



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

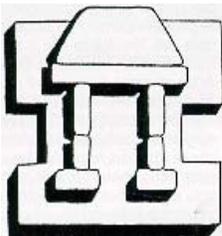
**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

LABORATORIO DE ECOLOGÍA DE PECES

EFFECTO DE TRES DIETAS: COMERCIAL, DE
LOMBRIZ (*Eisenia foetida*) Y MIXTA EN EL
CRECIMIENTO DEL ESTADÍO JUVENIL
(12-20 cm) DE LA TRUCHA ARCOIRIS
Oncorhynchus mykiss

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
B I O L O G O
P R E S E N T A
JUAN PEÑALOZA VICTORIA

DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ADOLFO CRUZ GÓMEZ
CODIRECTORA DE TESIS: ASELA RODRÍGUEZ VARELA



Tlalnepantla, Estado de México 2005



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional por brindarme una educación con profesores con amplia experiencia en su campo.

Al M. en C. Adolfo Cruz Gómez por aceptar dirigir, asesorar y revisar este trabajo, por sus valiosas aportaciones, sugerencias y orientaciones a lo largo de su realización.

A la Biol. Asela Rodríguez Varela por su valiosa cooperación en la realización de este trabajo, por todas y cada una de esas aportaciones que me sirvieron para reforzar mis conocimientos en el área de la Truticultura y por la paciencia brindada a mi persona.

A mis padres Silvia y Felipe y mis hermanos Luis, César, Alicia y Reyna por todo el apoyo recibido durante mi formación profesional.

A mi Familia, Vero, Abi y ¿? por todo su gran amor y apoyo.

DEDICATORIA

A mi familia, con mucho cariño y amor.

A mis padres, Silvia y Felipe por el apoyo en todos estos años, por sus sacrificios para brindarme una educación que finalmente concluyó con una carrera profesional y por el cariño que me han dado durante todos estos años.

A mis hermanos Luis, César, Alicia y Reyna por su apoyo en los momentos en los que más los necesité, por su paciencia y cariño.

A mi esposa Verónica por todo ese apoyo, amor, cariño y comprensión brindado durante mi carrera y mi vida familiar.

A mis hijos, Abigail y ¿?, por esos momentos felices que me han dado.

ÍNDICE

Resumen	1
Introducción	1
Objetivos	5
Antecedentes	6
Zona de Estudio	14
Metodología	16
Resultados	21
Discusión.....	33
Conclusiones	44
Literatura Citada	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Ubicación de la granja Tepehuaje, San Pedro Atlapulco, Mpio. Ocoyoacac, Edomex.	15
Fig. 2	Incremento neto en peso al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris <i>O. mykiss</i> después de 120 días de experimentación.....	22
Fig. 3	Tasas de crecimiento diario promedio en peso obtenidas al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris <i>O. mykiss</i>	23
Fig. 4	Modelos de crecimiento exponencial individual en peso promedio de las truchas arcoiris <i>O. mykiss</i> alimentadas con tres diferentes dietas después de 120 días de experimentación	24
Fig. 5	Incremento neto en longitud obtenido al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris <i>O. mykiss</i> durante 120 días de experimentación	26
Fig. 6	Tasas de crecimiento diario promedio en longitud obtenidas al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris <i>O. mykiss</i>	26
Fig. 7	Crecimiento exponencial individual en longitud promedio de la trucha arcoiris <i>O. mykiss</i> con tres dietas durante 120 días de experimentación	28
Fig. 8	Gráficos que muestran las curvas obtenidas de la relación peso / longitud de las tres dietas durante los 120 días de experimentación.....	30
Fig. 9	Porcentajes de mortalidad obtenidos al aplicar tres dietas distintas a las truchas <i>O. mykiss</i>	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición de aminoácidos en la proteína de la lombriz (g/100g)(citado en Orozco, 1986)	3
Tabla 2	Composición química de harina de lombriz (<i>Eisenia foetida</i> y <i>Lumbricus rubellus</i>) en g/100g (citado en Martínez, 1996)	4
Tabla 3	Composición química del alimento marca “El Pedregal”	4
Tabla 4	Valores promedio obtenidos de la longitud (cm) y el peso (g) en la trucha arcoiris <i>O. mykiss</i> al inicio y al final de la experimentación	21
Tabla 5	Porcentajes de ganancia en peso obtenidas al aplicar tres dietas distintas a la trucha arcoiris <i>O. mykiss</i>	23
Tabla 6	Velocidad de crecimiento en peso a través del tiempo para cada una de las dietas evaluadas, así como el coeficiente de determinación	25
Tabla 7	Porcentajes de ganancia en longitud obtenidas al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris <i>O. mykiss</i>	27
Tabla 8	Velocidad de crecimiento en longitud a través del tiempo para cada una de las dietas evaluadas, así como el coeficiente de correlación	29
Tabla 9	Factor de condición de Fulton final al aplicar las tres dietas distintas sobre truchas arcoiris <i>O. mykiss</i>	31
Tabla 10	Eficiencia de Conversión de Alimento obtenida al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris <i>O. mykiss</i>	31
Tabla 11	Requerimientos de aminoácidos en la trucha arcoiris <i>O. mykiss</i> y contenido en la harina de lombriz (g/100g) (Orozco, 1986).....	38

