOTESIS PARA LAS TALLAS Y PESOS PROMEDIO ALCAN-
ZADO POR AMBOS TRATAMIENTOS

DATOS	PLANTEAMIENTO	E S T A D I S T I C O		DECISION
		TEORICO	CALCULADO	
1 = dieta control 2 = dieta tipo μ = peso promedio $\alpha = 0.05$	Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$	Z = 1.96	Z = 51.77	Ho: se rechaza
	Ho: $\mu_1 \leq \mu_2$ Ha: $\mu_1 > \mu_2$	Z = 1.645	Z = 51.77	Ho: se rechaza
1 = dieta control 2 = dieta tipo μ = longitud prome- dio $\alpha = 0.05$	Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$	Z = 1.96	Z = 208.8	Ho: se rechaza
	Ho: $\mu_1 \leq \mu_2$ Ha: $\mu_1 > \mu_2$	Z = 1.645	Z = 208.8	Ho: se rechaza

T A B L A No 17 ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS LONGITUDES Y PESOS PROMEDIO DE
LOS LOTES PARA CADA TRATAMIENTO

PLANTEAMIENTO	DATOS	1 = dieta control 2 = dieta tipo $\alpha = 0.05$ μ = peso promedio		DECISION	DATOS	1 = dieta control 2 = dieta tipo $\alpha = 0.05$ μ = longitud promedio		DECISION
		TEORICO	CALCULADO			TEORICO	CALCULADO	
Ho: $\mu_1 = \mu_2$ Ha: $\mu_1 \neq \mu_2$								
TIEMPO	E S T A D I S T I C O	DECISION	E S T A D I S T I C O	DECISION	TEORICO	CALCULADO	DECISION	
0	7.70	4.36	Ho: se acepta	7.70	0.208	Ho: se acepta		
1	7.70	2.12	Ho: se acepta	7.70	0.143	Ho: se acepta		
2	7.70	1.64	Ho: se acepta	7.70	1.356	Ho: se acepta		
3	7.70	2.25	Ho: se acepta	7.70	0.54	Ho: se acepta		
4	7.70	6.55	Ho: se acepta	7.70	9.63	Ho: se rechaza		
5	7.70	23.29	Ho: se rechaza	7.70	7.90	Ho: se rechaza		
6	7.70	116.5	Ho: se rechaza	7.70	44.64	Ho: se rechaza		
7	10.12	37.26	Ho: se rechaza	10.12	39.80	Ho: se rechaza		
8	10.12	25.27	Ho: se rechaza	10.12	12.77	Ho: se rechaza		
9	10.12	47.91	Ho: se rechaza	10.12	227.31	Ho: se rechaza		

T A B L A No. 18 COTIZACION* DE INGREDIENTES PARA LA DIETA TIPO

INGREDIENTE	PRECIO (\$) / Kg.
HARINA DE PESCADO	333.00
SOYA	315.00
TRIGO	210.00
LECHE DESCREMADA	2076.00
LEVADURA DE CERVEZA	1710.00
PREMEZCLA DE VITAMINAS	1244.00
PREMEZCLA DE MINERALES	140.00
SEBO DE RES	1500.00

* Cotización para el mes de Abril de 1987

T A B L A No. 19 COSTOS DE LA DIETA TIPO Y LA DIETA COMERCIAL

C O S T O	DIETA TIPO	DIETA CONTROL
COSTO \$/Kg.	482.00	590.00
COSTO \$/Ind.	131.78	164.59
F.C.A. _E	1.87	1.31



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO DE NUTRICION ANIMAL Y BIOQUIMICA

Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos.
(SARH N° 2067)

T A B L A No 20 Cd. Universitaria, D.F. 13 De Agosto de 1986

N° de Muestra: 945
Ingrediente: ALIMENTO DE TRUCHA
Remitido por: DRA ALMA ROCHA H.
Procedencia: ALIMENTO PARA TRUCHAS
Tipo de Análisis: DETERMINACION DE RANCIDEZ
Recibo de Pago N°: _____

RESULTADOS:

NO DETECTABLES

A T E N T A M E N T E
EL JEFE DEL LABORATORIO

Q. MA. ~~ANTONIETA~~ AGUIRRE G.

ANALIZO: Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE G.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

DEPARTAMENTO DE ACUICULTURA

Cd. Universitaria, a 5 de agosto de 1986

T A B L A No. 21

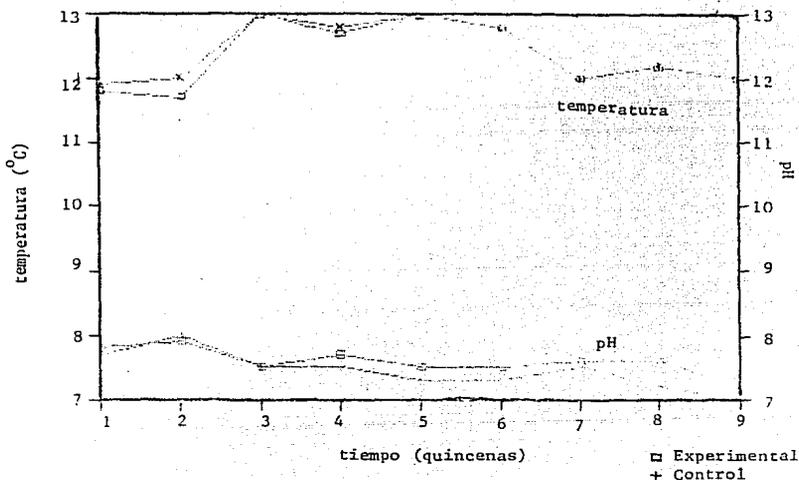
REPORTE HISTOLOGICO DE LAS TRUCHAS TRAJIDAS DE LA
PISCIFACTORIA "EL ZARCO" DE LA TESIS DE NUTRICION

- 1.-Integración estructural: Pérdida
- 2.-Calidad estructural: Nula
- 3.-Cambios hemodinámicos: No presentes
- 4.-Cambios citológicos: Pérdida de la configuración en cordones de los hepatocitos.
- 5.-Cambios citológico-patológicos: Presentación de degeneración grasa a nivel de las células ubicadas en los espacios porta.

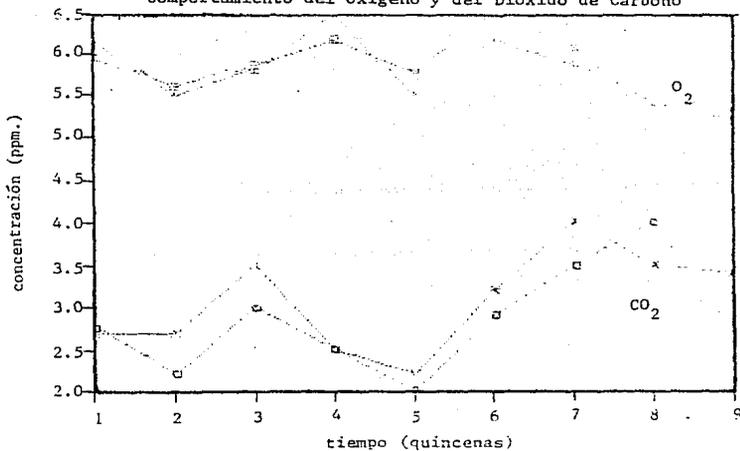
Dx. HEPATITIS TOXICA AGUDA.

MVZ. Ana Auró Angulo de O.

