

LIBRO DE ACTAS
REUNION DEL 20 DE 1988



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“EMPLEO DE HARINA DE PUPA DE MOSCA
(Cochliomyia hominivorax), COMO
FUENTE DE PROTEINA EN LA FASE
DE CRIA DE LA TRUCHA ARCOIRIS
(Salmo gairdneri)”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA

ARMANDO ALVARO ZUÑIGA MORENO

**ASESORES: M. V. Z. MC. ALFREDO KURT SPROSS S.
M. V. Z. MC. LUIS AGUILAR VALDEZ**





Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

CONTENIDO

| | <u>PAGINA</u> |
|--------------------------------|---------------|
| RESUMEN | 1 |
| INTRODUCCION | 3 |
| OBJETIVO E HIPOTESIS | 4 |
| ANTECEDENTES | 5 |
| MATERIAL Y METODO | 60 |
| RESULTADOS | 64 |
| DISCUSION | 68 |
| CONCLUSIONES | 72 |
| LITERATURA CITADA | 81 |

RESUMEN

ZUÑIGA MORENO, ARMANDO A. Empleo de harina de pupa de mosca (Cochliomyia hominivorax), como fuente de protefina en la fase de cría de la trucha arcoiris (Salmo gairdneri). Bajo la dirección de : M.V.Z. Alfredo Kurt Spross Suárez y M.V.Z. Luis Aguilar Valdez.

En este ensayo se utilizaron 500 crías de trucha arcoiris (Salmo gairdneri), asignadas en 5 tratamientos de 100 crías cada uno: grupo testigo o T1 (0 % de sustitución), T2 (25 % de sustitución), T3 (50 % de sustitución), T4 (75 % de sustitución) y T5 (100 % de sustitución). La ganancia diaria de peso no favoreció a los grupos tratados con harina de pupa de mosca ($P > 0.05$), el mayor incremento correspondió a los tratamientos 2, 3 y 4, los cuales obtuvieron ganancias diarias de peso iguales (0.0139 g/animal/día) seguido del tratamiento 5 (0.0130 g/animal/día); en el tratamiento 1 ó testigo fue de 0.0092 g/animal/día. Esto representa un incremento de 51.08 % y 41.30 % respecto al testigo; se pudo apreciar un efecto de incremento en la utilización de vitaminas en los grupos tratados con harina de pupa de mosca, ya que el grupo control manifesto deficiencias vitamínicas. Con la suplementación de harina de pupa de mosca en la dieta, el consumo de alimento se vió ligeramente incrementado, pero no fue significativo ($P > 0.05$). Respecto a la eficiencia alimenticia, resultó superior en todos los tratamientos con harina de pupa de mosca, pero no fue significativo ($P > 0.05$). Hubo mejora en al conversión alimenticia de los lotes tratados con harina de pupa de mosca sin ser significativa en -

forma separada ni en conjunto. El aumento de talla fue mayor en los lotes 2, 3, 4 y 5 sin ser significativo. Se concluye que la harina de pupa de mosca puede sustituir a la harina de pescado. Y el 25 % de sustitución incrementa la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia, aunque no significativamente; al ser sustituida la harina de pescado por harina de pupa de mosca en un 75 %, se mejora el consumo de alimento y el aumento de talla. La eficiencia alimenticia se comporta como una medida de mayor precisión para evaluar la relación consumo-ganancia.

I.- INTRODUCCION

Dentro de una explotación piscícola uno de los factores más importantes es la alimentación, en la cual debemos de tener en cuenta tres factores importantes que son: calidad del alimento, costo del alimento y disponibilidad del alimento.

La disponibilidad del alimento está estrechamente relacionada con el costo de éste y así el costo está relacionado con la calidad del alimento.

En los últimos años, el productor pecuario se ha enfrentado al problema de la disponibilidad del alimento, un alimento que cubra las necesidades alimenticias de sus animales; esto, los ha llevado a buscar nuevas opciones de alimentación. Opciones que resulten más económicas, de buena calidad y que no afecten el desarrollo normal de los animales explotados. Estas opciones deben de llenar las necesidades de mantenimiento y producción para que sean lo más rentable posible. Una de esas opciones puede ser la utilización de la harina de pupa de mosca (Cochliomyia hominivorax), para satisfacer las necesidades de proteína.

II.- OBJETIVO E HIPOTESIS

OBJETIVO:

Obtener parámetros productivos como ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión y eficiencia alimenticia, relación peso-talla y -sustitución de proteína cruda por pupa de mosca.

HIPOTESIS 0:

Si el aumento peso-talla se debe a una dieta balanceada, utilizando proteína de pupa de mosca, entonces al comparar esta dieta con una dieta isoprotéica, no habrá diferencias entre ellas.

HIPOTESIS I:

Habrán variaciones significativas en las pruebas de las dietas y por lo tanto en el peso - talla de la trucha arcoiris.

III.- ANTECEDENTES

3.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA TRUCHA ARCOIRIS.

Es la trucha característica de la truticultura, la que mejores resultados ha dado, tanto en rápido crecimiento como en su adaptación al alimento artificial y a su tolerancia al agua más caliente (2). De origen -- Norteamericano, se introdujo a Europa en 1880, donde se adaptó magníficamente (8,13,20).

Habiéndola importado de los Estados Unidos, donde se consiguió la selección en la década de los cuarentas, se halla actualmente bastante extendida en las aguas frías de México, poblando libremente algunas corrientes fluviales de montañas y es trabajada en cautiverio por algunos granjeros del centro del país. La produce y distribuye el primero que se instaló de los centros reproductores piscícolas oficiales, "El Zarco", establecido sobre la carretera México-Toluca (15,20).

Las razones por las que se ha preferido son las siguientes:

1.- Se adapta más fácilmente que la trucha de río. Es más fácil de adaptarse al alimento artificial y domesticarse, resiste mejor las altas temperaturas y cantidades reducidas de oxígeno.

2.- Son más resistentes a ciertas enfermedades, notablemente a furunculosis.

3.- Se desarrollan rápidamente: su incubación es corta y su crecimiento rápido (15).

Su cuerpo es pisciforme típico, algo aplanado de los lados, recubier_ to de escamas cicloides, grandes y caducas, posee manchitas y una banda - lateral rosada iridiscente, que se hace más vistosa en la época de la re- producción. En estado libre puede alcanzar hasta 70 cm. y un peso de 4 a 5 Kg (15,20).

Su época de celo es muy largo y se extiende de Noviembre a Abril, -- según la variedad, desova 1,500 a 2,500 huevecillos por kilogramo de peso vivo, de 3 a 6 mm. de diámetro. La duración de la incubación es de 300 a 320 grados día: (1,20,29).

$$\frac{320 \text{ grados por día}}{10^{\circ} \text{ C}} = 32 \text{ días de incubación (20)}$$

3.2 ANATOMIA Y FISILOGIA DEL APARATO DIGESTIVO'

Este sistema es un tubo relativamente sencillo en los salmónidos. Se inicia en la boca, que posee características concebidas para la captura y no para la masticación. Una vez ingerido, el alimento desciende rápidamente por las fauces o esófago hasta el estómago, un órgano en forma de U -- que puede dilatarse fuertemente para contener alimentos grandes. En el estómago el alimento se desmenuza realmente, es decir, se descompone mediante la acción del ácido y de las enzimas digestivas, así como también por las contracciones trituradoras de los músculos de la pared del estómago. En el extremo posterior del estómago en su unión con el intestino delgado hay un grupo de sacos ciegos, los ciegos pilóricos. Se hayan generalmente en número de 30 a 80 y se sitúan llamativamente a través del estómago --- cuando se abre el pez. Se hayan recubiertos de una cantidad notable de tejido adiposo blanco, salvo que el pez haya estado en ayuno. Desde el estómago, el alimento pasa a través de una válvula del piloro, al intestino, en donde el alimento desintegrado sufre la acción de otras enzimas. Estas enzimas desdoblan los alimentos en sus azúcares, grasas y aminoácidos (originados de las proteínas) que los constituyen, atravesando después la pared intestinal, llegan a la corriente sanguínea, que los transporta hasta el hígado. Los alimentos restantes, fibras, cáscaras de caracoles, etc. van hasta el intestino grueso y se evacúan como heces.

Asociados con el tracto digestivo hay dos glándulas muy importantes, una de ellas, el hígado, es un órgano grande situado inmediatamente delante del estómago. Tiene un color pardo rojizo, es blando y se rompe fácil-

mente. El hígado es la fábrica principal del organismo, en el que las moléculas de alimentos llegadas por la sangre desde el intestino se transforman en proteínas, grasas y carbohidratos del organismo del pez. Sujeta a la parte superior del hígado hay un pequeño saco verdoso, la vesícula biliar. Cuando se abre, deja escapar generalmente un líquido verdoso llamado bilis, que en condiciones normales se vierte en el intestino mediante el conducto biliar y facilita el desdoblamiento de los alimentos.

Como consecuencia de su importancia en el metabolismo alimenticio, las alteraciones del hígado son muy importantes. Las anomalías del hígado más comunes son: la infiltración excesiva por grasa alimenticia inconveniente y el parasitismo, los parásitos se hallan también frecuentemente en la vesícula biliar.

La otra glándula digestiva importante es el páncreas. Es una estructura muy difusa, que no puede verse a simple vista por que se distribuye en trocitos y fragmentos por toda la grasa que rodea a los ciegos pilóricos. El páncreas tiene dos funciones, la producción de las enzimas pancreáticas, que en condiciones normales pasan a través del conducto pancreático hasta el intestino y la producción de insulina, que controla el metabolismo del azúcar e impide que el pez llegue a ser diabético. El páncreas es muy importante en las enfermedades víricas, ya que es un lugar favorito de multiplicación de dos de los virus más importantes en los salmonidos (17,26,29).

3.3 CLASIFICACION DE LAS NECESIDADES

Schaeperclaus clasifica las necesidades nutritivas de los peces, considerando los puntos de vista fisiológicos y piscícolas, como expone a -- continuación: (15).

| | PUNTO DE VISTA FISIOLÓGICO | PUNTO DE VISTA PISCICOLA |
|--------------------------------|--|--------------------------|
| NECESIDADES NUTRITIVAS TOTALES | MANTENIMIENTO DEL CUERPO | CONSERVACION DEL CUERPO |
| | C O N S T R U C C I O N | |
| | SUSTITUCION DE PARTES USADAS | |
| | AUMENTO DEL CUERPO, CONSTRUCCION DE RESERVAS. | CRECIMIENTO |

Las principales reglas determinantes del crecimiento de los peces -
son:

1a.- Las necesidades de mantenimiento dependen de la actividad del -
pez y del tamaño relativo de su cuerpo.

2a.- Para una especie determinada y suficientemente alimentada, la -
velocidad de crecimiento es relativamente mayor cuando más pequeño es el
pez.

3a.- En condiciones medias, la relación entre las necesidades de cre-
cimiento y las de mantenimiento está comprendida entre $1/1.5$ y $1/3.2$.

4a.- Las necesidades totales de energía y en consecuencia, la canti-
dad necesaria de oxígeno disuelto depende de la especie.

5a.- El crecimiento "normal" de un pez es muy variable de una espe--
cie a otra.

6a.- La actividad vital de los peces, especialmente su crecimiento,
depende de la temperatura (15,16).

Su resistencia al hambre está facilitada por la facultad de asimilar
directamente las sustancias de naturaleza orgánica que hay en solución en
el agua. (15,18).

Existen circunstancias que influyen notablemente en el apetito de -- los peces, todo ello se rige por las siguientes generalidades:

A.- Cuanto más pequeños sean los juveniles, mayor será la proporción de alimento que en relación a su peso necesita .

B.- Cuando la temperatura del agua es aproximadamente de 15° C el -- consumo de alimento de los peces, dentro de un mismo tamaño y en propor-- ción a su peso, es mayor que cuando la temperatura es más baja o más ele-- vada.

C.- De los 15° C de temperatura para abajo, mientras más fría es el agua, menos nutrientes consumen.