Tabla 12	Minerales esenciales en la dieta de la trucha arcoiris <i>O. mykiss</i> y los contenidos en la harina de lombriz	40
Tabla 13	Requerimientos mínimos de vitaminas en salmónidos ...	41
Tabla 14	Requerimientos de ácidos grasos esenciales en peces (Wilson, 1991).....	42
Tabla 15	Costos de producción de cada una de las dietas por cada organismo alimentado hasta alcanzar su peso comercial de 350 g	43

INTRODUCCIÓN

La trucha arcoiris, *Oncorhynchus mykiss*, es un salmónido procedente del Pacífico de América del Norte, vive en aguas frías de corriente rápida, su piel presenta numerosos puntos negros estrellados y los adultos presentan una banda rosada de reflejos irisados sobre los flancos, que es más aparente en los machos durante la reproducción (Villarreal, 1988).

El cultivo de la trucha en México es una importante actividad económica para numerosas regiones la cual ha crecido no por iniciativa de algunos particulares, sino que buena parte ha sido solo promovida e inducida por el gobierno federal y los estatales, como fuente alterna de empleo para la gente que habita en las zonas forestales de nuestro país, ya que ofrece una opción diferente de desarrollo (Portilla, 1997).

En nuestro país, su cultivo se inició desde fines del siglo pasado para repoblar cuerpos de agua destinados a la pesca deportiva; sin embargo, las siembras y repoblaciones promovidas por algunas instituciones estatales y federales han ampliado su margen de distribución a más de 18 estados de nuestro país (Villarreal, 1988).

A nivel nacional, el gobierno mexicano cuenta con Centros Acuícolas destinados a la reproducción y engorda de trucha arcoiris, dentro de los cuales se encuentran los siguientes: El Zarco, localizado en el Estado de México, El centro acuícola de Calimaya, ubicado en el municipio del mismo nombre, Guachochi y Madera en Chihuahua, Pucuatón en Michoacán, Apulco en Puebla y Matzinga en Veracruz, además de dos piscifactorías en Chihuahua, una en Chiapas y otra en el Estado de México (Valdés, 2001).

La producción de trucha en México no ha logrado abarcar en su totalidad la demanda nacional, que en los últimos años se ha incrementado, como lo cita Valdés (*op. cit.*) para la producción en el Estado de México, que se ubica como el principal centro productor de trucha a nivel nacional, el cual registró en el año de 1987 una producción anual cercana a 2000 ton., y para el año de 2004 alcanzó una producción de 1800 ton (www.edomex.gob.mx).

En particular, el desarrollo óptimo de esta actividad requiere tomar en cuenta básicamente algunos factores esenciales, como son: agua, estanquería, prácticas de manejo y alimento (Valdés, 2001). Con respecto a este último factor, Blanco (1995) menciona que la alimentación de las truchas que se encuentran sometidas a un régimen intensivo de cría, debe ser dirigida a la ganancia de peso y la rapidez de crecimiento, ya que son un aspecto primordial; en este sentido, la utilización del alimento debe ser en cantidad y calidad suficientes para conseguir estos efectos, con el mínimo costo y máximo rendimiento.