GRAFICA No. 1
Comportamiento de la Temperatura y del pH

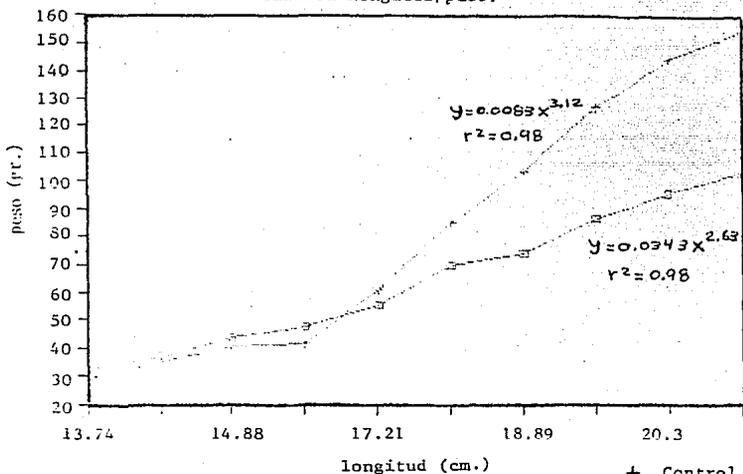


GRAFICA No. 2
Comportamiento del Oxígeno y del Dióxido de Carbono



GRAFICA No. 4

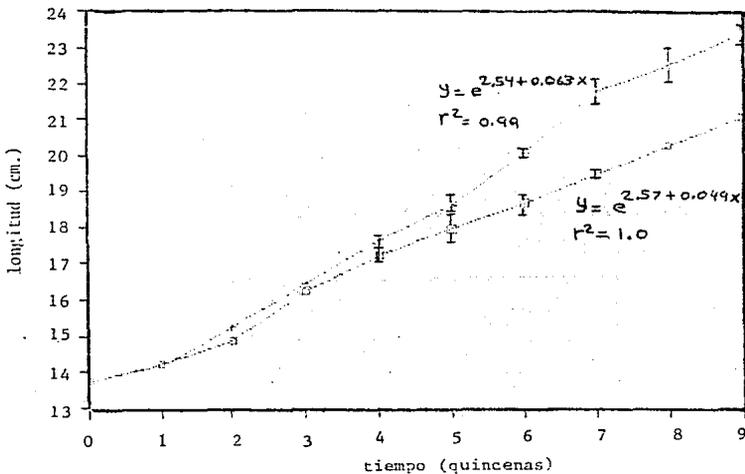
Relación Longitud/peso.



+ Control
□ Experimental

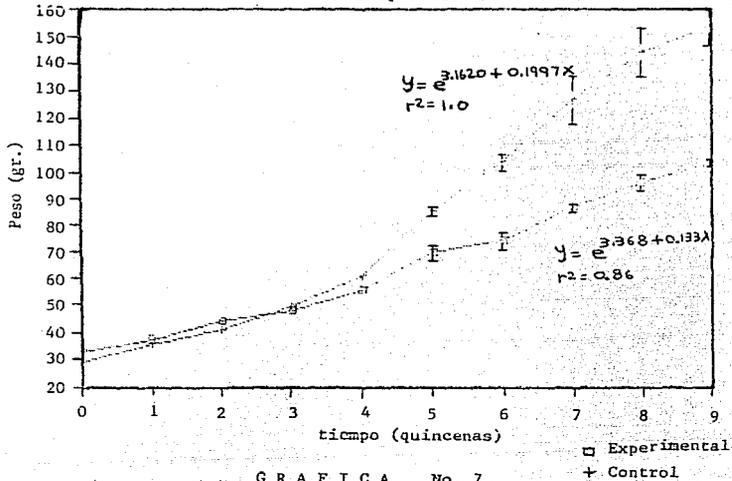
GRAFICA No. 5

Relación Tiempo/Longitud



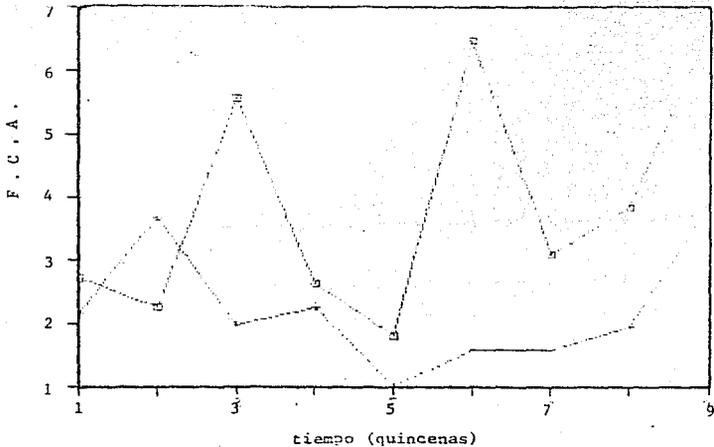
GRAFICA No. 6

Relación Tiempo/Peso



GRAFICA No. 7

Relación Tiempo/F.C.A.



ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

I. ANALISIS DEL ALIMENTO.

En este rubro es importante analizar en que medida fueron alcanzados los aspectos fundamentales en la nutrición de la trucha, como son la formulación, elaboración y las prácticas de alimentación (3).

En el análisis organoléptico y macroscópico de los ingredientes que se emplearon para elaborar la dieta tipo (Tabla No. 3) se encontraron características aceptables y un bajo porcentaje de elementos adulterantes lo que no afecta desfavorablemente su calidad.

Niveles altos de harina y aceite de pescado en la dieta, provee aceptación del alimento, incrementando su ingestión. Por otro lado las proteínas vegetales tales como la harina de soya influyen en la aceptabilidad del alimento por los peces juveniles y altos niveles de inclusión (mayor del 30 %) reduce significativamente la ingestión del alimento, particularmente en peces carnívoros a pesar del alto contenido nutricional digestible (9).

Mediante el análisis bromatológico efectuado a cada uno de los ingredientes se verificó el aporte de nutrientes de cada uno de éstos (Tabla No. 4). Con la proporción empleada de cada ingrediente, se obtuvo una dieta tipo con un valor protéico aceptable, con base al requerimiento nutricional (Tabla No. 2). Esto viene a confirmar que la calidad biológica y química de los ingredientes en una dieta y el balance de los nutrientes disponibles son mucho más críticos en la producción de una dieta nutricionalmente sana y productiva que el uso de una "fórmula

mágica" (9). El valor de carbohidratos se encuentra dentro del requerimiento, ya que según Phillips, 1970 no debe rebasar el 12 % de carbohidratos digeribles, además Vergára (2) opina que un nivel de 12-20 % digerible es aceptable considerando que la trucha digiere el 40 % del total, éste elemento está en una proporción adecuada, siendo este valor parecido al de la dieta control. La grasa se encuentra en el límite superior del requerimiento (5-8 %). Este valor de la dieta tipo es muy similar al de la dieta control siendo poco confiables, aunque Bardach (4) cita un requerimiento de 8-10 % de grasas, mientras SEPESCA (29) recomienda de 8-15 % y Vázquez (32) 18.5 %; lo que viene a confirmar que estos requerimientos de la trucha aún no están totalmente definidos, ya que dependen muchas veces de las condiciones en que se desarrolla el estudio. La información a la que se tiene acceso actualmente dice muy poco acerca de la función de los lípidos en la nutrición de los peces. La composición de los aceites de peces ha sido ampliamente estudiada. Sin embargo, la pregunta sobre el tipo y cantidad de lípidos requeridos por el pez para cubrir sus necesidades ha recibido muy poca atención (13,-32).