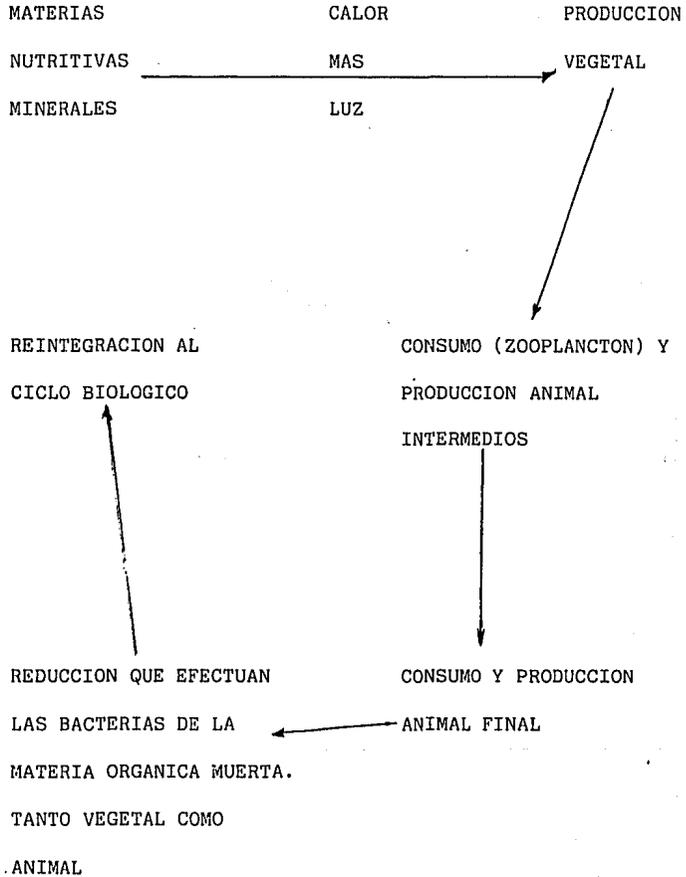
D.- Por encima de los 18° C, las exigencias alimenticias disminuyen también progresivamente.

E.- Cuando se advierta que la población piscícola no acuda al servir les la alimentación y los alimentos queden flotando sin manifiesto inte-- rés de los peces en su presencia, es indicio de que hay una sobrealimenta-- ción y debe reducirse la dosis (16,27).

3.4 ALIMENTACION

3.4.1 ALIMENTACION NATURAL DE LOS PECES EN PISCICULTURA

A.- CICLO BIOLOGICO GENERAL DE LAS AGUAS DULCES (15).



B.- ALIMENTACION NATURAL DE LOS PRINCIPALES PECES QUE SE CULTIVA EN ESTANQUES.

El alimento consumido por los peces varía considerablemente según la especie y según la edad, las diferencias entre las especies se acentúan con la edad. Con respecto a la edad, se distinguen tres fases en la alimentación de los peces.

1a. FASE.- Reabsorción del saco vitelino: el pez no ingiere alimento alguno. El saco vitelino se reabsorbe tanto más lentamente cuanto mayor es, y tanto más rápidamente cuanto más alta es la temperatura. Los alevines que nacen al final del invierno (salmónidos) tienen un saco vitelino mayor que los que nacen al final de la primavera (ciprínidos).

2a. FASE.- Estado de alevín: dura alrededor de 6 meses. Poco antes de que termine la reabsorción del saco vitelino, los alevines empiezan a comer. Todas las especies comen poco más o menos los mismos alimentos: Cladóceros, y algas de las capas biológicas. Poco a poco, a medida que la edad de los peces es mayor, las exigencias nutritivas se diferencian y se asemejan a las de los adultos.

3a. FASE.- Estado adulto: se distinguen los peces que se alimentan de vegetales, los que lo hacen de pequeñas presas animales y los voraces. En general esta distinción no es absoluta, y la mayoría de los peces recurren a más de una clase de alimento. (15).

3.4.2 ALIMENTACION ARTIFICIAL

ALIMENTACION ARTIFICIAL DE SALMONIDOS

Al cabo de muchos años, la alimentación artificial con ayuda de alimentos secos concentrados tiende cada vez más a reemplazar el alimento -- fresco.

Los alimentos secos concentrados presentan la ventaja de ser más fáciles de almacenar y distribuir que los frescos. Se consiguen importantes economías. En las instalaciones para empezar, se puede prescindir de instalaciones frigoríficas y las de manutención. La economía en la preparación del alimento reduce la mano de obra. La distribución de alimentos -- concentrados permite dar a los peces un alimento completo de buena calidad, mejor que los alimentos frescos ordinarios, de los que muchos son -- más o menos incompletos.

El reparto de alimento se realiza mejor con los alimentos secos que con los frescos. En efecto, las partículas de las pastas frescas son desiguales y los peces más fuertes tienen tendencia a sobrealimentarse a costa de los más débiles. Se comprueba que se obtienen lotes más regulares -- empleando los alimentos secos.

Los alimentos concentrados ofrecen además la ventaja de evitar la -- introducción de ciertas enfermedades como sucede con la alimentación con pescado fresco. También se disminuyen los riesgos de ensuciamiento del agua a causa de una mejor digestibilidad de los alimentos (15).

HISTORIA DE LA NUTRICION ARTIFICIAL

Por muchos años se supuso que el hígado de res era una dieta completa para la trucha y fue lo más usado en los criaderos de trucha, en una mayor cantidad que cualquier otro alimento. Considerables cantidades de hígado no aceptado (eliminado debido a infestación con Fasciola hepática) que mantuvieron su precio dentro de un límite razonable estuvo disponible para los criaderos.

Conforme se produjeron truchas de mayor tamaño, se hizo evidente que el hígado de res, sí bien era uno de los mejores alimentos disponibles para la trucha no era completo y se convirtió en práctica común suplementar una dieta de hígado con otros productos de las empacadoras, tales como -- pulmones, corazón y bazos. Los primeros piscicultores en U. S. A. colgaban cabezas de res recién muertas sobre los estanques. Este es probablemente uno de los primeros intentos para proporcionar un alimento natural a los peces de criadero. Productos tales como pescados enteros molidos, -- tanto marinos como de agua dulce, desperdicios de enlatadoras de pescados y numerosos cereales, también se usaron para suplementar las dietas de -- los criaderos. Estos se utilizan aún en una escala intensa (17).

IMPORTANCIA DE LA ALIMENTACION ARTIFICIAL

La alimentación artificial es uno de los principales medios que existen en la piscicultura para aumentar la producción. Su importancia varía según la intensidad con que se practique la piscicultura, que puede ser -- extensiva, semiintensiva o intensiva.

En salmónidos la alimentación artificial puede ser la base exclusiva de la alimentación del pez en cultivo, que así, bajo este punto de vista, se independiza del medio en que se practique el cultivo.

La alimentación artificial de los peces permite una densidad de población inicial mayor.

La práctica más o menos intensiva de la alimentación artificial es - ante todo, cuestión de rentabilidad. Esta viene determinada por el precio de los alimentos y por su cociente nutritivo (15).

EFFECTO DE LA NUTRICION EN LA TRUCHA ARCOIRIS

La acuicultura intensiva requiere el total conocimiento de la composición óptima de la dieta para la alimentación de los peces, por lo tanto, las investigaciones que conciernen a las necesidades nutricionales del -- pez están progresando. Se ha encontrado una digestibilidad real y aparente de la proteína superior al 97 %, la cual decreció significativamente - con el incremento de carbohidratos, y el decremento de la proteína en la dieta (28). En otra investigación, se encontró una interacción entre la -- dieta con que se alimentó y la familia a la que fue dado el alimento, esta interacción indica que el prospecto para una cría de peces seleccionados de trucha arcoiris específicamente más aptas para utilizar la proteína es promisorio (3).

En cuanto a la energía, se ha encontrado que bajo ciertas condiciones experimentales, la trucha puede tolerar arriba del 30 % de glucosa en la dieta y puede usar éstas, para sus necesidades energéticas (5). Con relación a la energía, no existió interacción entre la dieta y la familia con respecto al crecimiento, incidiendo que los prospectos para la cría selectiva de una cepa de truchas arcoiris específica para una mayor utilización de carbohidratos no son promisorias (24). Una investigación con dieta experimental demostró una retención de la energía bruta de 31 % a 46 % (22). También se encontró al almidón como una valiosa fuente de energía cuando su digestibilidad es aumentada por la gelatinización (11). Y la digestibilidad de los lípidos totales y los ácidos grasos decrecieron con el incremento del punto de fusión (4).

Recientes investigaciones han sugerido que el balance electrolítico en la dieta puede influir en el crecimiento del pez y en la utilización de los aminoácidos (Poston y Rumsey, 1983; Chiu et al., 1984) pero, en otra investigación se encontró que el grado de crecimiento y la conversión alimenticia, no fueron afectadas por los cambios en el balance electrolítico de la dieta (34).

Se han hecho investigaciones para encontrar en los subproductos agrícolas o industriales, sustituidos de los nutrimentos en la dieta, tales como: la utilización de Geotrichum candidum como sustituto de la proteína, el cual retrazó el crecimiento de los peces después de 3 semanas de llevado el experimento, cuando se reemplazó completamente la harina de pescado por el Geotrichum candidum (7). La utilización de 3 gusanos lum--

bricoides, de los cuales la Allolobophora longa y Lumbricus terrestris -- dieron un crecimiento igual o mejor que el alimento comercial y a la -- Eisenia foetida se le encontró ser inapetible (30). La tierra blanqueadora con contenido de grasa, que es un producto de desecho del blanqueado del aceite comestible en la industria de la grasa dio un buen crecimiento a la trucha en las dietas experimentales, pero mostraron una significativa frecuencia mayor de decoloración del hígado, lo que indica que tal vez esta grasa sea de baja calidad (2).

3.4.3 EFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL ALIMENTO Y CONSUMO VOLUNTARIO EN LA TRUCHA ARCOIRIS.

Truchas criadas con pelets elaborados por expulsión, tenían un vaciado gástrico prolongado comparado con pelets a vapor, también el grado del peso corporal del hígado y porcentaje de glicógeno hepático, fueron significativamente altos en truchas criadas con pelets por expulsión comparados con aquellas criadas con pelets a vapor (14).

De acuerdo con una hipótesis sobre el control del consumo voluntario, de alimento, sólo dos parámetros son necesarios para designar un régimen alimenticio, el cual, resulte en un máximo crecimiento del pez en un sistema acuícola, los parámetros necesarios son: máximo consumo voluntario del alimento en harina y el grado de evacuación del estómago (31). Uno de los factores que modifican el grado de evacuación del estómago es la temperatura, ya que hay una aceleración del grado de tránsito al aumentar la temperatura y hay una aclimatación a la nueva temperatura en aproximadamente

bricoides, de los cuales la Allolobophora longa y Lumbricus terrestris -- dieron un crecimiento igual o mejor que el alimento comercial y a la -- Eisenia foetida se le encontró ser inapetible (30). La tierra blanqueadora con contenido de grasa, que es un producto de desecho del blanqueado del aceite comestible en la industria de la grasa dio un buen crecimiento a la trucha en las dietas experimentales, pero mostraron una significativa frecuencia mayor de decoloración del hígado, lo que indica que tal vez esta grasa sea de baja calidad (2).

3.4.3 EFECTO DEL PROCESAMIENTO DEL ALIMENTO Y CONSUMO VOLUNTARIO EN LA TRUCHA ARCOIRIS.

Truchas criadas con pelets elaborados por expulsión, tenían un vaciado gástrico prolongado comparado con pelets a vapor, también el grado del peso corporal del hígado y porcentaje de glicógeno hepático, fueron significativamente altos en truchas criadas con pelets por expulsión comparados con aquellas criadas con pelets a vapor (14).

De acuerdo con una hipótesis sobre el control del consumo voluntario, de alimento, sólo dos parámetros son necesarios para designar un régimen alimenticio, el cual, resulte en un máximo crecimiento del pez en un sistema acuícola, los parámetros necesarios son: máximo consumo voluntario del alimento en harina y el grado de evacuación del estómago (31). Uno de los factores que modifican el grado de evacuación del estómago es la temperatura, ya que hay una aceleración del grado de tránsito al aumentar la temperatura y hay una aclimatación a la nueva temperatura en aproxi

madamente en uan semana (9).

3.4.4 ALIMENTOS MAS COMUNES

Las principales materias primas disponibles en México son:

- 1.- CEREALES: sorgo, maíz, trigo, arroz, cebada y avena.
- 2.- MATERIALES HIDROCARBONADOS: yuca, camote, papa, melaza, azúcar de caña, frutas tropicales como el plátano, piña, etc., y sus -- subproductos.
- 3.- SUBPRODUCTOS DE CEREALES: salvado de maíz, gluten de maíz, pasta de germen de maíz, harina de trigo, acemite, salvado de trigo, - germen de trigo, harina de arroz, pulido de arroz, salvado de a- arroz, radícula de malta, grano seco de cervecería y destilería, etc.
- 4.- PASTAS OLEAGINOSAS: pasta de soya, ajonjolí, cártamo, cartarina, coco, linaza, girasol, harinolina, cacahuete, nabo, etc.
- 5.- OTROS PRODUCTOS PROTEICOS: levaduras de cervecería, de destile-- ría y de tórula, harina de alfalfa, garbanzo forrajero, chicharo, harina de semilla de mezquite, de semilla de leucaena, de hoja - de yuca, harina de chaya, etc.