Anteriormente, en los criaderos rústicos y piscifactorías se consideraban sus hábitos alimenticios, ya que al ser una especie carnívora, era posible suministrarles restos de organismos como pollo, cerdo, borrego, caballo y vaca, que se criaban en las zonas trutícolas, además de subproductos de la pesca (Jiménez y Bracamontes, 1987; Jiménez, 1995). Sin embargo, esta dieta no cubría completamente sus requerimientos nutricionales, por lo cual, en 1986 al menos cuatro diferentes marcas de alimento balanceado para trucha se encontraban en el mercado siendo estas: Albamex, Purina, Aceitera La Tapatía y El Pedregal (Valdés, 2001). Para los noventa, se han incrementado las investigaciones tendientes a elaborar industrialmente alimentos artificiales secos que logren conseguir crecimientos adecuados a las necesidades de la truiticultura (Blanco, 1995).

Empero, al considerar los costos necesarios para el cultivo intensivo de la trucha, se calcula que el mayor concepto de éstos, corresponde a la inversión en alimento (entre el 40 y el 60%) (Jiménez, 1995; De la Higuera y Cardenete, 1993), por lo cual se plantea la necesidad de utilizar otros alimentos alternativos a más bajo costo y con excelente calidad nutritiva.

Jiménez y Bracamontes (1987) mencionan que en México existen algunas materias primas potenciales de origen vegetal para fabricar alimentos para la trucha como: sorgo, maíz, trigo, yuca, camote, soya, ajonjolí y algas.

Por otra parte, se han utilizado hidrolizados de plumas y harinas de restos de la industria avícola (huevos, embriones, patas), pero pese a su elevado contenido proteico, presentan una baja digestibilidad, no

obstante en la trucha se han logrado buenos resultados (de la Higuera y Cardenete, 1993).

En particular, el uso de lumbrícidos para estos fines, en forma de harina parece ser bien tolerado e incluso, promueve el crecimiento de la trucha arcoiris (Stafford y Tacon, 1984). Además se ha empleado como suplementos proteínicos en dietas terminales para aves, peces y cerdos. Puede constituir un alimento alternativo excelente dada su composición: 60-70% de proteínas, en las que se incluyen aminoácidos como los que se presentan en la Tabla 1, 7-10% de grasas, 18-20% carbohidratos, 2-3% de minerales y numerosas vitaminas (Orozco, 1986), en la Tabla 2 y se aprecian algunos valores sobre su análisis químico proximal.

TABLA 1. Composición de aminoácidos en la proteína de la lombriz (g/100g) (citado en Orozco, 1986).

AMINO ACIDOS	MC INROY (1971) a	TABOG A (1980) b	SERIE (1981) a	GRAFF (1981) a	GRAFF (1981) c	TACON, STAFF ORD Y EDWAR	FM d	MM d	INN b
ALA	6.1	5.4	6.0	6.0	5.2	3.16			4.72
ARG*	6.1	7.3	6.8	6.1	6.1	2.73	6.7	6.5	1.66
ASP		10.5		11.0	10.3	4.52			8.22
CYS	1.8	1.8	3.8	1.4	1.6	0.34	1.1	1.3	
GLUT		13.2		15.4	13.8	8.60	14.8	13.8	12.50
GLICINA		4.3	4.8			3.13	4.0	7.2	4.62
HIST	2.2	3.8	2.6	2.3	2.6	1.44	2.0	2.5	1.40
ISOLEU*	4.6	5.3	4.2	4.7	4.5	2.01	2.5	6.0	4.40
LEUS*	8.1	6.2	7.9	8.2	7.9	4.03	6.4	8.4	6.97
LIS*	6.6	7.3	7.1	7.5	7.1	3.17	6.9	10.4	8.41
MET*	1.5	2.0	3.6	1.8	2.0	1.36	1.5	3.0	1.74
FENIL	4.0	5.1	3.7	3.5	4.1	1.93	3.5	4.2	3.18
PROL		5.3				2.31			2.80
SER		5.8	4.7	4.8	4.8	2.52			3.13
TREO*	5.3	6.0	4.8	4.7	4.8	2.72	3.3	4.6	5.85
TRIYP*		2.1				0.35	.5	1.1	.62
TIR		4.6	2.2	3.0	3-4	1.68	1.6	3.0	2.84
VAL	5.1	4.4	4.9	5.2	5.0	2.26	4.7	5.7	5.18

* aminoácidos esenciales; a) *Eisenia foetida*, b) mezcla de *Eisenia foetida* – *Lumbricus rubellus*, c) *Eudrilus eugeniae*, d) MM Harina de carne, FM Harina de pescado, INN Instituto Nacional de Nutrición.