En el N.R.C., 1973, se menciona que los carbohidratos digeribles y las grasas pueden realizar las funciones de la proteína (al no ser empleada como fuente de energía) en la dieta para alcanzar un máximo crecimiento, ésta situación no pudo darse en el presente caso dado que las grasas no fueron desdobladas (ya que es de punto de fusión alto) no contribuyendo así con su aporte calórico. Como apunta Phillips ---- (Op. cit.), en algunos casos 70 % de las calorías de la dieta en trucha, pueden provenir de las proteínas. Como se observa en la Tabla No. 2, la

harina de pescado y la harina de soya contribuyen con el 60 % aproximadamente de la energía neta. Vergara (Op. cit.), señala que se necesitan 3700 cal disponibles para producir un kg de trucha constituida principalmente por lípidos y carbohidratos, lo que en la dieta tipo, el origen de los lípidos no permitió contribuir con su aporte energético.

Es evidente que aunque el contenido nutricional de ambas dietas es aceptable y similar, su calidad se ve afectada por el proceso de elaboración, que para el caso de la dieta tipo se obtuvo pellets de baja humedad y consistencia dura, ya que la maquinaria empleada no permitió regular la temperatura, humedad, presión y vapor de agua, características que originan las cámaras de aire que permiten la flotabilidad del alimento (pese a ello, las dietas secas pueden obtener humedad a partir del tracto digestivo para ablandar el alimento antes de la digestión (23). Además de ello los ingredientes no fueron mezclados homogéneamente debido a la capacidad de la máquina, efectuándose el mezclado en tres partes, agregando en cada caso diferente cantidad de agua con una piseta a fin de lograr la consistencia deseada para peletizar, obteniéndose al final tres diferentes remesas de alimento, ya que se sabe que existe diferencia en cuanto al proceso de preparación pues puede peletizarse dándole diferentes características físicas tales como: flotabilidad, aglutividad, densidad, etc. Cabe hacer mención que los materiales ricos en grasas, fibras o ingredientes vegetales pobres en almidón como es la harina de soya, no producen buenos pellets (18).

Otro de los factores que alteraron la calidad de la dieta fue la utilización del sebo de res (grasa saturada) como ingrediente para el aporte de calorías metabolizable y como fuente de los ácidos grasos del

grupo ω_3 o serie linolénica: ácido graso trilinoleico, linolénico y araquidónico esenciales para la trucha, ya que esta es una grasa de punto de fusión alto y no degradada por los peces, dado que viven en un medio más frío que el de los mamíferos, es por ello que se debe contar con -- una materia grasa con un punto de fusión bajo (21), y de esta manera -- evitar el efecto de encapsulación, en el cual las grasas duras cubren a los nutrientes evitando así su digestión por la trucha; otro efecto es el bloqueo que dichas grasas provocan en los intestinos; además de la -- indisponibilidad energética de este lípido, como de los ácidos grasos -- esenciales del grupo ω_3 que deben de estar por lo menos en el 1 % del -- alimento, para un máximo índice de crecimiento (2,20). Así también lo -- citan Phillips (Op. cit.) y Leitritz (1963), quienes señalan que las -- grasas duras pueden retardar o impedir la digestión de las proteínas y carbohidratos recubriendo sus moléculas. Esto las aísla de la acción -- de los ácidos y enzimas digestivas de las proteínas y de los carbohi-- dratos. Dichas grasas impiden el aprovechamiento de las vitaminas lipo-- solubles esenciales para un buen crecimiento, siendo esto último otro factor más para provocar un pobre desempeño de la dieta. Es por estas razones por lo cual se considera a este elemento como el principal -- causante de la alta mortalidad. Los principales síntomas clínicos de la carencia de ácidos grasos esenciales en los salmónidos son la des-- pigmentación e infiltración de grasa en el hígado, éstos síntomas de una u otra manera se observaron dentro de los organismos que murieron en la experimentación. Los peces poco afectados generalmente son capa-- ces de reponerse completamente pero una vez que la anemia es grave y que el hígado está cargado de sustancia grasa, es raro que pueda recu

perar su capacidad de asimilación de alimentos (26).

En lo que se relaciona al contenido de vitaminas y minerales, se puede mencionar que su porcentaje en la dieta se hizo por el cálculo teórico en donde las vitaminas fueron suministradas en base a la premezcla que cita N.R.C., 1974 y los minerales según el Biól. Krzyastof Garryczko, por tanto no existe posibilidad de un nivel inadecuado, ya que como menciona Cho (1985), la disponibilidad de vitaminas y minerales -- presentes en los ingredientes no es conocida y el contenido cuantificado usando métodos químicos y microbiológicos no necesariamente indica la cantidad de vitaminas y minerales disponibles para el pez. Las premezclas por lo tanto, generalmente suplen la mayoría de las necesidades del pez al mismo tiempo que dan un margen de seguridad. En cuanto a los minerales se realizó un análisis de calcio y fósforo (Tablas No. 6 y 7) para ambas dietas, registrando valores excedidos con respecto al requerimiento, pero sin ser razón de algún efecto significativo en el desempeño de la dieta, solamente Leitritz (Op. cit.) cita que un exceso de calcio, aumenta la demanda de vitamina D, los cuales junto con el fósforo son necesarios para construir huesos fuertes y evitar el raquitismo, dicho síntoma no se observó durante la experimentación.

El análisis de aminoácidos (aminograma) se considera como una herramienta importante para determinar el nivel en que se encuentran en las proteínas (32). En el presente trabajo se realizó el aminograma de la dieta tipo para poder corroborar el porcentaje de cada aminoácido -- esencial para la trucha y de esta manera ver si alguna deficiencia o exceso repercutía en la eficiencia de la dieta o en el crecimiento del -- pez (Tabla No. 5).

En la Tabla de desglose (Tabla No. 2), se enmarcan los valores de aminoácidos para cada ingrediente, considerando el porcentaje de proteína con el cual contribuyen a la dieta tipo, estos valores se comparan con el requerimiento de los organismos, obteniendo el balance que refleja el exceso o deficiencia.

Los aminoácidos que teóricamente se encuentran deficientes (Tabla No. 2) son: arginina (0.49 %), fenilalanina (0.42 %) y metionina cistina (0.32 %).

Los porcentajes de aminoácidos que se obtuvieron en el aminoácido de la dieta tipo, son los valores reales que deben considerarse para el balance de la dieta, quedando la siguiente deficiencia: fenilalanina 0.33 % (Tabla No. 8); todos los demás están ligeramente en exceso. Como lo menciona Roberts (1981), la única alteración clínica observada en prácticamente todas las carencias de aminoácidos esenciales es el retraso en el crecimiento (excepto triptófano, el cual ocasiona deformación de la espina dorsal).

Ocasionalmente pueden presentarse síntomas carenciales aún en la presencia de un exceso aparente de aminoácidos, bien porque la proteína no ha sido completamente digerida, o bien porque ciertos aminoácidos no han sido biológicamente utilizados en los procesos metabólicos (26). Como se menciona anteriormente la proteína pudo haber sufrido el proceso de encapsulación por parte de la grasa dura (sebo de res) y de esta manera ocasionar un déficit de ésta y por ende de aminoácidos disponibles. El exceso de algunos factores de la dieta puede causar un desequilibrio que originará que toda la dieta falle (17).

Considerando únicamente a los nutrientes energéticos como pro-

teínas, grasas y carbohidratos, Phillips (Op. cit.) encontró que por cada gramo de proteína hay 3.9 calorías disponibles en el alimento de trucha; 8.0 calorías por gramo de grasa; así como 1.6 calorías por gramo de carbohidratos. Los valores reportados en la tabla No. 11 demuestran que no existe una diferencia importante en cuanto al contenido calórico de ambas dietas; mientras que para producir un kilogramo de trucha, se emplea mayor energía en la dieta tipo, en donde este valor va a estar en función del Factor de Conversión Alimenticio, el cual es menor para la dieta control.