- 6.- SUBPRODUCTOS DE MATADERO: harina de pluma, de sangre, de carne y hueso, de hueso carnosos, etc. (estos subproductos, en México, - por deficiencias tecnológicas y sanitarias, normalmente no reúnen las características microbiológicas adecuadas para su uso en la alimentación animal).
- 7.- SUBPRODUCTOS MARINOS: harina de pescado (de anchoveta, de sardinas, de arenque, de tiburón, de cabezas, colas y desechos de empaquetadoras de pescado y crustáceos, etc.), harina de algas marinas, de espirulina, de daphnia, de artemia salina, etc.
- 8.- SUBPRODUCTOS LACTEOS: lactosuero deshidratado, leche descremada deshidratada, suero deshidratado de mantequilla, caseína, lactosa, etc.
- 9.- MATERIAS GRASAS: cebo, manteca, aceites vegetales (soya, cártamo, ajonjolí, cacahuete, coco, coquillo de aceite, etc.), aceite de pescado y de tortuga.
- 10.- Fuentes minerales, Vitaminas, Aminoácidos sintéticos y Aditivos.

DISTRUBUCION DE LOS ALIMENTOS

PRICIPIOS:

En salmónidos conviene distribuir los alimentos frecuentemente y cu
dadosamente. Las siguientes reglas rigen la distribución:

- 1.- Los alimentos artificiales han de ser consumidos inmediatamente después de haber sido repartidos, es decir, antes de caer al fondo. Conviene, pues, hacerlo con frecuencia para no hechar dema--
siado de una sola vez y cuidar la repartición.
- 2.- La trucha se puede alimentar exclusivamente a base de alimenta--
ción artificial, por lo tanto, se puede determinar con precisión la cantidad total a suministrar.
- 3.- En cada reporte se dará tanto alimento, como las truchas sean --
capaces de consumir, es decir, que conviene alimentarlas hasta -
el punto de saturación normal. De esta manera se consigue un creci
miento rápido.
- 4.- Como medida de higiene preventiva se suspende la alimentación de
vez en cuando, un día a la semana, por ejemplo. Se suspende o se
reduce la alimentación artificial los días de tormenta o gran ca
lor.

- 5.- No hay que sobrepasar las cantidades indicadas por el fabricante.
- 6.- Se recomienda reducir mucho o incluso suspender, la alimentación cuando la temperatura del agua desciende por debajo de los 6° C. Asimismo, cuando la temperatura se avecina a los 20° C.
- 7.- Se suspenderá la alimentación artificial 3 ó 4 días antes de efectuar cualquier manipulación, sea de selección o de transporte (15).

3.4.5 USO DE PUPA DE MOSCA

La utilización de varias especies de insectos de diferentes etapas de desarrollo como, ya sea como pupa o ya en su estado maduro, ha dado los siguientes resultados en las distintas especies animales en las que se ha utilizado:

En la alimentación de pollos con harina de mosca doméstica (Musca domestica L.) como sustituto de la harina de carne, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre los incrementos de peso de pollos que consumen una dieta con harina de mosca adulta y otra con harina de carne como fuente de proteína; fue mejor el testigo (10).

Las pupas de mosca son mejor fuente de nutrientes que las larvas puras en base original. La incorporación parcial de larvas frescas de mosca en dietas para pollos de engorda es satisfactoria (32).

Las larvas de mosca en condiciones experimentales pueden sustituir a la harina de soya en un 100 % para la alimentación de codornices durante la etapa de desarrollo (19).

Peces bagre (Ictalurus punctatus Raf) alimentados con insectos como complemento en la dieta, alcanzan un mayor nivel de conversión en la dieta que los alimentados únicamente con alimento balanceado, lo cual nos -- lleva a pensar que el alimento a base de insectos posee un contenido proteico mayor que su equivalente en peso de alimento balanceado (25).

Puede afirmarse que la harina de mosca Anastrepha ludens (Loew) reemplaza satisfactoriamente a la harina de pescado hasta niveles de 50 % en la dieta para bagre (Ictalurus punctatus Raf) (35).

 ANALISIS DE LA PUPA DE MOSCA

| COMPOSICION PROXIMAL SECA | | AMINOACIDOS | | ACIDOS GRASOS | |
|---------------------------|------|---------------|---------|----------------|---------|
| Constituyente | % | Constituyente | % Prot. | Constituyente | % total |
| Proteína | 63.1 | Arginina | 4.2 | Laúrico | 0.6 |
| Grasa | 15.5 | Glicina | 3.9 | Mirístico | 3.2 |
| Humedad | 3.9 | Histidina | 2.5 | Palmítico | 27.5 |
| Ceniza | 5.3 | Isoleucina | 3.5 | Palmitoléico | 20.6 |
| Otros | 12.2 | Leucina | 5.3 | Esteárico | 2.2 |
| | | Lignina | 5.2 | Oléico | 18.3 |
| | | Metionina | 2.6 | Linoléico | 14.9 |
| | | Fenilalanina | 4.2 | Linolénico | 2.1 |
| | | Treonina | 3.4 | Indeterminados | 10.5 |
| | | Valina | 3.4 | | |
| | | Ac. Glutám. | 10.8 | | |
| | | Alanina | 4.2 | | |
| | | Cistina | 0.4 | | |
| | | Tirosina | 4.9 | | |
| | | Prolina | 3.1 | | |
| | | Serina | 3.2 | | |
| | | Ac. Aspárt. | 8.5 | | |
| | | Amoniaco | 2.1 | | |

Calver, Martín y Morgan (1969), citados por Reyes (1980).

COMPOSICION DE AMINOACIDOS DE PUPA DE MOSCA CASERA.

| CONTITUYENTE | % |
|---------------|------|
| Arginina | 3.7 |
| Glicina | 2.4 |
| Histidina | 2.0 |
| Isoleucina | 2.4 |
| Leucina | 3.4 |
| Licina | 3.8 |
| Metionina | 1.6 |
| Fenilalanina | 3.0 |
| Treonina | 2.1 |
| Valina | 2.7 |
| Ac. Glutámico | 7.2 |
| Alanina | 2.5 |
| Tirosina | 3.8 |
| Prolina | 2.3 |
| Serina | 1.9 |
| Ac. Aspártico | 5.3 |
| Amoniaco | 11.3 |

Teotia y Miller (1974), citado por Reyes (1980)

COMPOSICION MINERAL DE PUPA DE MOSCA SECA

| MINERAL | % |
|----------------|-------|
| Fósforo | 1.43 |
| Calcio | 0.93 |
| Potasio | 0.88 |
| Sodio | 0.56 |
| Magnesio (ppm) | 370.0 |
| Cobre (ppm) | 34.0 |
| Zinc (ppm) | 275.0 |
| Fierro (ppm) | 455.0 |

Teotia y Miller (1974), citado por Reyes (1980)

3.5 NECESIDADES NUTRICIONALES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

3.5.1 NECESIDADES ENERGETICAS

NECESIDADES DE CALORIAS PARA LAS FUNCIONES FISIOLÓGICAS:

Energía es definida como la capacidad para trabajar. La importancia biológica del trabajo depende si la energía es disipada para hacer trabajo mecánico (actividad muscular), trabajo químico (funciones bioquímicas), trabajo eléctrico(impulsos nerviosos), o trabajo osmótico (mantenimiento del balance biológico de sal). Osmoregulación es especialmente significativa en el pez (13,18).

Hay dos tipos de energía: energía calórica y energía libre. La energía calórica tiene el propósito biológico de mantener la temperatura corporal. De cualquier manera, ésta es menos importante para el pez, porque la temperatura corporal corresponde a la temperatura del medio ambiente. La energía libre es aquella energía disponible para actividades biológicas y el crecimiento. Esta, es utilizada en una serie de reacciones enzimáticas. Cuando la energía libre y la energía calórica son combinadas, éstas, son clasificadas como energía bruta. Las necesidades de energía bruta para todos los animales deben ser complementadas por la dieta. El sistema animal entonces, mezcla la energía biológica bruta dentro de varias necesidades biológicas funcionales y disipa el exceso como energía calórica (6,13,18).

FACTORES QUE ALTERAN LAS NECESIDADES ENERGETICAS DEL PEZ

- A.- ESPECIE: El grado metabólico de las especies de agua caliente es mayor que el de las especies de agua fría.
- B.- TEMPERATURA DEL AGUA: Para todos los propósitos prácticos de la temperatura corporal del pez, es similar a la del agua. Como la temperatura del agua aumenta o disminuye, así el grado metabólico del pez y por lo tanto el requerimiento de energía.
- C.- TALLA DEL PEZ: Los peces pequeños tienen un mayor grado metabólico que los peces grandes.
- D.- EDAD: En general, el requerimiento calórico de un animal decrece con la edad.
- E.- TIPO DE PEZ ALIMENTADO: En peces carnívoros se espera que tenga un grado metabólico mayor, porque ellos consumen altos niveles de proteína la cual es en parte utilizada para energía.

En peces herbívoros se espera que tenga un menor grado metabólico, debido a que se alimenta de productos vegetales, los cuales contienen altos niveles de carbohidratos, éstos son usados a la larga con las grasas, para energía.

- F.- ACTIVIDAD FISIOLÓGICA: Los requerimientos energéticos se modifican con los cambios obvios en la actividad fisiológica tal como la formación de productos reproductivos y actividad de desove.
- G.- EXPOSICION A LA LUZ: Phillips et al. (1958) encontró que la actividad se incrementó con la exposición continua de luz.
- H.- FACTORES AMBIENTALES: Aumentado el flujo del agua, el pez necesita oposición activa a la corriente para mantener la posición. Esto aumenta el requerimiento de energía del pez.
- I.- QUIMICA DEL AGUA: Belding (1929) mostró que las toxinas del medio ambiente disminuyen el grado respiratorio de la trucha. Estos cambios en el grado respiratorio indican cambios en los requerimientos de energía.
- Un reducido contenido de oxígeno, aumenta el grado respiratorio y el requerimiento energético del pez.
- J.- ACTIVIDAD DEL PEZ: Un incremento en la actividad del pez aumenta el requerimiento de energía.
- K.- COMPOSICION DE LA DIETA: La proporción de nutrientes en la dieta altera los requerimientos de energía de los animales. Una dieta que contenga un alto porcentaje de proteínas, resultando en la -

utilización de proteína como energía. Dietas que contengan un al to porcentaje de minerales aumenta el requerimiento de energía - por que los excesos absorbidos deben ser eliminados y el proceso de eliminación aumenta el requerimiento de energía.

L.- HAMBRE: Phillips et al. (1953) encontró cambios durante los pe-- riodos de hambre. Estos cambios reflejan la reducción de energía gastada durante los periodos de hambre (13).

La energía neta disponible para el crecimiento en peces, de esta manera llega a ser la energía libre menos la energía requerida para el metabolismo, menos energía requerida para otras necesidades biológicas (actividad, reproducción, etc.) menos la energía calórica perdida por el medio ambiente (18).

Los peces utilizan cada uno de los tres mayores componentes de la ración para obtener energía de forma diferente a los animales superiores. - Truchas, salmón y bagre usan la proteína y grasa como fuente de energía primaria, pero aparentemente utilizan pequeñas cantidades de carbohidratos (6,17,18,21).

La energía disponible para la trucha, salmón y bagre de la proteína, aparentemente es de aproximadamente 3.9 Kcal/gr. disponibles, el valor -- promedio para la proteína esta considerada en 4.65 Kcal/gr. en una combustión completa. Aproximadamente 4.0 Kcal/gr. es disponible para la mayoría de los otros animales

En una combustión completa de 1 gr. de carbohidratos proporciona -- 4.1 Kcal. la mayoría de los animales pueden utilizar 4.0 de estas Kcal. - la trucha aparentemente utiliza sólo 1.6 Kcal/gr. de almidón y arriba de 4 Kcal/gr. de azúcar digestible.

Las grasas pueden ser una mayor fuente de energía para la trucha, salmón y bagre. La trucha y salmón utilizan de 8.0 Kcal/gr. promedio de gra-

sa. El promedio total del valor de combustible calórico para la grasa es de 9.45 Kcal/gr.

Los valores calóricos de la mayoría de los componentes de la dieta son altamente dependientes de la digestibilidad. La digestibilidad calórica por parte de los carbohidratos tal vez sea causado por la reducida digestibilidad. Sólo ciertos azúcares simples (como la glucosa) aparentemente proporcionan 4.0 Kcal/gr. disponibles para los salmónidos. La digestibilidad de la celulosa en contraste es aproximadamente cero.