TABLA 2. Composición química de harina de lombriz (*Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*) en g/100g (citado en Martínez, 1996).

Proteína	66.8+/-3.2
Lípidos	8.8+/-0.9
Humedad	7.3+/-0.7
Ceniza	8.4+/-0.6
Fibra cruda	1.3+/-0.8
Carbohidratos	1.2+/-0.2
Nitrógeno no proteico	5.7+/-0.4
Otros	0.5+/-0.3

En la Granja “Tepehuaje” actualmente se cultiva trucha arcoiris en estanques, empleando alimento balanceado de la marca PEDREGAL; sin embargo, se desconoce su eficiencia y los rendimientos piscícolas obtenidos a partir de su suministro en este lugar y bajo las condiciones de estanquería rústica. En la Tabla 3 se aprecia la composición química de este alimento según el tamaño de partícula empleada para las diferentes etapas de crecimiento de las truchas.

TABLA 3. Composición química del alimento marca “El Pedregal”.

Tipo de alimento	Proteína mínima	Grasa mínima	Fibra mínima	Ceniza mínima	Humedad mínima
Alevín I	52	14	1.2	11	10
Alevín II	52	14	1.2	11	10
Migaja fina	45	14	2.5	11	10
Migaja gruesa	45	14	2.5	11	10
3/32	38	10	3	13	10

Por lo cual, en esta investigación se plantea evaluar la calidad del alimento comercial arriba mencionada, de la lombriz *Eisenia foetida* empleada en la dieta para las truchas y una tercera dieta mixta a base de alimento comercial y lombriz en proporción 1:1.

RESUMEN

La producción de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en México se ha visto frenada por los elevados costos de producción, en particular por la inversión del alimento (hasta 60%); por lo cual se pretende emplear alimento alternativo a bajo costo y calidad nutritiva. En este trabajo se propuso evaluar tres dietas: comercial, de lombriz y mixta, (combinación de comercial y lombriz) en el estadio juvenil de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* en la granja Tepehuaje (Atlapulco, EDOMEX). Por lo cual se obtuvieron y seleccionaron los organismos y se distribuyeron en tres lotes, se les suministró las dietas y se tomaron los registros de talla y peso quincenalmente durante 120 días. Se evaluaron las dietas con los parámetros nutricionales: tasa de crecimiento en peso y longitud, porcentaje de ganancia en peso y longitud, eficiencia de conversión alimenticia, factor de condición, porcentaje de mortalidad y curvas de crecimiento para cada dieta. Los resultados mostraron que la dieta mixta alcanzó los valores más altos en la tasa de crecimiento específica y porcentaje de ganancia en peso con 0.71 g/día y 261.74% respectivamente. En cuanto a las velocidades de crecimiento, se determinó una mayor ganancia en peso con la dieta mixta, con 0.0108 g/día. Con relación a la tasa de crecimiento específica en longitud, los valores más elevados fueron de 0.0035 cm/día con las dietas mixta y comercial; por otra parte, en el porcentaje de ganancia en longitud se obtuvo el valor más alto de 59.41% con la dieta mixta. Y en relación al factor de condición registrado, se observó que con la dieta mixta las truchas estuvieron en mejores condiciones fisiológicas; la mortalidad durante el experimento fue la más baja en la dieta mixta, con 7.5% y para la de dieta con lombriz y la comercial fue de un 20%.

OBJETIVOS

GENERAL:

Evaluar el efecto de tres dietas: comercial, con lombriz (*Eisenia foetida*) y mixta (50% lombriz y 50% comercial) en el crecimiento en el estadio juvenil (12 – 20 cm) de la trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* al término de 120 días de experimentación.

PARTICULARES:

- Obtener el porcentaje de ganancia en peso
- Obtener el modelo de crecimiento en peso
- Obtener el porcentaje de ganancia en longitud
- Obtener el modelo de crecimiento en longitud
- Obtener el factor de condición
- Obtener la eficiencia de conversión alimenticia
- Obtener el porcentaje de mortalidad

ANTECEDENTES

Guerra (1982) realizó un estudio preliminar sobre la utilización de la lombriz de tierra en la alimentación del bagre de canal.