II. EVALUACION DEL DESEMPEÑO DE LAS DIETAS.

El efecto provocado con la administración de cada una de las dietas, se evaluó mediante los parámetros nutricionales, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

1) Factor de Conversión Alimenticia (F.C.A.)

Se realizó un análisis de regresión lineal de F.C.A./tiempo para ambas dietas, encontrando un coeficiente de correlación de 0.42 para la dieta tipo y de 0.006 para la control, lo que indica que no existe ninguna relación entre dichas variables. El coeficiente de correlación que se esperaría como más favorable para la relación de las variables es el valor tendiente a -1, lo que indicaría que cada vez se tendría un menor gasto de alimento para producir un kilogramo de carne. Tomando en consideración lo expuesto anteriormente, la dieta control con un valor próximo a cero, señala una conversión constante que no depende del tiempo, mientras la dieta tipo tiende a realizar un mayor gasto de alimentación para la producción.

El análisis de regresión lineal de F.C.A./peso promedio para la dieta tipo y control, al igual que en el caso anterior, indicó que no existe relación entre ambas variables, obteniendo coeficientes de correlación de 0.43 y de 0.014 respectivamente.

Como se observa en la Gráfica No. 7, la variación del F. C. A. de la dieta tipo, muestra una inestabilidad de los datos con respecto al tiempo. Esta curva presenta tres puntos de inflexión, lo que indica que la dieta es variable en calidad, ya que en ocasiones puede dar una buena conversión y en otras no, en virtud de que se suministraron diferentes remesas, las cuales se hicieron en diferente tiempo, no conservando las mismas condiciones de elaboración. Mientras tanto, la curva de la dieta control, muestra mayor homogeneidad de los valores del F.C.A. con respecto al tiempo.

En la Tabla No. 12, se evalúa globalmente el Factor de Conversión, siendo en un 61 % mejor el valor de la dieta control. A pesar de esto, en ambas dietas hay una mejor asimilación de la ración alimenticia al tiempo cinco, lo cual puede ser un factor para poder aseverar que la adaptación de los organismos a las condiciones experimentales, haya tenido una duración de dos meses, lo que significaría que un tiempo menor a este no hubiera sido concluyente para conocer el efecto real de las dietas.

Esto se corrobora con la información del Análisis de Varianza (Tabla No. 17) donde se observa la diferencia de una dieta con otra, en cuanto a longitud y peso, que se dan en los tiempos cinco y seis respectivamente, lo que significa que es el período en el cual comienzan a manifestarse los efectos de cada dieta.

Los cambios de F.C.A. no se pueden adjudicar a variaciones estacionales (fluctuación de temperatura, fotoperfodo, etc) las cuales se ligan al metabolismo de los organismos y por consiguiente a la tasa de aprovechamiento del alimento, ya que la mayor parte de la investigación se desarrolló en la estación de verano, donde se registró la mayor temperatura a 13°C con un valor menor en 1°C al término de la primavera y al inicio del otoño.

Uno de los problemas que se pueden dar y que alteran el valor del F.C.A., es sin duda, que se presenten variaciones en el crecimiento de los organismos de un mismo lote y/o tratamiento, donde los organismos pequeños y débiles están afectados por la competencia que se da entre ellos (por espacio y alimento); es por ello la importancia de tener un grupo experimental lo más uniformemente posible, al cual se le suministre la cantidad de alimento necesario para evitar este proceso jerárquico.

2) Tasa de Crecimiento Específico (T.C.E.)

Se sabe que la T.C.E., es el porcentaje de crecimiento por unidad de tiempo. Dos tipos de factores afectan la Tasa de Crecimiento individual de los peces: aquellos relacionados con los peces en sí, como sus características y su estado fisiológico (estado de salud, madurez sexual etc.); y los relacionados con el medio, de los cuales los más importantes son: composición química del agua, temperatura, nivel de metabolitos (productos de excreción, oxígeno disuelto y alimento disponible) (15).

En la Tabla No. 12 se observa la mayor T.C.E. en el tiempo cinco, para ambas dietas, teniendo un valor más alto en la dieta control, como se mencionó anteriormente, es en este momento cuando comienza a ma-

nifestarse el efecto de cada dieta; después de este tiempo, en la dieta control se presenta un decremento en la T.C.E., debido a la insuficiencia en la cantidad recomendada por Deuel y Pyle), ya que en este período no se registró desperdicio del mismo, lo cual se refleja en una menor ganancia de peso.

En la dieta tipo, a través del tiempo, se puede notar una variación en la T.C.E. la cual muestra una inestabilidad de los valores presentados en los incrementos de peso, provocados por diferencia en cantidad de pellets suministrados. Los resultados globales indican que para la dieta control un valor de 32 % más eficiente que para la dieta tipo.

3) Tasa de Eficiencia Protéica (T.E.P.)

Se refiere a la ganancia en peso por unidad de proteína suministrada. Este parámetro es de mayor relevancia en los estadios de cría y juvenil, en donde la proteína es requerida en mayor porcentaje para satisfacer el desarrollo de nuevo tejido para el crecimiento.

Nuevamente se observan los valores más altos en el tiempo cinco para las dos dietas, obteniendo un mayor crecimiento en la dieta control.

La Tasa de Eficiencia Protéica, desde el inicio de la experimentación y hasta el tiempo cinco (Tabla No. 12) muestra una inestabilidad de los valores presentados, persistiendo los valores altos en la dieta control.

De alguna manera se puede mencionar que la madurez sexual pudo haber estado influyendo en el requerimiento y eficiencia del alimento produciendo una marcada disminución en el desperdicio del mismo, siendo nula en la dieta control (Tabla No. 10), todo esto se manifiesta a par-

tir del tiempo ocho, donde los organismos de la dieta tipo tienen una longitud de 19.5 cm., mientras en la dieta control esto es notorio en el tiempo siete con una longitud de 20.07 cm. (Tabla No. 9), señalándose esto como el momento en el cual decrece gradualmente la T.E.P., debido a que cambian los requerimientos nutricionales a diferentes etapas de desarrollo, cambiando su metabolismo, como es el caso de la madurez gonadal.

En la evaluación global para la dieta control se observa un valor del 47 % más eficiente que con respecto a la dieta tipo.

4) Tasa de Mortalidad (T.M.)

En la dieta tipo se describe un incremento en la T.M. hasta el tiempo cinco, a partir de este momento se considera homogénea con un valor medio de 11.11 %. Las posibles causas son: la materia prima que se empleó como fuente de calorías (sebo de res), porque es una grasa saturada con punto de fusión alto, no digerible por la trucha; otra razón puede ser la calidad del proceso de elaboración de la dieta, donde se obtuvieron pellets de consistencia dura, además de nula flotabilidad, disminuyendo así el aprovechamiento de los nutrientes disponibles; también pudo deberse al alimento no consumido y que se encontraba en degradación, lo que altera la calidad del cuerpo de agua.

En la dieta control, la mortalidad que se registró en el tiempo dos fue relativamente alta, esto debido a la ingestión de alimento contaminado por posibles aflatoxinas, posteriormente se cambió a una nueva remesa de alimento; sin embargo en todo el tiempo la T.M. fue baja o nula.

La Tasa de Mortalidad global reporta para la dieta tipo, un valor del 76 %, mientras que para la dieta control un valor del 26 % (Ta--

bla No. 12). Se puede considerar un 5 % de mortalidad como normal en el estadio juvenil de la trucha, bajo sistema intensivo.