Los requerimientos de energía del pez, necesarios para el balance -- del grado metabólico pueden ser calculados. Data usó en sus cálculos, diferencias de acuerdo a la especie del pez. Como ejemplo, el cultivo de -- trucha (arcoiris, trucha café y de arroyo) utilizan sobre 60 calorías por decímetro cuadrado por hora a 15° C. Sobre el 70 % de energía total es usada como energía y para el metabolismo. El 30 % restante de la energía es convertida en tejido corporal o para trabajar (18).

3.5.2. PROTEINAS

NECESIDADES DE PROTEINAS Y AMINOACIDOS

El principal objetivo del cultivo de peces es producir carne de pescado. El constituyente en la carne de los peces es proteína. Los requerimientos de aminoácidos y proteínas del pez son determinantes para su crecimiento y supervivencia, como para el éxito o fracaso del cultivo de peces. Los requerimientos de proteínas varían con la temperatura del agua, calidad del agua, tamaño del pez y especie (17,18).

Las proteínas están formadas de aminoácidos que contienen carbón, -- hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. El nivel de nitrógeno es muy constante, aproximadamente el 16 %, los aminoácidos están presentes en cantidades -- muy variables en las diferentes proteínas. Se han identificado 18 aminoácidos, diez de ellos son esenciales en la alimentación de la trucha. Los otros ocho pueden formarse en el cuerpo, o no ser requeridos (17,21).

AMINOACIDOS ESENCIALES

| | |
|---------------|-----------|
| Arginina | Histidina |
| Isoleucina | Leucina |
| Lisina | Metionina |
| Fenil alanina | Treonina |
| Triptofano | Valina |

AMINOACIDOS NO ESENCIALES

| | |
|----------|-----------------|
| Trionina | Glicina |
| Alanina | Acido aspártico |
| Cistina | Acido Glutámico |
| Prolina | Serina |

La digestión divide a las proteínas en aminoácidos. Los aminoácidos pasan entonces a través de la pared intestinal a la corriente sanguínea. Son transportados entonces al hígado y otras células del cuerpo donde son reconstruidas en proteínas de varios tipos. Las proteínas son utilizadas principalmente para crecimiento. El exceso de proteína puede utilizarse - como alimento energético o depositado como grasa (6,17,18,21).

La trucha, salmón y bagre, pueden usar más proteína que la requerida para el máximo crecimiento debido a su eficiencia en eliminar los desperdicios de nitrógeno en forma de componentes de amoníaco soluble por medio de las agallas lo expulsa directamente en el agua. Este sistema para eliminar nitrógeno es más eficiente que el usado en aves y mamíferos. Las - aves y mamíferos consumen energía en la síntesis de urea, ácido úrico y - otros compuestos de nitrógeno, los cuales son excretados directamente por medio del tejido del riñón y expulsado en la orina (18).

Algunos alimentos para peces peletizados contienen niveles de protefina tan altos como 45 % (21).

Las pruebas en alimentación de pececillos de trucha, salmón y bagre, muestran un requerimiento de proteína mayor en la etapa inicial y éste -- disminuye conforme se incrementa el tamaño del pez. Para criar al máximo, los pececillos deben tener una dieta en la cual, aproximadamente la mitad de los ingredientes digestibles consistan en proteínas balanceadas; de 6 a 8 semanas este requerimiento se disminuye aproximadamente a un 40 % de la dieta (18).

3.5.3 LIPIDOS

Las grasas que se encuentran en el cuerpo son provenientes de las grasas de la dieta, grasa producida por exceso de proteínas dietéticas y grasas producidas por exceso de carbohidratos (17,18).

La mayor parte de las grasas de la dieta es convertida en ácidos, -- grasas y glicerol en el intestino delgado antes de la absorción. La facilidad de este proceso, depende principalmente del punto de fusión de la -- grasa. Las grasas suaves son más fáciles de digerir que las grasas muy duras.

El cuerpo utiliza las grasas para producir energía aislante de las -- temperaturas, para protección de los órganos vitales y como un lubricante interno. También son almacenados para uso posterior. Las grasas coadyuvan a la absorción de vitaminas liposolubles, que son necesarias para la sa--lud y crecimiento normal. Los fosfolípidos son grasas que contiene fósfo--ro, ácidos grasos y colina u otras bases importantes (6,17,18).

Los lípidos en la dieta de peces son hidrolizados por la lipasa y -- fosfolipasa en el trayecto digestivo y son usados como energía, almacena--dos como depósito de grasa , o incorporado dentro de fosfolípidos en tejidos vitales (17,18).

Una forma característica de almacén de grasa en el pez, es la presencia de largas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados, conteniendo 20 a 22 átomos de carbón con 5 ó 6 dobles ligaduras en la cadena. Los ácidos grasos insaturados predominantes, encontrados en animales terrestres son los de cadena corta y pertenecen a los saturados, oléico (w9) y linoléico (w6). En peces la serie linoléico es reemplazada por la serie linolénico.

Los ácidos grasos de la familia linolénico (w3) son esenciales para la trucha arcoiris. ahí parece ser poco necesario la serie linoléico (w6) (18).

NIVELES DE GRASA

El alimento consumido por el pez en la naturaleza está compuesto -- principalmente por proteínas y grasa y pocos carbohidratos. La proteína -- en la dieta está en un rango de 12 a 20 % (30 a 60 % en base seca) y grasa de 3 a 15 % (9 a 40 % en base seca). Rápidamente, los peces en creci-- miento pueden usar proteína para construir y mantener el tejido corporal y la grasa para proveer energía (18).

El punto de fusión de las grasas, relacionado con el grado de insatu-- ración, tiene una importante presión sobre la digestibilidad. Las grasas líquidas son rápidamente digeridas y usadas por el pez. Los peces no uti-- lizan efectivamente las grasas con alto punto de fusión (17,18,21).

En general las grasas duras, no son bien digeridas por la trucha, --

son indeseables en la dieta de la trucha por que tienden a revestir otros alimentos y evitan su digestión.

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 carbohidratos. Las truchas pequeñas tienen especial dificultad en la digestión de las grasas duras. Se cree que las grasas duras también disminuyen la habilidad para adaptarse a los cambios de temperatura del agua.

Hasta donde se sabe ahora, la dieta de la trucha debe contener no menos de 5 % y no más de 8 % de grasa (17,21)

LÍPIDOS TOXICOS O ALTERADOS

Análisis de depósitos grasos del pez revelan que las grasas insaturadas están más en cis que en forma trans. La grasa comercial está frecuentemente alterada por hidrogenación o por oxidación y son producidos ácidos grasos trans. Estas grasas alteradas pueden proveer energía pero no pueden funcionar como ácidos grasos esenciales (18).

ANIOXIDANTES

Un nivel alto de ácidos grasos poliinsaturados en la dieta causa dificultad en mantener estabilidad de la grasa durante el almacenamiento. La ración debe ser protegida por niveles adecuados de antioxidantes. La

ración debe ser protegida por niveles adecuados de antioxidantes. La rancidez oxidativa en estas dietas puede ser controlada por el uso de antioxidantes (18).

3.5.4 CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos están integrados de hidrógeno, carbono y oxígeno. A diferencia de las proteínas, no tienen nitrógeno. Sirven para obtener energía, temporalmente se almacenan como glucógeno, o para formar grasas. (17).

La cantidad de carbohidratos absorbidos por la trucha varía con la complejidad del carbohidrato que se da en la dieta. La glucosa, un azúcar simple que no requiere digestión, es absorbido en aproximadamente un 90 y 100 %. Los azúcares complejos requieren digestión y la cantidad absorbida por el pez varía: para maltosa es aproximadamente 92 a 99 %, sucrosa cerca de 70 % y lactosa cerca de 60 %. La dextrina 80 %, el almidón cocido 70 %, el almidón crudo 20 % y la ~~α~~ celulosa 10 %. La trucha absorve solo el 40 % del alimento crudo, pero cocido aumenta su absorción aproximadamente al 60 % (21).

Esto indica que la trucha tiene las enzimas necesarias en el tracto digestivo para dividir disacáridos y almidones dentro de los monosacáridos para absorción.

Los cecos pilóricos y el área intestinal alta de todos los salmónidos y el bagre son conocidos por contener maltasa, sucrasa, lactasa, amilasa, y otras enzimas para la digestión de carbohidratos. El volumen de la masa de alimento, tamaño de la partícula de los ingredientes, temperatura del agua y otros factores, quizá alteren la absorción.

En general mientras más complejo es el carbohidrato, tanto más difícil es de digerir. El cocimiento hace a los carbohidratos más digeribles (17,21).

Los carbohidratos en el cuerpo se encuentran en forma de glucosa (azúcar) y glucógeno. La glucosa se deposita en los fluidos y células del cuerpo y el glucógeno en el hígado y tejidos musculares. El exceso de carbohidratos en la dieta causará hinchazón del cuerpo y depósito de glucógeno en exceso en el hígado, lo que resulta que este órgano se hinche y se ponga de color claro. La mortalidad será elevada.

En la alimentación de la trucha los hidratos de carbono sólo desempeñan un papel de lastre, destinado a facilitar la digestión y a asegurar una mejor utilización de las proteínas, ya que menos proteína sería usada para energía (13,15,18).

No se debe incluir más de 9 ó 12 % de carbohidratos digeribles en la dieta. En una dieta para salmónidos elaborada con alimento seco excede este porcentaje de carbohidratos crudos sin dañarlos. Esto es debido a que no todos los carbohidratos son digeridos. Con regularidad sólo una pequeña parte es aprovechable por el pez (13,17,21).

Las fuentes principales de carbohidratos son los productos de plantas. Las carnes contienen solamente pequeñas cantidades de carbohidratos (17).

3.5.5 VITAMINAS

El conocimiento de las vitaminas ha aumentado rápidamente en los últimos años. actualmente se reconocen completamente 16 vitaminas; probablemente hay más que están por descubrir. Las vitaminas conocidas son :

VITAMINAS LIPOSOLUBLES:

A, D, E, K

VITAMINAS HIDROSOLUBLES:

B₁ (Tiamina)

B₂ (Ribofladina)

Acido pantoténico

Piridoxina

Inositol

Biotina

Acido fólico

Niacina

Acido ascórbico (C)

Vitamina B₁₂

Acido para-amino-benzoico

Colina

Algunas vitaminas se encuentran en más de una forma, principalmente la A y la D. Cada vitamina efectúa funciones que no son posibles sustituir totalmente por ninguna otra, empero, las acciones son interrelacionadas (17).

Las funciones metabólicas son similares en todos los animales y la semejanza aumenta para el sistema de coenzimas dependientes de vitaminas. Esas son diferencias en la relativa importancia de varios sistemas enzimáticos que son dependientes de especie. Algunos procesos enzimáticos y caminos metabólicos de poca importancia en mamíferos pueden ser muy importantes en los peces (18).

VITAMINAS LIPOSOLUBLES

VITAMINA A:

Algunos estudios han reportado que la vitamina A es esencial para la trucha y previene cataratas. Aunque otros estudios han fallado en demostrar estas necesidades, esto, debe ser asumido como que la vitamina A es requerida hasta que sea demostrado de otra manera.

Cantidades excesivas de vitamina A en dietas para trucha, causa hipervitaminosis de vitamina A. Experimentalmente 1'000,000 USP (US PHARMACOPEIA UNITE. En muchos casos las unidades internacionales y las USP son las mismas) por libra de dieta resulta en un crecimiento reducido de la trucha, hematocrito bajo y necrosis de la aleta caudal (Poston, et al, - 1966).

Aparentemente, la trucha no es capaz de convertir cantidades significativas de caroteno en la vitamina A; por lo tanto el caroteno no debe ser usado como una fuente de vitamina A (Poston, 1969).

VITAMINA D:

No han sido reportadas evidencias positivas de que la vitamina D es esencial para la trucha, pero esto debe ser asumido de que ésta es requerida . Esta puede ser administrada con vitamina D₃ sintética en un nivel propuesto de 600 unidades USP por libra de alimento. Excesivos niveles de vitamina D son dañinos para animales superiores y deben ser evitados en dietas para trucha.

VITAMINA E:

La vitamina E es necesaria para la trucha y una deficiencia causa -- aumento en la mortalidad y disminuye el hematocrito (Poston, 1965). La vi tamina E es un antioxidante natural que previene la oxidación de algunas vitaminas y ácidos grasos no saturados, tanto en las células como en el a limento.

VITAMINA K:

Una deficiencia de vitamina K causa un prolongado hematocrito bajo - (Poston, 1964) (6,21).