Akiyama *et al.* (1984), Stafford y Tacon (1984) y Velázquez *et al.* (1991) incluyeron harina de lombriz en las dietas para la trucha arcoiris, observando que éstas la han tolerado e incluso ha promovido su crecimiento.

Steffens (1985) realizó un experimento para reducir el contenido proteico en dietas para trucha arcoiris sustituyéndolo por 1) aceite de semillas con flores, 2) aceite de hígado y 3) aceite de pescado, encontrando que los valores en peso fueron más altos para las dos primeras dietas.

Stevenson (1985) menciona que la tasa metabólica de la trucha influye en la cantidad de alimento que requiere y a su vez, ésta depende de la temperatura del agua.

Reyes *et al.* (1986, citado por Jiménez, 1995) realizaron una evaluación del crecimiento de trucha arcoiris tomando en cuenta tres variables: densidad, alimento y ración alimentaria para su cultivo, obteniendo un rendimiento de 9.4 kg/m³/6 meses.

Becerril y Velázquez (1987) evaluaron el efecto de una dieta tipo contra una dieta comercial sobre el rendimiento de la trucha arcoiris durante un período de 12 semanas en el Centro Acuícola "El Zarco". La dieta tipo contenía harina de pescado (37%), soya (25%), trigo (21%), leche descremada (5%), levadura de cerveza (5%), sebo de res (0.078%), mezcla de vitaminas (A, D, E, K₃ B₁₂, Ac. Ascórbico, Tiamina, Riboflavina, Piridoxina, Ac. Pantoténico, Ac. Fólico, Niacina, Biotina, Colina, Inositol) (2.425%) y mezcla de minerales (P, Ca, Fe, Cu, Co, Mg, Zn) (2.00%). La dieta control resultó mejor que la dieta tipo, debido tal vez al suministro de sebo de res, por lo cual proponen el uso de aceites para obtener mejores resultados.

Jiménez y Bracamontes (1987) evaluaron el efecto de una dieta tipo (la misma que emplearon Becerril y Velázquez, antes mencionados) y una comercial sobre el rendimiento de la trucha

arcoiris (*Salmo gairdneri* Richardson) en el estadio juvenil durante cuatro meses y medio, estos valores observaron que en varios parámetros nutricionales la dieta comercial fue superior a la dieta tipo, principalmente el factor de conversión alimenticia y la tasa de crecimiento específica.

De la Higuera *et al.* (1988) evaluaron la calidad nutritiva de la semilla lupino o altramuz (leguminosa) como alimento para la trucha arcoiris, incorporándolo en un 10, 20, 30 y 40% a la dieta (crudo y precalentado) y encontraron que al sustituir el 30% en la dieta promovía un buen crecimiento, en general fue bien aceptado por la trucha, sin embargo, su rechazo en elevadas concentraciones se debe tal vez a su contenido en alcaloides, que puede influir en sus propiedades organolépticas.

Billard (1991) menciona que el régimen alimentario de la trucha está prácticamente desprovisto de glúcidos y cuando se incorpora más del 20% a su dieta se manifiesta intolerancia, en cambio, la eficacia de la digestión aumenta cuando el peso molecular de los glúcidos disminuye; en relación a los lípidos, comenta que son de gran importancia porque constituyen vectores de ácidos grasos esenciales, de vitaminas liposolubles y de pigmentos carotenoides. Los ácidos grasos son de la serie n-3 y es el ácido linolénico uno de los más indispensables, ya que la necesidad de éste se considera equivalente al 1% de la dieta.

Stickney (1991) muestra una tabla en la cual da a conocer las tasas de alimentación para la trucha arcoiris, en función del tamaño del cuerpo y las variaciones de la temperatura del agua y menciona que la frecuencia de alimentación disminuye cuando la trucha crece.

Alanärä (1992) empleó técnicas de alimentación para trucha arcoiris, una dándoles alimento sin restricción y con las otras se empleó un autoalimentador que controló el tiempo de alimentación. No se observaron diferencias entre la proporción de crecimiento de las truchas con las dos técnicas, concluyó que la técnica con el autorregulador induce tensión y una elevada competencia por el alimento, lo que conlleva a pérdidas de energía a nivel metabólico.