Debido al alto registro de mortalidad que se dió en el tercer mes de experimentación, fue necesario realizar un análisis de rancidez de la dieta tipo (Tabla No. 20), obteniendo un resultado favorable, descartando a este como posible causa. Aunado a que según Philips (Op. cit) la vida media de los pellets para trucha almacenados es de sesenta días, considerando que la dieta tipo se elaboró en tres remesas con un tiempo aproximado de cuarenta y cinco días entre ellas. También se llevó una muestra de organismos del lote experimental fijados en formol al 10 % -- (12), que murieron durante la experimentación, al Departamento de Acuicultura de la F.M.V.Z. - U.N.A.M. para que se efectuara un análisis histológico (hígado, riñón) (Tabla No. 21) se obtuvo un diagnóstico de Hepatitis tóxica aguda. Esto último reafirma la hipótesis de que la naturaleza de la grasa empleada fue la razón de la baja eficacia de la dieta tipo, así como de la mortalidad registrada.

III. ANALISIS DE LAS RELACIONES MORFOMETRICAS.

1) Relación Longitud/Peso.

Al realizar la regresión de longitud/peso, se observa que existe una estrecha relación entre estas dos variables con una función potencial, obteniendo un valor del coeficiente de determinación de 0.98 (Gráfica No. 4), lo que significa que el 98 % de la variación del peso es explicada por la ecuación de regresión logarítmica. Dicha relación queda manifestada con un incremento de la variable "y" de 3.12 por unidad de cambio de la variable "x" para la dieta control.

En la dieta tipo se nota un coeficiente de determinación aceptable de 0.98 que es igual al control, obteniendo un incremento de 2.63 por unidad de cambio de "x", observándose esto en la ecuación de regresión (Gráfica No. 4).

Los incrementos de peso con respecto a la longitud para ambas dietas indica que la relación longitud/peso depende del alimento así como del crecimiento isométrico característico de la trucha; como es el caso de la dieta control, para la cual la constante de regresión "b", es de 3.1272 cuyo valor se puede considerar igual a 3, al realizar una Prueba de Hipótesis con un nivel de significancia de 0.05; ya que como se sabe para considerar un crecimiento isométrico, "b" debe ser igual a tres, mientras un valor diferente a tres, se refiere a un crecimiento alométrico. Por lo tanto, para la dieta tipo la constante de regresión "b" es igual a 2.6266 y no se puede considerar igual a tres, bajo el mismo nivel de significancia; lo que indica una influencia del alimento que provoca la tendencia hacia un crecimiento alométrico.

Se encontró un mejor crecimiento en la dieta control con respecto a la dieta tipo en relación al tiempo, ya que una longitud aproximada de 18.5 cm. y un peso de 70 gr., donde comienza a diferenciarse el efecto de cada dieta, se consigue en menor tiempo en la dieta control, debido a que en esta talla cambian los requerimientos nutricionales del organismo al entrar en la etapa de madurez sexual, (como sucede con la grasa, ya que su requerimiento previo a la madurez gonadal se incrementa) (25), cubriéndose de una manera satisfactoria por parte de la dieta control y lográndose en menor medida en la dieta tipo. Aunque es arriesgado atribuirlo únicamente a este factor, ya que se podría pensar que el

crecimiento lento de la dieta tipo se debe al pobre aprovechamiento que se da por los cambios de remesas alimenticias que originan los diferentes niveles de desperdicio del alimento.

2) Relación Tiempo/Longitud.

Después del tiempo seis se llega a hacer patente el mejor efecto de la dieta control en la talla de los organismos, siendo este a partir de los 18.6 cm. (Gráfica No. 5) aunque en este momento los requerimientos nutricionales comienzan a mostrar variaciones por entrar a cambios metabólicos que son sufridos en los diferentes estadios de la trucha, observándose al igual que en el peso, las desviaciones que sufre la media de las tallas son influenciadas en gran medida por la disminución de la población en la dieta tipo principalmente.

El comportamiento de la relación tiempo/longitud, se define por una función exponencial, la cual se muestra en la Gráfica No. 5. El coeficiente de determinación es aceptable en ambos tratamientos, siendo el incremento por unidad de cambio de "x" de 0.063 para la dieta control y 0.05 para la dieta tipo.

En SEPESCA, 1982, se presentan tallas y pesos estimados para cada estadio de la trucha arco-iris, los que están sujetos a las condiciones del medio ambiente, disponibilidad de alimento, etc., por lo que puede alcanzarse en mayor o menor tiempo. Como se puede observar teóricamente, el crecimiento alcanzado con cada una de las dietas (Tabla No. 9), se debió haber llevado en el siguiente tiempo: aproximadamente cuatro meses para la dieta tipo, mientras que la control necesitaría un tiempo de seis meses y medio; sin embargo, estos crecimientos en ambas dietas se alcanzaron a un tiempo experimental de cuatro meses y medio, lo que vie-

ne a confirmar el mejor desempeño de la dieta control alcanzando un crecimiento en menor tiempo al estimado teóricamente y en la dieta tipo en medio mes más.

3) Relación Tiempo/Peso.

Se puede observar que dentro de esta relación existe una divergencia en el comportamiento de ambas dietas después del tiempo cinco, en el cual se hace patente una vez más el efecto de cada dieta.

En la Gráfica No. 6, se denota una mayor desviación en la media del peso de la dieta control, en relación a la dieta tipo después del tiempo siete, dada por la mayor heterogeneidad de pesos que se presenta en esta primera. Esta desviación es influenciada por el tamaño de población que en la dieta tipo se ve disminuida por su alto porcentaje de mortalidad provocando una mayor homogeneidad de pesos por el número de organismos considerados.

Los pesos finales alcanzados para cada tratamiento fueron: dieta tipo 103.23 gr. y para la control 154.64 gr. (Tabla No. 9), lo que significa un crecimiento del 33 % mayor para la dieta control.

La relación de estas dos variables, señalan coeficientes de determinación aceptables cuando se emplea una función exponencial, cuyas ecuaciones se presentan en la Gráfica No. 6. La pendiente señala que para la dieta control, el cambio de la variable "y" por unidad de la variable "X" es de 0.20 mientras que para la dieta tipo es de 0.13, esto señala la mayor ganancia de peso a través del tiempo, por parte de la dieta control con un 35 %, lo que viene a indicar que la diferencia de pesos alcanzados por ambos tratamientos al final de la experimentación con un 33 % mayor para la dieta control, es representativo de los incrementos -

obtenidos por el efecto de cada dieta.

IV. ANALISIS DE VARIANZA Y PRUEBA DE HIPOTESIS.

Con base a un análisis de varianza, considerando los valores de peso promedio de los tres lotes por tratamiento a través del tiempo, se observa que no existe diferencia significativa hasta el tiempo cinco, interpretándose las dos poblaciones como similares. En el tiempo seis, comienza a diferenciarse el efecto de las dos dietas, siquiendo este comportamiento cada vez más marcado, conforme avanza el tiempo, hasta finalizar la experimentación.

El análisis de varianza de longitud, considerando sus promedios por lote para cada tratamiento, refleja que las poblaciones comienzan a diferenciarse a partir del tiempo cinco.

La diferencia final que se observa entre las dos poblaciones por el efecto de ambas dietas en el peso y la longitud promedio, se reafirma cuando se realiza una Prueba de Hipótesis para la comparación de las medias de dos poblaciones (Tabla No. 16), considerando los valores obtenidos al final de la experimentación, siendo un valor mayor para la dieta control en los dos casos.

V. ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA.

Los parámetros físico-químicos son considerados como el indicador de la calidad del agua, donde una alteración de cualquiera de ellos, puede afectar sustancialmente a la población, con influencias metabólicas, vertiéndose en un porcentaje de mortalidad. Como se sabe, el medio acuático abarca una amplia variedad de parámetros y prácticamente todos ellos influyen sobre la homeóstasis, siendo esenciales para el --

crecimiento y reproducción de los peces. Si estos factores se alteran - más allá de los límites aceptables, pueden predisponer o incluso causar alguna enfermedad en los peces (26).