VITAMINAS HIDROSOLUBLES

VITAMINA C, ACIDO ASCORBICO:

La deficiencia de vitamina C causa escoliosis, lordosis, hemorragias internas, hematocrito disminuido (Poston, 1967). Desde que alguno de los síntomas antes mencionados han sido descritos en estudios recientes, es evidente que la deficiencia de la vitamina C ha estado presente, pero no reconocida en piscifactorías de trucha por algún tiempo.

VITAMINA B₁, TIAMINA:

Una deficiencia de vitamina B causa nerviosismo extremo, una cabeza encogida, un brillo que tira a púrpura, lesiones cerebrales y una alta mortalidad (Wolf, 1942).

Una deficiencia puede ocurrir de una dieta insuficiente en niveles de vitamina B o de comer muchas especies de agua fría que contengan una enzima anti-tiamina, tiaminasa (Wolf, 1942).

VITAMINA B₂, RIBOFLAVINA:

Una deficiencia de riboflavina causa una completa detención del crecimiento y el desarrollo opaco del ojo (Phillips et al., 1958).

VITAMINA B₆, PIRIDOXINA:

Una deficiencia de piridoxina causa una alta mortalidad. Una trucha alimentada con dietas altas en proteína, necesita más piridoxina que aquella que es alimentada con una dieta baja en proteína. Esa es una va-

riación estacional en el requerimiento de piridoxina de la trucha, la -- cual es independiente de la temperatura del agua. La necesidad es mayor durante el período de crecimiento rápido de la primavera y verano y es -- menor durante el período de menor crecimiento y en invierno (Phillips y Livingston, 1966).

ACIDO FOLICO:

El ácido fólico es el factor "H" de la nutrición de la trucha des-- crita por Mc Cay y Dillay (1927) el cual se escapó de la identificación hasta 1961 (Phillips, 1963). Una deficiencia de ácido fólico causa una -- severa anemia en la trucha.

VITAMINA B₁₂:

Una deficiencia de vitamina B₁₂ causa una reducción en el crecimien to, esta deficiencia junto con la deficiencia de ácido fólico aumenta la severidad de la anemia en la trucha (Phillips et al., 1962).

BIOTINA:

Una deficiencia de biotina causa un paro en el crecimiento, la apa-- rición de una película azulosa (enfermedad de la mucosidad azul) y alta mortalidad (Phillips et al., 1950).

COLINA:

Una deficiencia en colina causa reducción en el crecimiento (Phi-- llips et al., 1958). La colina debe ser aumentada en dietas con alto -- contenido de grasa.

NIACINA, ACIDO NICOTINICO:

La deficiencia de niacina causa reducción en el crecimiento y un incremento en la sensibilidad a las quemaduras del sol, corrosión, area -- blanquecina en el tope de la cabeza (DeLong et al., 1968).

ACIDO PANTOTENICO:

Una deficiencia de ácido pantoténico causa proliferación del epitelio branqueal, hinchazón de las laminillas branquiales y extremadamente altos grados de mortalidad (Phillips y Tunison, 1944). El ácido pantoténico ha sido asociado con la enfermedad de la mancha mucoides (slime- -- patch) (Wolf, 1951).

INOSITOL:

Una deficiencia de inositol resulta en una reducción del crecimiento (Phillips et al., 1956) (6,21).

3.5.6 ANTIOXIDANTES

Los antioxidantes son adicionados a los alimentos peletizados para preservar las vitaminas y grasas (21).

Los requerimientos para todas las especies de peces, descuidado de talla, son afectados por un número de factores. interrelaciones nutritivas por ejemplo, incluye una correlación de los requerimientos de piri--doxina y el consumo de proteína. La sustitución de carbohidratos por pro--teínas pueden reducir el requerimiento de piridoxina. El requerimiento --de proteína puede ser influenciado por el grado metabólico, época del --año, y edad del pez. Porque la conversión de carotenos en vitamina A es ineficiente, el requerimiento de vitamina A es mayor cuando los peces --criados con facilidades de buena iluminación que cuando son criados en --semioscuridad (18).

SUPLEMENTOS:

Raciones prácticas para trucha, salmón y bagre tal vez sea llamada completa o suplementaria. Raciones suplementarias para bagre son formula--das para conocer los requerimientos de proteína y energía.

Los suplementos vitamínicos adicionados a una ración es comúnmente terminada en una premezcla, está hecha para suplementar las viatminas --contenidas en los ingredientes de la dieta, que quizá no llenen los re--querimientos vitamínicos de los peces. Las vitaminas de los ingredientes del alimento, no son completamente disponibles. Perdidas pueden ocurrir

durante el procesamiento y almacenado.

Un modesto exceso de vitaminas es necesario por varias razones: los metabolitos teaminasa y fenotiazina pueden incrementar la necesidad para tiamina y niacina, respectivamente. Perdidas oxidativas de vitaminas son aceleradas por el calor y la humedad; la rancides de los ácidos y grasas pueden destruir ciertas vitaminas; ingredientes higroscopicos pueden acelerar los efectos destructivos de la humedad y la exposición directa a - los rayos solares pueden incrementar la perdida de vitaminas sencibles a la luz (21).

3.5.7 MINERALES

Los elementos inorgánicos, como nutrientes, son difíciles de estudiar. Algunos minerales traza son requeridos en pequeñas cantidades, el cambio de iones del medio ambiente a través de las branquias y la piel del pez complica la determinación cuantitativa de los requerimientos de la dieta. La excreción y absorción de los elementos inorgánicos a través de las membranas de las branquias tiene función nutritiva así como amortiguadora.

Absorción de elementos inorgánicos a través del sistema digestivo también afecta la osmoregulación. Muchas investigaciones sobre elementos inorgánicos en peces, han sido limitados por la toxicidad y la osmoregulación.

El iodo fue el primer elemento encontrado para prevenir una enfermedad por deficiencia en peces. Estudios de isótopos radioactivos muestran que el calcio, fósforo, cobalto y cloro, son absorbidos directamente del medio ambiente. Fosfato, cloro y iones sulfato, tal vez sean absorbidos del agua, pero son más eficientemente obtenidos del alimento. Calcio y cobalto son más eficientemente absorbidos del agua. El cobalto del medio ambiente parece ser la fuente significativa del cobalto orgánico para la trucha (18).

Los minerales se consideran generalmente de importancia en la formación de huesos fuertes. La parte importante que juegan en las actividades

funcionales del cuerpo no son ampliamente apreciadas. La circulación de la sangre, respiración, digestión y asimilación del alimento, así como - la excreción, depende de la presencia de minerales en compuestos adecuados. Los minerales importantes en la nutrición de la trucha y el salmón son los siguientes:

En mayor cantidad:

Calcio, Fósforo

En trazas:

| | |
|----------|-----------|
| Cobalto | Cloro |
| Fierro | Potasio |
| Cobre | Manganeso |
| Magnesio | Flúor |
| Sodio | Iodo |

Los minerales se requieren sólo en pequeñas cantidades. Mientras - que el Calcio, Fósforo y el Fierro se utilizan en la formación del cuerpo y la sangre, la mayoría de los minerales funcionan como catalizado-- res.

La trucha tiene la facultad de absorber Calcio, Cobalto y Fósforo - del agua. Lo suficiente para las necesidades del cuerpo , puede ser ab-- sorbido del agua, si esta presente en la forma adecuada. La cantidad -- absorbida del agua varía en proporción a la cantidad contenida en el - agua .

El Calcio y el Fósforo en relación de 2 a 1 respectivamente, son -- los minerales principalmente utilizados en la formación de huesos y dientes. El Flúor y el Magnesio son trazas de minerales implicados en la estructura del cuerpo (17,21).

El Fierro, Cobalto y Cobre, son minerales en traza que se utilizan en la formación de eritrocitos. El Fierro y el Cobalto se combinan en -- las células sanguíneas. El Cobre actúa como catalizador para ayudar a la asimilación del Fierro. La deficiencia de cualquiera de ellos puede causar anemia.

El Sodio, Cloro y Potasio regulan la presión osmótica de las célu-- las del cuerpo. Los fluidos del cuerpo contienen aproximadamente el 90% de los minerales totales del cuerpo.

Los minerales que intervienen en las funciones especiales actúan como catalizadores y a excepción del Calcio y Fósforo se encuentran en trazas. El Cloro ayuda a la digestión, el Cobre aumenta la acción enzimática. El Iodo ayuda a regular el metabolismo y el Calcio es un agente cugulante de la sangre.

Para ilustrar el limitado conocimiento de la nutrición de la tru-- cha, es de mencionarse que solamente el Iodo se ha encontrado que es e-- sencial y sólo la sal es dañina cuando se proporciona en cantidades excesivas.

Harina de pescado, hueso, algas marinas y de carne; leche en polvo descremada; carnes frescas y pescado son buenas fuentes de minerales (17).

3.5.8 EXCESOS, HIPERVITAMINOSIS Y TOXINAS ADVENTICIAS

SINTOMAS DE EXCESOS DE CARBOHIDRATOS EN AL DIETA

Aunque deficiencias de carbohidratos no han sido reportadas en truchas, salmón y bagre; síndromes de excesos de carbohidratos ocurren. Los salmónidos y bagre son ineficientes en la utilización de carbohidratos. Excesos de carbohidratos absorbidos en el sistema causan hiperglicemia y excesos de glicógeno en el hígado. El glicógeno hepático normal en una trucha es 0.5 a 3.0 % del peso hepático. Niveles de 10 a 12 % pueden ocurrir por pocos o nulos síntomas de enfermedad. La muerte puede ocurrir cuando los niveles de glicógeno es mayor a 16 %. Altos niveles de glicógeno hepático son sospechosos cuando la masa hepática de la trucha excede el 3 % del peso corporal. Mal funciones y necrosis del hígado pueden ocurrir como resultado de altos niveles de glicógeno hepático por períodos extensos (18).

HIPERVITAMINOSIS

La hipervitaminosis es causada por una excesiva suplementación de raciones prácticas con vitaminas hidrosolubles, aunque raramente ocurre. El costo de la suplementación de la vitamina B es suficiente para impedir la administración excesiva. Peces y mamíferos pueden metabolizar o excretar vitaminas hidrosolubles en cantidades considerables muchas veces mayores que las necesidades diarias. Las cantidades excesivas de vitaminas hidrosolubles no son usadas en dietas de prueba. Niacina adicionada en un porcentaje de la dieta seca, ha sido reportada que aumenta el

depósito de grasa en el hígado de la trucha de río.

Colina, utilizada en la metilación de homocisteína a metionina, es indispensable para el metabolismo de grasas.

La hipervitaminosis liposoluble puede ocurrir con raciones prácticas y deben ser evitadas.

Las formas sintéticas y concentradas de vitaminas A, E, K y D, son relativamente baratas y de rápida disponibilidad para suplementar la ración. Las muertes por ingestión de hígado de ballena y otros productos glandulares ricos en vitaminas liposolubles han sido reportadas. Los síndromes de hipervitaminosis en peces son similares a los reportados para los animales superiores (18).

TOXINAS ADVENTICIAS

Los materiales tóxicos que afectan el alimento de los peces son las micotoxinas, productos tóxicos en plantas, residuos de pesticidas y otros químicos agrícolas.

La trucha arcoiris es muy sensible a las aflatoxinas. El moho de Aspergillus flavus, el cual produce aflatoxinas, es encontrado en algunos materiales vegetales, incluyendo semillas de algodón, cacahuates, soya, granos y subproductos de procesamiento de semillas de aceite. Ciertamente otros mohos producen toxinas nocivas para los animales.

Toxinas o inhibidores en materiales vegetales incluyen inhibidores de las proteasas, hemoaglutinantes, bociogénicos, cianogénicos, saponinas y gocipol. El procesamiento inexacto puede dar como resultado una actividad residual.

El inhibidor de la tripsina de la soya y otros granos es destruido por un apropiado proceso de harina de granos oleosos. Otros materiales tóxicos vegetales pueden comúnmente ser o sus efectos minimizados por el procesamiento (calentamiento, extracción mecánica o tratamiento químico).

Residuos de pesticidas, hervicidas y otros químicos usados en la agricultura han sido reportados en los alimentos. Usualmente esto resulta del uso impropio de los químicos (18).

PIGMENTACION EN SALMON Y TRUCHA

La pigmentación de la piel y la carne en salmón y trucha es de origen dietético, resultado del consumo de mariscos y plancton que contienen xantofilas o carotenoides. Luteín (extraído de los pétalos secos del clavelon), pimientón, betacaroteno y cantaxantina han sido usadas para poner color a la piel de salmón y trucha (18).