De la Higuera y Cardenete (1993) mencionan que se han empleado hidrolizados de plumas, harinas de sangre, harinas de restos de la industria avícola (embriones, huesos, patas, etc.), harinas de carne y huesos, pero pese a su alto contenido en proteínas, algunas de estas harinas presentan baja digestibilidad y deficiencias en aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano.

Fernández y Blasco (1993) mencionan que la harina de soya, por su contenido proteico puede promover tasas de crecimiento aceptables en peces, con un tratamiento previo para eliminar el elevado contenido en lípidos contenidos en la semilla.

Alanärä (1994) evaluó el efecto de la temperatura, el contenido energético de una dieta y el nivel de recompensa sobre la demanda de alimento en la trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), observando que a 5°C las truchas crecen más lentamente que a 15°C, obteniendo buenos resultados a esta temperatura; además, no encontró diferencias significativas en los tres grupos de peces con distinto nivel energético (alto, medio y bajo) y en cuanto al nivel de recompensa, el más elevado exhibió también el mayor crecimiento.

Ferruzzi (1994) recomienda el uso de la carne de lombriz como alimento base o como integrante de los piensos tradicionales para las explotaciones de truchas, ya que se ha calculado que la carne de lombriz contiene del 68 al 82% de proteínas.

Woodward (1994) investigó los requerimientos vitamínicos en la dieta para truchas juveniles, con especial énfasis en valores estimados para salmónidos. Menciona que los valores en ocasiones son muy altos o que son solubles en agua lo que hace difícil su cuantificación, en cuanto a los contenidos mínimos en la dieta, señala que se han ido estimando según los síntomas que presentan los salmónidos.

Jiménez (1995) empleó cuatro marcas diferentes de alimento tradicionales (Albamex, Hacienda, Pedregal y Purina) y una dieta experimental CINVESTAV (Harina de pescado 44.12%, de soya 32.31%, almidón 10.90%, aceite de pescado 7.54%, de soya 0.13%, carboximetil celulosa 2%, vitaminas 2% y minerales 1%) para la engorda de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*), obteniendo los mejores resultados con la dieta del CINVESTAV en cuanto a los

parámetros nutricionales y poblacionales se refiere, seguido de las marcas Albamex y Pedregal. Con la dieta experimental se registró un rendimiento de 6.33 kg/m^3 , también probó tres densidades de siembra: 35, 45 y 55 organismos/ m^3 , siendo la mejor de 35 org/ m^3 . En el análisis proximal hecho al alimento balanceado de la marca pedregal obtuvo lo siguiente: 31.58% de proteínas, 11.74% de lípidos, 28.2% de carbohidratos, 4.73% de fibras y 12.43% de cenizas.

Arzel *et al.* (1995) estudiaron los requerimientos de proteína en la trucha café, empleando dietas con niveles de 38 a 65% de contenido proteico. Los resultados no mostraron diferencias en relación a la digestibilidad de las proteínas en ninguna de las dietas, sin embargo, en relación al peso ganado (g/pez) se observó que conforme se incrementaba el contenido proteico, también lo hacía el peso. Concluyeron que los requerimientos de proteína son altos para esta especie, 2 g por cada 100 g del peso del cuerpo por día.

Pond *et al.* (1995) señalan que para la trucha arcoiris el porcentaje estimado de proteína en la dieta es de 40%, además mencionan los requerimientos de aminoácidos expresados como porcentaje de la dieta proteica, las carencias ocasionadas por una dieta deficiente en carbohidratos, vitaminas y minerales.

Arredondo *et al.* (1996) realizaron una investigación sobre el crecimiento, factor de conversión de alimento y calidad de agua del cultivo de trucha arcoiris en sistema cerrado, para lo cual se emplearon 95 juveniles con un peso promedio de 98.24 g y una longitud promedio de 22.47 cm que fueron colocadas en seis estanques rectangulares con una capacidad de carga de cada uno de 3 ind/ m^3 con un flujo de agua de 21 lts/min; se alimentaron tres veces al día con 41.9% de proteína y 0.12% de lípidos suministrando el 3% de la biomasa por estanque al día. Los resultados a 39 días de experimentación mostraron un incremento a 140 g y 26.4 cm, la TIC fue de 0.02276 y 9.03 respectivamente; el incremento en este sistema fue de 3.6 g /día, el cual superó al reportado en otros trabajos a pesar del incremento de temperatura reportado para esta especie.