El comportamiento de los parámetros a través de la experimentación para ambos tratamientos fue el siguiente (Tabla No. 13), Temperatura, se observó un promedio de 12.3 y 12.4 °C para el estanque experimental y control respectivamente, estando dentro del rango de requerimiento de 9-17 °C. La temperatura más adecuada para la trucha arco-iris, en que sus funciones fisiológicas se realizan de forma óptima, es de 15 °C --- (temperatura ambiental estándar, SET), señalando Haskell que cada grado por debajo del SET, decrece el índice de crecimiento óptimo en un ---- 8.25 % (5). Los valores registrados de temperatura, se estima que fueron propicios para la obtención de un buen crecimiento, ya que como se mencio na en SEPESCA (Op. cit.), las aguas que en verano no rebasen los 10 °C, no resultan convenientes para el cultivo de la trucha, ya que retrasa su crecimiento. En el pH se obtuvo un valor de 7.4 - 7.6 que está dentro de lo permisible; en cuanto al nivel de Oxígeno, este se mantuvo en un valor medio de 5.8 ppm., el cual no se considera que haya afectado en el desarrollo de la investigación, dado que, con cifras inferiores a 5 ppm. es cuando la trucha tiene una gran dificultad para tomar el oxígeno del - - agua y transportarlo a través de las branquias al torrente circulatorio (5). El dióxido de carbono, se encontró con un valor elevado según los - requerimientos de la trucha, registrando un valor de 2.8 - 3.1 ppm. , - rebasando el límite de 2.0 ppm. Las aguas de manantial son especialmente ricas en CO₂, al combinarse éste con el agua, ocasiona una disminu--- ción del oxígeno disponible para la respiración, por lo que es necesaria

una mayor aereación para eliminar el exceso del dióxido de carbono, así como para proporcionar una mayor concentración de oxígeno. La alcalinidad registró un valor de 34 ppm. no siendo considerado como algún factor que afecte el desarrollo de las dietas, siendo el valor requerido de -- 20-200 ppm. Las aguas alcalinas mantienen su pH regulado entre 7 y 8, - lo cual es favorable para el desarrollo de los organismos. Cabe hacer -- mención que también se determinó la dureza, aunque sólo se registraron - cuatro mediciones por tratamiento (por circunstancias ajenas a la experi- mentación) obteniendo valores de 36-42 ppm., requiriendo de 5-200 ppm. Esto proporciona la concentración de calcio y magnesio expresada en forma de carbonatos, en este caso las concentraciones bajas de calcio no cau-- san ningún problema en el crecimiento de los peces (5).

En el período que se registró una mayor mortalidad, se realizó un seguimiento de oxígeno (Gráfica No. 3), durante 24 horas, en el es--- tanque experimental, para descartar una alteración crítica del mismo co- mo posible causa, obteniendo el siguiente comportamiento: se registraron tres bloques de valores promedio de oxígeno a través de las 24 hrs. El - primero de las 0 a las 8 hrs., con un valor promedio de 5.11 ppm.; el -- segundo, de 10 a 18 hrs. con el valor más alto de 6.20 ppm. y el terce- ro, de 20 a 22 hrs. con el valor mínimo durante la noche de 4.44 ppm., - siendo este comportamie to normal, ya que éstas fluctuaciones son debi- das a cambios cíclicos del día. Como lo señala Blanco Cachafeiro (5), la trucha arco-iris presenta un ritmo de actividad que se repite cada 24 - horas con independencia de cualquier influencia externa, es decir, sin - influir que las truchas se encuentran alimentadas o en ayuno. Esta va--- riación diaria se manifiesta con un aumento de la actividad en las prime

ras horas de la mañana (2-6 hrs.) y al final de la tarde 16-18 hrs), -- lo que como es lógico, va acompañado de un aumento de consumo de oxígeno. Se sabe que la digestión comienza aproximadamente un cuarto de hora después de la ingestión de alimentos. A partir de este momento necesita un gran aporte de oxígeno que puede alcanzar en algunos casos hasta el 76 % de las necesidades que tiene la misma trucha en ayuno.

Las curvas del comportamiento de dichos parámetros (Gráfica No. 1 y 2), señalan una conducta asintótica para la temperatura y pH para ambos tratamientos; mientras el oxígeno desarrolla un decremento conforme avanza la investigación, no rebasando el límite crítico de 5 ppm. El dióxido de carbono sigue un comportamiento inverso al del oxígeno, aumentando éste conforme avanza el tiempo de investigación, siendo estos valores finales cada vez más disparados del rango permisible. La Tabla No. 13 muestra que la alcalinidad presenta dos valores bajos en el tiempo cinco y seis, sin embargo el comportamiento general es de una constante al igual que el pH. Los valores de dureza, tienen mucha variabilidad entre sí, además de tener solamente cuatro determinaciones, por lo cual no se puede considerar representativo para evaluar la calidad del agua. Aunque si lo correlacionáramos con las concentraciones de la alcalinidad, nos daría un indicador de las concentraciones de calcio principalmente cuando se presenta en forma de carbonatos.

En lo que respecta a los flujos de agua que surten a los estanques (Tabla No. 14), se observó a través de la investigación, un valor más alto en el estanque experimental, lo que origina un mayor número de recambios por día y condiciones más apropiadas para un mejor desarrollo de los organismos. Esta diferencia con respecto a la dieta control -

es mayor de 32 %, sin embargo, por los resultados de crecimiento, este factor no influyó de manera determinante, ya que se presentaron mejores resultados en los lotes control.

Es importante señalar que el agua de manantial, tiene un valor enorme para la Piscicultura debido a sus dos propiedades principales: temperatura constante y ausencia de parásitos y flora microbiana. Sin embargo, la salud del pez puede peligrar a menos que la calidad de éstas aguas sea totalmente evaluada (27); bajo estas premisas es difícil ubicar a la calidad del agua de esta investigación como una posible causa de enfermedad o mortalidad.

Haciendo caso que a una temperatura de 12.5 °C, la saturación de oxígeno es de 10.74 ppm., la trucha necesita normalmente 9 ppm. de oxígeno disuelto. Existe un crecimiento normal con el 65-92 % de saturación. Por debajo del 60% el crecimiento es más lento y con un 30 % de saturación se observa una pérdida de peso (5). Considerando la concentración promedio de oxígeno que se obtuvo en esta investigación (Tabla No. 13), se estima que fue el 54.5 % de saturación, lo cual reditúa en un crecimiento lento; aunado al efecto del alimento para obtener un pobre desempeño de la dieta tipo.

VI. ANALISIS DEL CALCULO PARA ESTIMAR LA RACION ALIMENTICIA CON BASE EN UN PORCENTAJE DEL PESO DEL PEZ, SEGUN LAS CONSIDERACIONES DE CADA AUTOR.

Las tablas de alimentación de Deuel, et. al., (23), agrupan el número de peces por libra y por longitud en pulgadas, marcando rangos en el número de peces por libra en cada agrupación de longitud, tomando en consideración diferentes temperaturas en °F. Estas tablas -- proporcionan la cantidad de alimento diario en porcentaje del peso del

cuerpo del pez. Para una talla determinada, la cantidad se incrementa con el aumento de la temperatura del agua y para una temperatura de agua determinada, la cantidad decrece con el incremento de la longitud del pez (23).

Pyle (1968), utiliza un método de interpolación de las tablas de Deuel por medio de una ecuación, para determinar la proporción de alimento con precisión, esto es, para longitudes intermedias de peces (23).

Haskell (1959), describe un método para estimar niveles de alimentación para trucha basado en el factor de conversión alimenticio y el incremento diario en la longitud del pez, considerando una temperatura constante (23).