3.5.9 SINTOMAS DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES

DEFICIENCIA DE AMINOACIDOS

Dietas deficientes en triptofano producen escoliosis y lordosis en salmón y trucha, los síntomas son reversibles (6,18).

DEFICIENCIA DE ACIDOS GRASOS

Sólo la serie linoleico (w3) ha sido mostrado ser esencial para la trucha arcoiris. Algunos síntomas de deficiencia son, pobre crecimiento, elevados niveles en tejido de ácidos grasos (20:3 w9), necrosis de la aleta caudal, hígado descolorido, despigmentación dérmica, edema, síndrome de shock acentuado por estrés, incremento en el engrosamiento mitocondrial, grado de respiración incrementado y miopatías del corazón.

La adición de linoleato o w6 a la dieta puede ayudar a aliviar algunos de estos síntomas en la trucha. Acido linoleico o el w3 puede prevenir o remediar todos los síntomas enlistados, con la posible excepción de la despigmentación dérmica (18).

DEFICIENCIAS DE VITAMINAS

Tiamina: pobre apetito, atrofia muscular, convulsiones, inestabilidad, pérdida del equilibrio, edema y bajo peso.

Riboflavina: vascularización corneal, cristalino con nube, ojos hemorrá-

gicos, fotofobia, incoordinación, pigmentación anormal del iris, coloración oscura, pobre apetito, anemia, pobre crecimiento.

Piridoxina: desórdenes nerviosos, ataques epilépticos, hiperirritabilidad, ataxia, anemia, pérdida del apetito, edema de la cavidad peritoneal, fluido seroso incoloro, rápido inicio del rigor mortis, rápida respiración, coloración azul iridiscente.

Acido pantoténico: branquias como masa, necrosis, cicatrices y atrofia celular de las branquias, branquias con exudado, postración, pérdida del apetito, letargia y pobre crecimiento.

Inositol: estómago distendido, aumento del número de veces de vaciamiento estomacal, lesiones de la piel, y pobre crecimiento.

Vitamina A: ascitis, edema, exoftalmia, riñones hemorrágicos y pobre crecimiento.

Vitamina K: anemia, prolongación del tiempo de coagulación.

Biotina: pérdida del apetito, lesiones en colon, coloración alterada, atrofia muscular, convulsiones espásticas, fragmentación del eritrocito, lesiones en piel y pobre crecimiento.

Acido folico: letargia, fragilidad de la aleta caudal, coloración obscu

ra, anemia macrocítica y pobre crecimiento.

Colina: pobre conversión alimenticia, riñón e intestino hemorrágicos y pobre crecimiento.

Acido nicotínico: pérdida de apetito, lesiones en cólon, difícil movimiento o va dando sacudidas, debilidad, edema en estómago y colon, espasmos musculares en estado de descanso, sensibilidad a la luz solar y pobre crecimiento.

Vitamina B₁₂: pobre apetito, baja hemoglobina, fragmentación de eritrocitos y anemia macrocítica.

Acido ascórbico: escoliosis, lordosis, formación de colágeno dañado, cartílagos anormales, lesiones oculares, en piel, hígado, riñones, intestino y músculo hemorrágico.

Vitamina E (α tocoferol): ascitis, material ceroso en hígado, bazo y riñón, epicarditis, exoftalmía, anemia microcítica, edema pericárdico, fragilidad de las células rojas sanguíneas y pobre crecimiento (6,18).

IV.- MATERIAL Y METODOS

La investigación práctica se realizó en El Centro Acuicola " El Zarco " que se encuentra localizado en el kilometro 32.5 de la carretera 15 México-Toluca, Cuajimalpa, D. F., a una latitud de 19°17', longitud de -- 99°21" y una altitud de 3,400 m. con una temperatura anual promedio de -- 9.0° C y una precipitación pluvial anual promedio de 1,520.7 mm y presenta un clima C(wz)(w)ci (12).

El presente trabajo se realizó de la siguiente manera:

Obtención de la harina de pupa de mosca del género (Cochliomyia --- hominivorax), por medio de la Comisión México-Americana para la Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado.

Se elaboraron las dietas experimentales, sustituyendo a la proteína del alimento por proteína de pupa de mosca, a los porcentajes de 25, 50, 75 y 100 %, quedando como sigue:

LOTE 1 DIETA TESTIGO

LOTE 2 DIETA 2. 25 % DE SUSTITUCION DE LA PROTEINA CRUDA

LOTE 3 DIETA 3. 50 % DE SUSTITUCION DE LA PROTEINA CRUDA

LOTE 4 DIETA 4. 75 % DE SUSTITUCION DE LA PROTEINA CRUDA

LOTE 5 DIETA 5. 100 % DE SUSTITUCION DE LA PROTEINA CRUDA

Se realizaron los análisis químicos proximales a los alimentos siguiendo el método A. O. A. C. (1975)*, antes y después de alimentar a los

* Official methods of analysis. Ass. Off. Anal. Chem. 12 th. ed., Washington, D. C., U. S. A., 1975.

lotes experimentales y en los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

| COMPOSICION * | DIETAS EXPERIMENTALES | | | | |
|---------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| QUIMICA (%) | | | | | |
| P.C. | 40.79 | 40.74 | 41.01 | 41.13 | 40.78 |
| E.E. | 8.76 | 7.86 | 8.23 | 9.30 | 9.66 |
| CEN. | 13.38 | 10.34 | 7.79 | 5.68 | 3.29 |
| F.C. | 2.86 | 4.39 | 6.40 | 9.24 | 11.54 |
| E.L.N. | 25.91 | 28.68 | 27.06 | 26.05 | 25.40 |

* BASE HUMEDA O TAL COMO FUE OFRECIDO

Los peces se colocaron en canaletas rectangulares con las siguientes características: 3.4 m largo, 0.70 m ancho y 0.30 m de profundidad; de todo el largo de las canaletas se utilizaron únicamente 0.40 m.

Con los peces se formaron 5 lotes experimentales con 100 peces cada uno, donde se distribuyeron de acuerdo a una talla y peso promedio para cada lote de:

| VARIABLE | GRUPOS EXPERIMENTALES | | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| TALLA (cm) | 3.008 | 3.004 | 3.006 | 3.002 | 3.001 |
| PESO (g) | 24 | 24 | 23 | 26 | 23 |

METODO DE PESADO

Se llenó con una cantidad conocida de agua en el transportador de aluminio de una báscula marca Ohaus modelo Triple Beam Balance con una capacidad de 2,610 gr y una exactitud de 0.1 g y se niveló la báscula a cero, posteriormente se introdujeron todos los peces; cada lote por separado, de este pesaje, se obtuvo la biomasa. El peso promedio individual se obtuvo dividiendo el peso total del lote o biomasa entre el número de peces.

METODO DE EVALUACION DE LA TALLA

Con un colador de plástico se tomó una por una las truchas de los diferentes lotes experimentales y se fueron midiendo con la ayuda de un ictiometro, para después ser regresados a su canaleta. La evaluación de la talla y el peso de los peces se realizó semanalmente.

La mortalidad se determinó en porcentaje, restando el número final de peces al número inicial, este resultado se multiplicó por cien y se dividió entre el número inicial.

Se tomó la temperatura del agua diariamente empleando termómetro de mercurio con una graduación de -35° C a $+50^{\circ}$ C y una exactitud de un grado, además la temperatura se midió al medio día para obtener un promedio mensual y a lo largo de todo el estudio.

Cada dos semanas se realizaron cuatro análisis del agua que fueron los siguientes:

Análisis de oxígeno por medio del método Winkler

Análisis de pH por medio de la utilización de un potenciómetro marca Orion research 601A/Ioanalyzer.

Análisis de alcalinidad por medio de la técnica del método titrimétrico.

Análisis de dureza por medio de la técnica titulométrica con EDTA.

En todas las dietas se pesó la ración del alimento correspondiente a cada canaleta en una báscula marca Ohaus modelo Triple Beam Balance -- con una exactitud de 0.1 g.

La alimentación de los peces se llevó a cabo diariamente durante 8 - semanas, la ración total diaria se obtuvo basándose en las tablas de --- Deuel (1952), se dividió en ocho partes y se proporcionó una cada hora, - con un horario de las 9:00 Hrs. a las 16:00 Hrs.

La conversión del alimento se obtuvo al final del experimento obte-- niendo el total de alimento suministrado y dividiendo este resultado en-- tre el incremento en peso total durante 8 semanas.

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos para los parametros productivos de ganancia diaria de peso, consumo de alimento y aumento de talla se analizaron por separado, utilizando un análisis de varianza de acuerdo a los lineamientos de Snedecor - y Cochran (1980).

V.- RESULTADOS

Con respecto a cada una de las variables medidas, sobresale lo siguiente:

ANALISIS DEL AGUA

En los análisis que se realizaron del agua, no se observaron diferencias significativas y los resultados obtenidos se encuentran dentro de los valores normales (ver cuadro No. 1)

GANANCIA DIARIA DE PESO

Entre los cinco grupos no se encontraron diferencias estadísticas para la ganancia diaria de peso ($P > 0.05$). Sin embargo se apreció una tendencia a una mayor ganancia diaria de peso en los lotes 2, 3 y 4, los cuales obtuvieron ganancias diarias de peso iguales, a los que correspondieron 0.0139 g/animal/día, siguiendo el tratamiento 5 con 0.0130 g/animal/día. Todos estos valores son superiores al obtenido en el tratamiento 1 ó testigo, en cuyo caso la ganancia fué de 0.0042 g/animal/día.

El incremento a favor de los grupos tratados con respecto al testigo, corresponde a un 51.08 % y 41.30 % respectivamente (cuadro No. 2).

Con respecto a la influencia de la harina de pupa de mosca sobre la ganancia de peso (gráfica No. 1), se observó una diferencia pequeña y estadísticamente no significativa entre los grupos con y sin harina de pupa -

de mosca ($P > 0.05$) (cuadro No. 2); sin embargo, se pudo apreciar un efecto de incremento en la utilización de vitaminas en los grupos tratados con harina de pupa de mosca, ya que el grupo control manifestó deficiencias vitamínicas.

CONSUMO DE ALIMENTO

Entre los cinco grupos no se encontraron diferencias estadísticas para el consumo de alimento ($P > 0.05$). Sin embargo se apreció una tendencia a un mayor consumo de alimento con la suplementación de harina de pupa de mosca en la dieta (gráfica No. 2). El mayor consumo se observó en el tratamiento 4, al que correspondieron 0.040 g/animal/día, seguido del tratamiento 3 con 0.039 g/animal/día, luego el tratamiento 2 con 0.036 g/animal/día y el tratamiento 5 que le correspondieron 0.034 g/animal/día. Todos estos valores son superiores al obtenido en el tratamiento 1 ó testigo, en cuyo caso el consumo fué de 0.033 g/animal/día.

El incremento a favor de los grupos tratados con respecto al testigo, corresponde a un 21.21 %, 18.18 %, 9.09 % y 3.03 % respectivamente (cuadro No. 3). Sin embargo, este incremento no fue significativo ($P > 0.05$).

CONVERSION ALIMENTICIA

En los tratamientos que recibieron harina de pupa de mosca, la res--

puesta en cuanto a la conversión alimenticia se mostró favorable. La mejor conversión alimenticia se observó en el lote 2 al que le correspondió una conversión de 2.619, seguido del tratamiento 5 con 2.639, luego el -- tratamiento 3 con 2.832 y el tratamiento 4 que obtuvo 2.903. Todos estos valores son mejores al obtenido en el tratamiento 1 ó testigo, en cuyo -- caso la conversión fué de 3.567 (cuadro No. 3).

La mejor conversión a favor de los grupos tratados con respecto al -- testigo, corresponde a un 36.07 %, 35.00 %, 26.07 % y 22.85 % respectivamente (cuadro No. 3).

EFICIENCIA ALIMENTICIA

En los tratamientos que recibieron harina de pupa de mosca, la res-- puesta en cuanto a la eficiencia alimenticia se mostró favorable. La ma-- yor eficiencia alimenticia se observó en el lote 2 al que le correspondió una eficiencia de 0.381, seguido del tratamiento 5 con 0.378, luego el -- tratamiento 3 con 0.353 y el tratamiento 4 que obtuvo 0.344. todos estos valores son superiores al obtenido en el tratamiento 1 ó testigo, en cuyo caso la eficiencia fué de 0.280 (cuadro No. 3).

El incremento a favor de los grupos tratados con respecto al testigo, corresponde a un 36.07 %, 35.00 %, 26.07 % y 22.85 % respectivamente (cuadro No. 3).