Bardach (1982), considera el número de organismos por kg. y la longitud aproximada en cm., además de temperatura del agua en °C (4).

Analizando los porcentajes que recomienda cada autor, podemos mencionar que, tomando como patrón el método de Deuel y Pyle, el cual considera únicamente el alimento ingerido (Tabla No. 15), es éste mismo método que considera el alimento suministrado, el que más se aproxima al patrón, lo que viene a indicar que es el más adecuado para las condiciones del Zarco, donde el cálculo es lo más cercano a la cantidad real de alimento que es ingerido por los organismos. El siguiente método que sería funcional para las condiciones de experimentación es el de Haskell y por último, el método de Bardach.

Cabe hacer mención que el método de Bardach considera porcentajes bajos que se encuentran entre un rango de 1.1 - 2.0 %; el método de Haskell se hay a en un rango de 1.5 - 3.5 %; y el de Deuel-Pyle (sumi--

nistrado) en un rango de 2.0 - 3.6 %; mientras que el de Deuel-Pyle (ingerido) 2.0 - 3.3 %. Todo esto viene a enmarcar la estabilidad o variabilidad que se puede hallar en cada método. En especial la inestabilidad que presentan los porcentajes del peso del cuerpo del pez, calculados - por el método de Haskell que, es debida a la variación que sufre en el incremento de la longitud diaria, la cual no es uniforme a través del -- crecimiento, mientras la diferencia que observan estos porcentajes de - una dieta a otra, es ocasionada en gran medida por el factor de conversión alimenticio, cosa que no sucede en los otros métodos. Toda esta información es de suma importancia, ya que considera al método que proporciona la mínima cantidad de alimento desperdiciado, lo que contribuye a un mejor capital de operación en cuanto a costos de alimentación, aunado a las ventajas ambientales que proporciona el no tener alimento desperdiciado y por consiguiente su degradación en el cuerpo de agua. Es - notorio que si usáramos el método de Bardach, esto propiciaría un bajo - crecimiento de la biomasa por la competencia que se originaría por el -- pienso.

VII. ANALISIS ECONOMICO.

En la elaboración de una dieta, es primordial tomar en consideración la materia prima disponible y ,as fluctuaciones de costo que sufren constantemente en el mercado, para que de esta manera se consiga - una dieta redituable, sin llegar al punto de tener que sacrificar la - calidad por el costo, ya que se vería afectado el rendimiento en la -- producción. El éxito de un cultivo de peces se mide por sus ganancias. - Estas dependen por un lado, de la producción y del precio comercial de -

Los peces y, por otro, del costo de la producción (15).

El costo en la producción alimenticia podría ser medido no sólo en términos del precio, sino también en costos para producir un kg. de trucha (23).

En la Tabla No. 18 se pueden apreciar los costos por kilogramo de cada ingrediente utilizado en la preparación de la dieta tipo, cotizados para el mes de abril de 1987.

Como se puede observar, en la Tabla No. 19, el costo por kg. de la dieta tipo, es un 19 % más económico que la comercial, aunque esto no es un factor decisivo para poder seleccionar una determinada dieta, pues también se debe considerar la calidad para obtener un aceptable rendimiento.

Es por tanto esencial, realizar un esfuerzo para producir piosos artificiales aceptables que proporcionen un adecuado crecimiento, -- condicionado a un contexto económico racional (25).

1) Factor de Conversión Económico del Alimento (F.C.A_E).

El F.C.A_E, es un indicador biotécnico que nos permite determinar los rendimientos poblacionales obtenidos en función del costo del -- alimento de los animales; puede decirse que es el costo del alimento por unidad de incremento (19).

Mediante el cálculo del F.C.A_E se puede apreciar que, pese a -- que el costo de la dieta tipo por kg. es menor, se obtiene un menor rendimiento con respecto a la dieta control, ya que es mayor el costo para producir un incremento de 1 gr. en el peso de los organismos, lo cual -- se aprecia comparando los valores del F.C.A_E para ambas dietas (Tabla -- No. 19).

2) Costo por Individuo.

En este rubro se incluye el gasto que se requiere para llevar a un organismo de una talla determinada a otra con un alimento en particular.

Como se aprecia en la Tabla No. 19, el costo por individuo para la dieta tipo es menor que para la dieta control, sin embargo, el incremento en peso que se logra para ésta última, es mayor. Es por esto que la información que nos proporciona el F.C.A_E es suficiente y necesaria para poder evaluar el alimento en lo que a costos para producción se refiere.

La evaluación económica de los alimentos es válido en sistemas de producción para beneficio social, ya que la optimización del manejo de alimentos permitiría el uso del dinero (o esfuerzo) no desperdiciado, para poder diversificar el cultivo o para cualquier otro apoyo a las comunidades (19).

CONCLUSIONES

En general, se puede asegurar que el diseño y la elaboración de la dieta tipo demostraron calidad disminuida por la presencia del sebo de res.

Debido a que las grasas naturales de la trucha son insaturadas (líquidas a temperaturas mayores de 25 °C, se deben incorporar aceites vegetales y/o de pescado como la principal fuente de energía.

La formulación de la dieta tipo cubrió satisfactoriamente los requerimientos nutricionales de la trucha arco-iris, sin embargo, estos nutrientes se fueron asimilados en su totalidad, provocando un bajo rendimiento, reflejado en un menor crecimiento, mayor mortalidad y detección de enfermedad, en contraposición con la dieta comercial.

Los parámetros nutricionales (F. C. A., T.C.A., T.E.P., T. M y C.E), confirmaron que la dieta comercial resultó ser más adecuada para las condiciones de experimentación.

El método de Deuel-Pyle, resultó ser el más propicio para calcular la ración alimenticia de la trucha, a las condiciones existentes en el Centro Piscícola "El Zarco".

En lo que se refiere al aspecto económico de las dietas, es concluyente que pese a que la dieta tipo fue más económica, el rendimiento que demostró no justifica su empleo en preferencia a la dieta comercial, ya que no se debe sacrificar calidad por costos, pues esto repercute en la rentabilidad de la producción.

RECOMENDACIONES

- En evaluaciones de tipo nutricional, en juveniles de trucha, es necesario un tiempo de investigación mayor de tres meses para obtener resultados concluyentes, en virtud de que en este tiempo los organismos están mejor adaptados fisiológicamente y a condiciones de experimentación.

- Con la inclusión de 3-5 % de aceite de pescado ó 10 % de -- aceite de soya, se logrará cubrir el 1 % del requerimiento de ácidos -- grasos del grupo W_3 , en el alimento, dado que estas grasas son de punto de fusión bajo y fácilmente asimilable por la trucha.

- En el diseño del alimento, es importante considerar el coeficiente de digestibilidad de los ingredientes, permitiendo proporcionar el nivel adecuado para ser asimilados, y de esta manera cubrir los requerimientos nutricionales. Para ello se recomienda el empleo de la - Tabla de Cho C. Y (Op. cit.), donde se detallan coeficientes de digestibilidad, así como el valor de energía disponible de algunos ingredientes para dietas de trucha arco-iris. Aún es necesario investigar más acerca de la digestibilidad de ingredientes y/o alimentos, ya que existe poca - información al respecto, es por ello recomendable incursionar en dicho - campo.

- La soya con una suplementación adecuada de energía y minerales en la dieta, será capaz de reemplazar a la mayoría de la harina de -

pescado en la alimentación de peces. Sin embargo, para esto es importante considerar el proceso de elaboración más adecuado para obtener un mayor rendimiento.

- Para prácticas alimenticias en donde se utilizan aguas provenientes de manantial, se puede excluir parcial o totalmente el suministro de calcio y fósforo por medio de premezclas, ya que se encuentran en cantidades suficientes en dicho cuerpo de agua, siendo absorbidas por la trucha y de esta manera ayudar en el costo de la dieta.

- Para optimizar el manejo de organismos en las determinaciones morfométricas, es recomendable el empleo de una bolsa de polietileno transparente para inmovilizar al pez y de esta manera reducir el estrés así como el mal trato.

- Para tomar una decisión acerca del alimento ideal, debe considerarse la presencia de varios factores: teórico, económico, productivo, y de ubicación, en cuanto a su utilización y resultados.

P E R S P E C T I V A S

Existen muchas áreas abiertas a la investigación cuyos resultados indudablemente contribuirán a mejorar las técnicas de alimentación, a utilizar nuevos productos como fuente de alimentación, a mejorar la eficiencia en la conversión alimenticia, a reducir las enfermedades de tipo nutricional y en general, a mejorar la rentabilidad de un cultivo considerando que la alimentación constituye uno de los insumos más costosos y escasos de la Acuicultura. (3)

Es concebible que en un futuro no muy lejano, la trucha arcoiris será tan universalmente utilizada en la Piscicultura como la carpa o la tilapia. Ciertamente la época de la trucha como alimento de lujo casi ha terminado y su época como fuente principal de proteína se está acercando. (29).

Si bien es conveniente el estudio de especies comerciales, también lo es el estudio de la biología de las especies nativas, con la finalidad de lograr su cultivo controlado, para de esta manera obtener producciones que puedan satisfacer su distribución a diversas comunidades, extendiendo con esto, el conocimiento acerca de su cultivo.

L I T E R A T U R A C I T A D A .

- 1) Acuavisión. 1985. El Zarco. Revista Mexicana de Acuicultura, Año I, No. 1. Publicaciones del Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. México. pp. 36.
- 2) Acuavisión. 1987. Requerimientos Nutricionales de la Trucha. Revista Mexicana de Acuicultura, Año II, No. 6. Publicaciones -- del Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesque ro. México.
- 3) Aguilera, H.P. 1985. La trucha y su cultivo. Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. México.
- 4) Bardach, J.E. 1982. Acuicultura crianza y cultivo de organismos mari nos y de agua dulce. AGT Editor, S.A. México. pp. 741.
- 5) Blanco, C.M. 1984. La trucha cría industrial. Ediciones Mundi-Prensa Madrid, España. pp. 283.
- 6) Brecho, F.A. 1978. Truticultura. Biología de Campo. Facultad de Cien cias - U.N.A.M. México. pp. 41.
- 7) Cervantes, A. 1985. Manual de Técnicas Básicas para el Análisis de - Ambientes Acuáticos. División de Ciencias Químico Bioló gicas. Dpto. de Biología. E.N.E.P. Zaragoza - U.N.A.M. México. pp. 106.

- 8) Cho, C.Y., et al. 1981. Effect of extrusion processing and steam pe-
lleting diets on pellet durability pellet water absorp-
tion and the physiological response of rainbow trout (Sal-
mo gairdneri, R.). Departament of Nutrition, University
of Guelph, Ontario, Canadá.
- 9) Cho, C.Y., et al. 1985. Fish Nutrition in Asia. I.D.R.C. Ottawa, Cana-
dá.
- 10) F.A.O. 1969. Fish Culture Bulletin. Vo. I, No. 3. Food and Agricul-
ture Organization of the United Nations.
- 11) Flores, M.J. 1980. Bromatología Animal. Editorial Trillas. México.
pp. 588.
- 12) Gaviño, G. 1982. Técnicas Biológicas Selectas de Laboratorio y de
Campo. Editorial Limusa. México. pp. 225.
- 13) Halver, J.E. 1972. Fish Nutrition. Academic Press. N.Y. U.S.A. --
pp. 713.
- 14) Hart, F.L. 1971. Análisis Moderno de los Alimentos. Editorial Acri-
bia. España. pp. 620.
- 15) Kepher, B. y P.Y. 1985. Cultivo de peces comerciales. Editorial Li-
musa. México. pp.293.
- 16) Kuri, N.E. 1982. Bases Experimentales en la Evaluación de Alimentos
IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura, Asoc. Lat. de
Acuic.

- 17) Leitritz, E. El cultivo de la trucha y del salmón, la Nutrición. -- Versión en español por Paz, N.L. 1963. Departamento de Investigaciones Industriales y Económicas, Laboratorio - de Tecnología Química Pesquera. S.I.C. Serie Trabajos de Divulgación No. 73. Vo. VIII. México. pp. 37.
- 18) Lovell, R.T. 1982. Uso de los productos de Soya en Dietas para especies de Acuicultura. Asociación Americana de Soya. Méx.
- 19) Medina, G.M. 1982. El Factor de Conversión Económico del Alimento - en la Evaluación de Alimentos. IV Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Asoc. Lat. de Acuic. pp. 14.
- 20) National Research Council. 1973. Nutrient Requirements of Trout, Salmon and Catfish. Subcommittee on fish Nutrition, Committee on Animal Nutrition Agricultural Board, Washington, D.C.
- 21) National Research Council. 1974. Nutrient Requirements of Coldwater fishes. Subcommittee on fish Nutrition Agricultural Board Washington, D.C.
- 22) Pérez, S.L. 1982. Piscicultura: ecología, explotación e higiene. -- Editorial El Manual Moderno. México. pp. 384.
- 23) Phillips, A.M. 1970. Trout Feeds and Feeding. Division of Fishery - Research, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife. N.Y., U.S.A. pp. 56.
- 24) Prieto, H.J. Elementos de Nutrición Acuícola, in Criterios y Modos de Operación en Acuicultura. Delera, A.R. 1986. ---- U.A.M. Xochimilco. México, pc. 107-119.

- 25) Randall, D.J. 1969. Fish Physiology. Vol. I, Academic Press. N.Y., U.S.A.
- 26) Roberts, J.R. Patología de los peces. Versión en español por Blanco C.M. 1981. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 366
- 27) Rodríguez, G.M. 1975. Efecto de algunos alimentos sobre el crecimiento de crías y juveniles de trucha arco-iris (Salmo gairdneri, R.). Fideicomiso para el Desarrollo de la Fauna --- Acuática. México. pp. 92.
- 28) SEPESCA. 1981. Serie de Cuadernos de Trabajo. Cuadernillo No. 9 y - 10. Dir. Gral. de Acuicultura. México. pp. 58.
- 29) SEPESCA. 1982. Manual Técnico para el cultivo de la trucha arco-iris Dir. Gral. de Acuicultura. México. pp. 187.
- 30) SEPESCA. 1984. Guía práctica para el cultivo de la Trucha arco-iris (Salmo gairdneri). Dir. Gral. de Publ. de la Srña. de Pesca. México. pp. 31.
- 31) Tejada, H.I. 1985. Manual de Laboratorio para Análisis de ingredientes utilizados en la Alimentación animal. Patronato de -- Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en -- México, A.C.
- 32) Vázquez, H.M. y Aviles. O.S. 1986. Guía práctica de Nutrición y elaboración de dietas balanceadas para trucha arco-iris. SEPESCA, México. pp. 46.
- 33) Viedma, C.J. 1972. Exposición intuitiva y problemas resueltos de Métodos Estadísticos, Fundamentos, Aplicaciones. Madrid, España. pp. 320.

- 34) Zendejas, H.J. 1987. Recomendaciones para alimentación de peces. Secretaría de Pesca. México.
- 35) Zendejas, H.J. 1986. Modelo Biotecnológico para evaluar la calidad de los alimentos comerciales para Trucha arco-iris (Salmo gairdneri, R.) Dir. Gral. de Acuicultura de la Sra. de Pesca. México.