AUMENTO DE TALLA

Entre los cinco grupos no se encontraron diferencias estadísticas para el aumento de talla ($P > 0.05$) (gráfica No. 3). Sin embargo se apreció una tendencia a un mayor aumento de talla en el tratamiento 4, al que correspondieron 0.0269 cm/animal/día, seguido del tratamiento 2 con 0.0264 cm/animal/día, luego el tratamiento 3 con 0.0262 cm/animal/día y el tratamiento 5 que obtuvo 0.0248 cm/animal/día. Todos estos valores son superiores al obtenido en el tratamiento 1 ó testigo, en cuyo caso la ganancia fué de 0.0203 cm/animal/día (cuadro No. 4).

El incremento a favor de los grupos tratados con respecto al testigo, corresponde a un 32.51 %, 30.04 %, 29.06 % y 22.16 % respectivamente (cuadro No. 4).

RELACION PESO-TALLA

La relación peso-talla no se pudo determinar, ya que para obtener este punto, debe existir entre los lotes experimentales diferencias en cuanto a factores físico-químico y reproductivos, y en el presente trabajo el único factor diferente entre los lotes fue el alimento.

VI.- DISCUSION

GANANCIA DIARIA DE PESO

Aunque no existe información sobre este tema e independientemente de la dosis empleada de harina de pupa de mosca, la mejor ganancia correspondió a los lotes experimentales.

Los resultados obtenidos, muestran respuestas similares en esta variable, ya que, con niveles de 25 %, 50 % y 75 % de sustitución, se observó una tendencia igual, y con inclusiones del 100 % de harina de pupa de mosca y sin ésta, la ganancia se redujo ligeramente.

En una investigación realizada en bagre (Ictalurus punctatus Raf.) utilizando harina de mosca Anastrepha ludens (Loew), el incremento mayor fue para la dieta en la que se sustituyó a la harina de pescado por harina de mosca en un 50 %, pero este incremento no fue significativo (35).

En el lote 1 ó testigo del presente trabajo, se observó una ligera desventaja en comparación con la respuesta obtenida en los lotes experimentales, ya que una de las funciones de las vitaminas es actuar como coenzimas para una mejor digestión de los alimentos, la deficiencia de estas evitó una mayor asimilación de nutrientes desde el tracto digestivo, manifestándose en un adelgazamiento corporal, lo que le da un aspecto a la trucha de estar cabezona, además de oscurecerle la pigmentación de la piel.

69

Se pudo determinar un efecto potencializador significativo exclusivamente en los lotes experimentales en cuyo caso, la ganancia de peso superó a la lograda en el lote testigo. De acuerdo con la aseveración anterior se desprende que hay un efecto de incremento en la utilización de vitaminas en los grupos tratados con harina de pupa de mosca.

CONSUMO DE ALIMENTO

Aunque no existe información sobre este tema las ventajas al suplementar una dieta, se logran fundamentalmente por el incremento de la digestibilidad de nutrimentos. Concretamente, por la mejor utilización de la proteína cruda aportada por la dieta y no necesariamente por incremento en el consumo de alimento.

Estos resultados coinciden con lo anterior, pues no indican diferencias significativas que favorezcan a los grupos experimentales. Sin embargo, la mejor ganancia de peso obtenida, refleja una utilización más eficiente de los alimentos en todos los grupos tratados con harina de pupa de mosca.

En la investigación con bagre (Ictalurus punctatus Raf.) usando harina de mosca Anastrepa ludens (Loew) los resultados obtenidos en este punto son similares a los del presente trabajo (35).

EFICIENCIA Y CONVERSION ALIMENTICIA

Aunque no existe información con respecto a la eficiencia y conversión alimenticia, los resultados son alentadores y reflejan un buen aprovechamiento de las dietas suministradas.

Correspondió la mejor eficiencia a la dieta del tratamiento 2. La -- sustitución del 25 % de la proteína de harina de pescado por harina de pu pa de mosca, demostró ser capaz de mejorar notablemente este indicador.

En la investigación con bagre ya anteriormente mencionado, la conver sión alimenticia fue mejor con el alimento en el que se sustituyo a la ha rina de pescado por harina de mosca en un 50 %. (35)

La eficiencia alimenticia resultó una medida de mayor precisión para evaluar la relación consumo-ganancia en comparación con la conversión ali-men ticia. Esto permite suponer que existen ventajas para el análisis esta-dís tico al usar la eficiencia en vez de la conversión alimenticia, proba-ble mente debido al hecho de que la distribución de la conversión alimen ticia es normalizada al utilizar su inversa (la eficiencia).

AUMENTO DE TALLA

Aunque no hay información sobre este tema el aumento de talla fue ma yor en los lotes a los que se les administró harina de pupa de mosca.

Los resultados obtenidos, muestran respuestas similares en esta variable a los obtenidos en la ganancia diaria de peso en donde los tratamientos 2, 3 y 4 tuvieron una tendencia muy similar y en los lotes 1 y 5 el aumento de talla se redujo ligeramente.

CONCLUSIONES

Entre los cinco grupos no se encontraron diferencias estadísticas -- para ninguno de los parámetros productivos analizados ($P > 0.05$). Sin embargo se apreció una tendencia a mejorar estos parámetros en los lotes -- a los que se les proporcionó harina de pupa de mosca. (Cochliomyia hominivorax).

La sustitución de harina de pescado por harina de pupa de mosca --- (Cochliomyia hominivorax) se puede realizar hasta en un 100% .

Con el 25% de sustitución se observa un provechamiento homogéneo -- del alimento, que se manifiesta en un equilibrio en los resultados obtenidos de los parámetros productivos analizados, los cuales no tuvieron diferencias significativas.

Con la suplementación de harina de pupa de mosca en un 75% se observa una tendencia a incrementar el consumo de alimento y el aumento de talla.

Se observa una tendencia a incrementar la conversión alimenticia en las dietas en las que se utiliza harina de pupa de mosca (Cochliomyia hominivorax).

Después de obtenidos los resultados de este experimento, el nivel - de sustitución de harina de pescado por harina de pupa de mosca (Cochliomyia hominivorax) que se recomienda es el de 75%, ya que con éste se obtuvo la mayor ganancia de peso y de talla, además de que todos los peces de este lote tubieron un crecimiento homogéneo.

Se recomienda que se realicen investigaciones que nos permitan conocer la capacidad de la harina de pupa de mosca para aprovechar más las - vitaminas o si es que ésta aporta más vitaminas a la dieta; también, hacer investigaciones con niveles de sustitución distintos a los probados en el presente trabajo y con animales de diferentes etapas de desarrollo, para que en base a esto, podamos conocer en que otros parametros productivos puede ser benéfica la harina de pupa de mosca (Cochliomyia hominivorax).

CUADRO No. 1

**ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA UTILIZADA EN LA CRIA
DE TRUCHA ARCOIRIS DURANTE LA FASE EXPERIMENTAL (33)**

| ANALISIS | VALOR NORMAL (33). | C A N A L E T A | | | | |
|-------------------|--------------------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | | Nº 1 | Nº 2 | Nº 3 | Nº 4 | Nº 5 |
| TEMPERATURA (°C) | < 15* | 11.19 | 11.19 | 11.19 | 11.19 | 11.19 |
| OXIGENO (ppm) | 6-8 | 6.4 | 6.52 | 6.32 | 6.72 | 6.56 |
| ALCALINIDAD (ppm) | 20-200 | 52 | 52.11 | 51.3 | 51.3 | 51.3 |
| DUREZA (ppm) | 30-60 | 38.43 | 38.23 | 37.03 | 40.63 | 39.29 |
| pH | 6.8-8 | 7.24 | 7.38 | 7.43 | 7.48 | 7.43 |

* ESTA TEMPERATURA ES OPTIMA PARA LA REPRODUCCION Y ES
LA QUE SE ENCONTRO EN EL CENTRO ACUICOLA " EL ZARCO"

CUADRO No. 2

EFFECTO DE LA SUBSTITUCION DE HARINA DE PUPA DE MOSCA EN
LA GANANCIA DE PESO DE TRUCHA ARCOIRIS

| TRATAMIENTO | P.I. (g) | P.F. (g) | G.T.P. (g) | G.D.P. (g) |
|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 1 | 0.24 | 0.76 | 0.52 | 0.0092 |
| 2 | 0.24 | 1.02 | 0.78 | 0.0139 |
| 3 | 0.23 | 1.01 | 0.78 | 0.0139 |
| 4 | 0.26 | 1.04 | 0.78 | 0.0139 |
| 5 | 0.23 | 0.96 | 0.74 | 0.0130 |

P.I.- PESO INICIAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO

P.F.- PESO FINAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO

G.T.P.- GANANCIA TOTAL DEL PESO PROMEDIO POR TRATAMIENTO

G.D.P.- GANANCIA DIARIA DE PESO PROMEDIO POR TRATAMIENTO

CUADRO No. 3

**EFFECTOS DE LA SUBSTITUCION DE HARINA DE PUPA DE MOSCA EN
EL CONSUMO, CONVERSION Y EFICIENCIA ALIMENTICIA DE TRU--
CHA ARCOIRIS**

| TRATAMIENTO | C.A.T. (g) | C.A.D. (g) | C.A. | E.A. |
|-------------|---------------|---------------|-------|-------|
| 1 | 1.855 | 0.033 | 3.567 | 0.280 |
| 2 | 2.043 | 0.036 | 2.619 | 0.381 |
| 3 | 2.209 | 0.039 | 2.832 | 0.353 |
| 4 | 2.265 | 0.040 | 2.903 | 0.344 |
| 5 | 1.927 | 0.034 | 2.639 | 0.378 |

C.A.T.- CONSUMO DE ALIMENTO TOTAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO

C.A.D.- CONSUMO DE ALIMENTO DIARIO PROMEDIO POR TRATAMIENTO

C.A.- CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO POR TRATAMIENTO

E.A.- EFICIENCIA ALIMENTICIA PROMEDIO POR TRATAMIENTO

CUADRO No. 4

EFFECTO DE LA SUBSTITUCION DE HARINA DE PUPA DE MOSCA EN
LA TALLA DE TRUCHA ARCOIRIS

| TRATAMIENTO | T.I. (cm) | T.F. (cm) | T.T.G. (cm) | T.G.D. (cm) |
|-------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| 1 | 3.010 | 4.150 | 1.14 | 0.0203 |
| 2 | 3.000 | 4.480 | 1.48 | 0.0264 |
| 3 | 3.010 | 4.480 | 1.47 | 0.0262 |
| 4 | 3.000 | 4.510 | 1.51 | 0.0269 |
| 5 | 3.000 | 4.390 | 1.39 | 0.0248 |

T.I.- TALLA INICIAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO

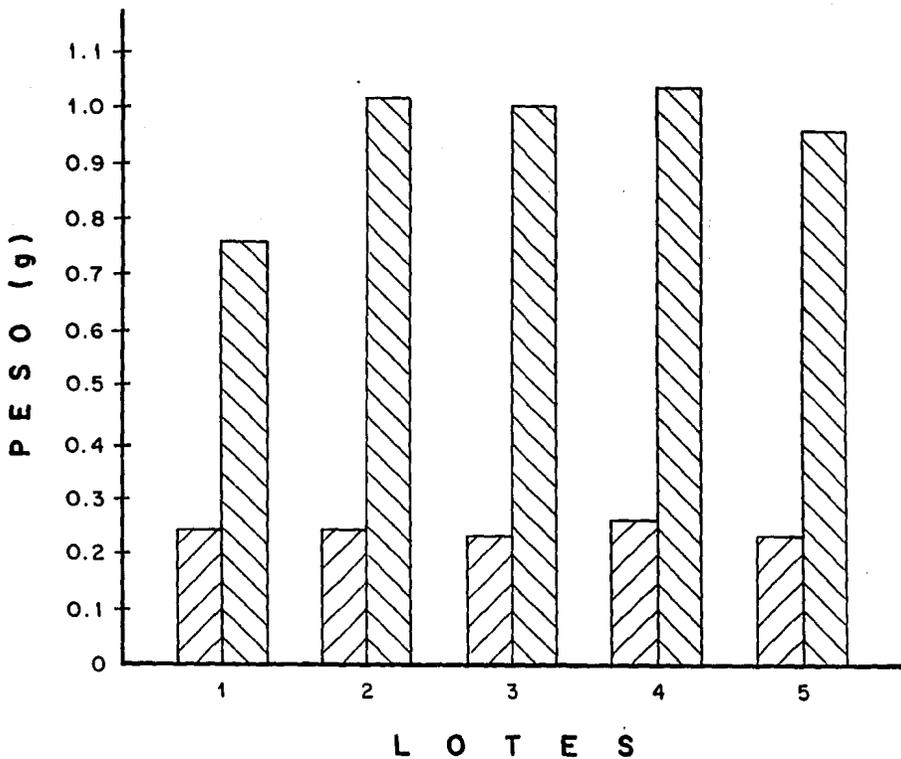
T.F.- TALLA FINAL PROMEDIO POR TRATAMIENTO

T.T.G.- TALLA TOTAL GANADA PROMEDIO POR TRATAMIENTO

T.G.D.- TALLA GANADA DIARIAMENTE PROMEDIO POR TRATAMIENTO

GRAFICA N° 1

AUMENTO DE PESO COMPARATIVO ENTRE LOTES ALIMENTADOS CON HARINA
DE PUPA DE MOSCA (Cochliomyia hominivorax)



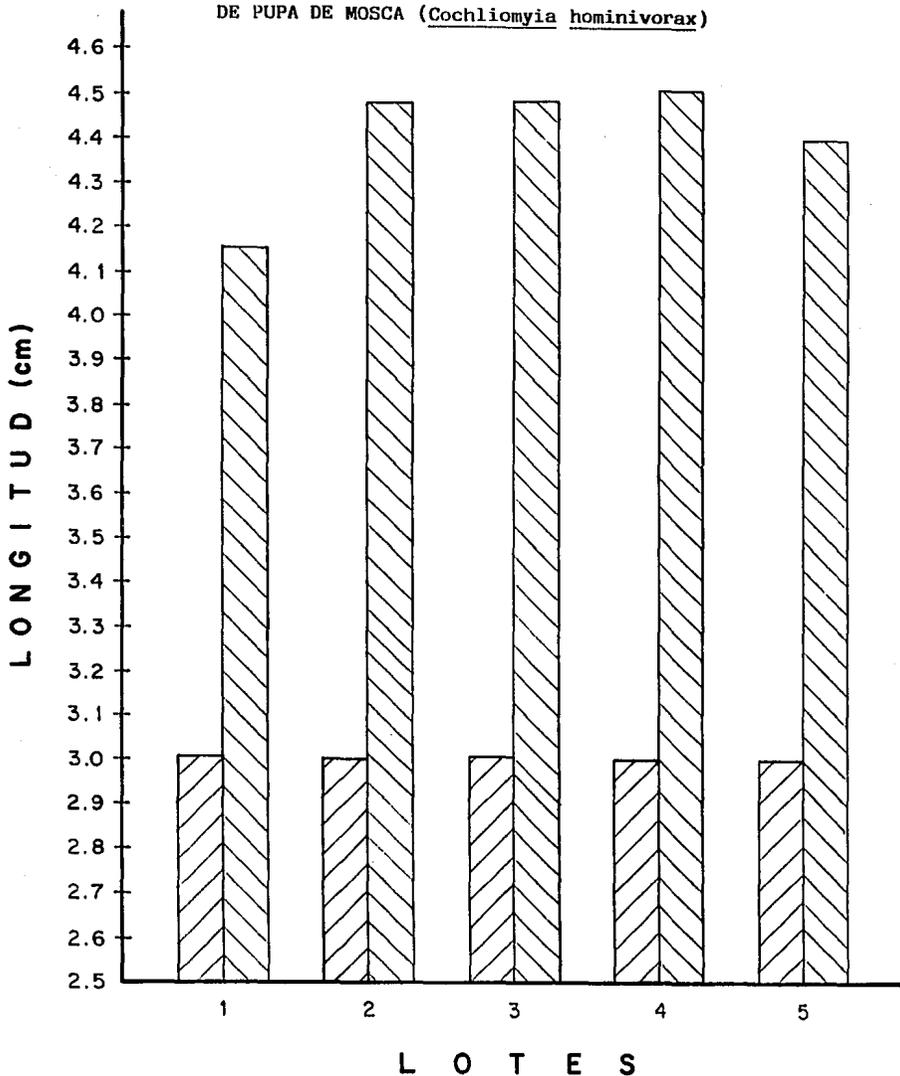
PESO INICIAL

PESO FINAL



GRAFICA N° 2

AUMENTO DE TALLA COMPARATIVO ENTRE LOTES ALIMENTADOS CON HARINA
DE PUPA DE MOSCA (*Cochliomyia hominivorax*)



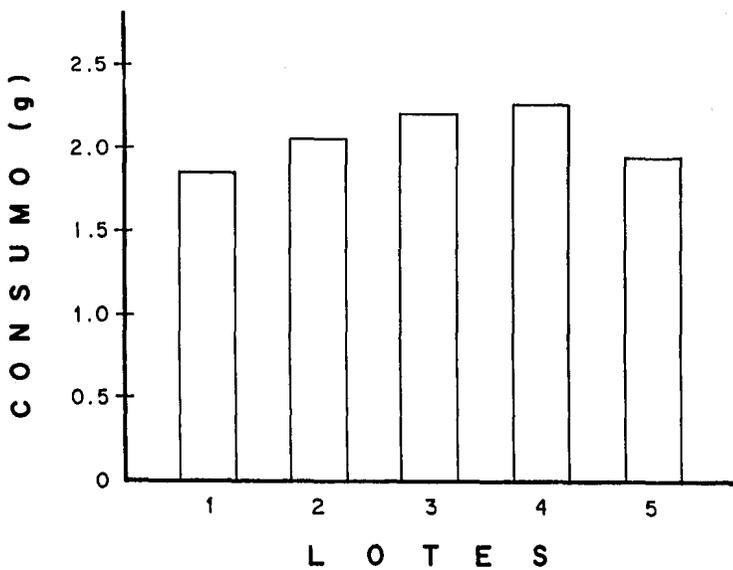
TALLA INICIAL



TALLA FINAL

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

GRAFICA Nº 3
CONSUMO DE ALIMENTO COMPARATIVO ENTRE LOTES ALIMENTADOS CON HARINA
DE PUPA DE MOSCA (Cochliomyia hominivorax)



LITERATURA CITADA

- 1.- Arrignon, J.: Ecología y Piscicultura de aguas dulces. 2a. ed. Ediciones Mundi - Prensa, Madrid, (1984).
- 2.- Austreng, E.: Fat - containing bleaching earth as a feed constituent for rainbow trout. Aquaculture. 15 : 333-343, (1978).
- 3.- Austreng, E. and Refstie, T.: Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. Aquaculture. 18: 145-156, --- (1979).
- 4.- Austreng, E.; Skrede, A. and Eldegard, A.: Digestibility of fat and fatty acids in rainbow trout and mink. Aquaculture. 19 : 93-95, -- (1980).
- 5.- Bergot, F.: Carbohydrate in rainbow trout diets: effects of the level and source of carbohydrate and the number of meals on growth and body composition. Aquaculture. 18: 157-167, (1979).
- 6.- Cowey, B. C., Mackie, M. A. and Bell, G. J.: Nutrition and feeding in fish. Academic Press Inc. (London) LTD., (1985).
- 7.- Dabrowski, K.; Hassard, S.; Quinn, J.; Pitcher, T. J. and Flinn A. M.: Effect of Geotrichum candidum protein substitution in pelleted fish - feed on the growth of rainbow trout (Salmo gairdneri Rich.) and on utilization of the diet. Aquaculture. 21: 213-232, (1980).
- 8.- Drummond, S.S.: Trout farming handbook. 4a. ed. Fishing News books -- LTD. Farnham, Surrey, England, (1985).
- 9.- Fauconneau, B.; Choubert, G.; Blanc, D.; Breque, J. and Luquet, P.: Influence of environmental temperature on flow rate of foodstuffs -- through the gastrointestinal tract of rainbow trout. Aquaculture. 34: 27-39, (1983).
- 10.- Flores, F. J. M.: Evaluación de la harina de mosca doméstica (Musca domestica L.) como sustituto de harina de carne en una ración para -- pollos de engorda. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agro-- pecuarias y Marítimas. I.T.E.S.M., Monterrey N.L., (1981).

- 11.- Francoise, B. and Jeannine, B.: Digestibility of starch by rainbow - trout: Effects of the physical state of starch and of the intake -- level. Aquaculture. 34: 203-212, (1983).
- 12.- García, E.: Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3a. ed. Instituto de Geografía, U.N.A.M. México, (1981).
- 13.- Halver, J. E.: Fish Nutrition. John E. Halver. New York, (1972).
- 14.- Hilton, J. W.; Cho, C. Y. and Slinger, S. J.: Effect of extrusion -- processing and steam pelleting diets on pellet durability, pellet wa- ter absorption, and the physiological response of rainbow trout --- (Salmo gairdneri R.). Aquaculture. 25: 185-194, (1981).
- 15.- Huet, M.: Textbook of fish culture: Breeding and cultivation of fish. Fishing News Book. Byfleet, Eng. (1972).
- 16.- Klontz, W. G.; Downey, C. P. and Focht, L. R.: A manual for trout and salmon production. Sterling H. Nelson and sons, Inc., Murray Elevators Division. Utah, (1979).
- 17.- Leitritz, E.: Cultivo de trucha. Bowden, Fisheries Research, New York (1976).
- 18.- National Research Council. Subcommittee on Fish Nutrition. Committee on Animal Nutrition. Nutrient requirements of trout, salmon and cat- fish. National Research Council. Washinton, (1973).
- 19.- Pacheco, A. A. J.: Larva de mosca (Musca domestica) alternativa como fuente de proteína en la cria de codorniz (Cotornix sp.). Tesis de - licenciatura. U. A. CH., México, (1960).
- 20.- Pérez, S.L. A.: Piscicultura: ecología explotación, higiene. El Manu- al Moderno, México. (1982).
- 21.- Phillips, A.M.: Trout Feeds and Feeding, Manual of Fish Culture 3. - B. V. Wash, (1970).

- 22.- Pieper, A. and Pfeffer, E.: Studies on the comparative efficiency of utilization of gross energy from some carbohydrates, proteins and -- fats by rainbow trout (Salmo gairdneri, R.). Aquaculture.: 20 : 323-332, (1980).
- 23.- Prieto, H. F.: Desarrollo tecnológico de la alimentación acuicola en México. Memorias del 2o. simposio Latinoamericano de acuicultura. - México, D. F., 1980. 3043-3047, Talleres Gráficos de la Nación, México, D.F. (1980).
- 24.- Refstie, T. and Austreng, E. : Carbohydrate in rainbow trout diets. III. Growth and chemical composition of fish from different families fed four levels of carbohydrate in the diets. Aquaculture. 25: 35-49 (1981).
- 25.- Reyes, G. C.: Empleo de insectos como complemento alimenticio para bagre (Ictalurus punctatus Raf.). Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agropecuarias y Maritimas. I. T. E. S. M., Monterrey N.L. (1975).
- 26.- Roberts, J. R. y Shepherd, J. C.: Enfermedades de la trucha y el salmón. Acribia, Zaragoza, España, (1979).
- 27.- Rubin, R. R.: La piscifactoria: Cria industrial de los peces de agua dulce. Compañía Editorial Continental, México, ().
- 28.- Rychly, J. and Spannhof, L.: Nitrogen Balance in trout. I. Digestibility of diets containing varying levels of protein and carbohydrate. -- Aquaculture. 16 : 39-46, (1976).
- 29.- Stevenson, P. J.: Manual de cría de la trucha. Acribia, Zaragoza, España, ().
- 30.- Tacon, A. G. J.; Stafford, E. A. and Edwards, C.A.: A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid -- worms for rainbow trout. Aquaculture. 35: 187-199, (1983).
- 31.- Vahl, O.: An hypothesis on the control of food intake in fish. Aquaculture. 17: 221-229, (1979).

- 32.- Villasana, G.J.A.: Producción de larvas de mosca (Musca domestica L.) y su evaluación biológica como fuente de proteína y energía en raciones para aves. Tesis de licenciatura. U. A. CH., México, (1981).
- 33.- Wedemeyer, G. A., and Wood, J.M.: Stress as a predisposing factor in fish diseases, F. D. L. - 38, UFFWF, 1974, en: Guia práctica para el cultivo de la trucha arcoiris (Salmo gairdneri) . Dir. Gral. de Public. de la SEPESCA. México.
- 34.- Wilson, R. P.; Cowey, C. B.; Adron, J. W.: Effects of dietary electrolyte balance on growth and acid-base balance in rainbow trout (Salmo gairdneri). Comp. Biochem. Physiol.: 82 (2): 257-260, (1985).
- 35.- Zúñiga, J. C.: Empleo de harina de mosca Anastrepha ludens (Loew) en la dieta alimenticia del bagre (Ictalurus punctatus Raf.). en fase de alevin y juvenil. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Agropecuarias y Maritimas. I. T. E. S. M. , Monterrey, N. L., (1978).