Ruiz (1997) llevó a cabo un cultivo intensivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la presa La Obsidiana en Atopixco, municipio de Zacualtipan, Hidalgo. Obtuvo una tasa de

crecimiento de 2.26-3.79 % / día con una densidad de siembra de 40 org/m³, un rendimiento de 800 kg/ha/año y partiendo de truchas juveniles de 10 cm, con 40 g de peso, en tres meses alcanzaron una talla entre 40-50 cm y 285 g.

Refstie *et al.* (1997) estudiaron la adaptación de la trucha arcoiris a una dieta de harina de soya, emplearon cuatro grupos, el primero fue alimentado con harina de pescado, el segundo con una 60% de harina de soya, por un período de 28 días, después la tercera dieta contenía un marcador (Y₂O₃) y la cuarta dieta tenía 40% de harina de soya, por un lapso de 7 días. Los resultados mostraron que los peces que tuvieron un período de adaptación con harina de pescado crecieron mejor que los que incluyeron en su dieta altos niveles de harina de soya.

Tamaru *et al.* (1997) realizaron una investigación sobre los perfiles de ácidos grasos obtenidos al alimentar a truchas con dietas experimentales de: corazón de vaca, hígado de vaca, tubifex blanco, tubifex rojo, *Daphnia*, lombriz de tierra y larvas de mosquito. Los valores más bajos de ácidos grasos totales se presentaron con la lombriz de tierra y los más elevados con el hígado de vaca.

Burel *et al.* (1998) incorporaron altos niveles de lupino extruído en dietas para trucha arcoiris, evaluaron su efecto y valor nutricional. Los resultados mostraron que una sustitución del 50% de lupino arroja resultados equiparables con los de la dieta de harina de pescado, pero se observó una alta depositación de lípidos, en la dieta que contenía 70% de lupino se redujo el crecimiento en un 41%.

Lewell (1998) señala los requerimientos de aminoácidos para truchas juveniles y salmones, además da a conocer datos sobre los requerimientos vitamínicos para la trucha, menciona que requieren 15 vitaminas para asegurar un rápido crecimiento y buenas condiciones de salud. Menciona además el tiempo promedio en el cual aparecen síntomas y signos de la deficiencia de una vitamina en la dieta. También resume de modo general los principales minerales que necesitan las truchas, tales como el calcio, fósforo, magnesio, hierro, manganeso, cobre, selenio, yodo y zinc.

Ruohonen *et al.* (1998a) evaluaron el efecto de frecuencias de alimentación en el crecimiento utilizando como alimento pelet de arenque bajo en grasas para trucha arcoiris. El análisis de la regresión cuadrática indica que tres raciones de alimento se requieren para un máximo crecimiento. La proteína de pelet seco en la dieta fue retenida más eficientemente que la proteína del arenque.

La frecuencia de alimentación afectó el crecimiento del pez en ambas dietas e influyó en la composición de los lípidos, se incrementó cuando el pez tuvo más frecuencias de alimentación, por lo contrario, el tipo de dieta no afecta la composición de proteínas.

Los peces alimentados con arenque compensaron el contenido de humedad en la dieta consumiendo cuatro veces más alimento que aquellos alimentados con pelet seco. Las diferentes respuestas en el crecimiento en los dos tipos de dieta indican que puede ser porque las dietas tienen pocos nutrientes, siendo el caso del arenque. Por otra parte, se ha demostrado que los salmónidos requieren de tres veces o más alimento para saciar su hambre.

Ruohonen *et al.* (1998b) probaron dietas con altos niveles de humedad en truchas arcoiris. El crecimiento se vio afectado cuando el contenido de humedad en la dieta era de 50-55% de agua. Observaron que cuando la dieta tenía elevados niveles de humedad, las truchas lo compensaban consumiendo más alimento.

Storebakken *et al.* (1998) estudiaron la interacción entre la salinidad, dieta con diferentes fuentes y concentraciones de carbohidratos sobre la digestibilidad y la energía en la trucha arcoiris.

Sugiura *et al.* (1998) investigaron la digestibilidad aparente de proteína y la disponibilidad de minerales (Ca, K, P, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Sr, Zn) en varios ingredientes de alimentos (harina de arenque, de anchoveta, pez gato, de productos de aves de corral, de soya, de maíz) para salmón coho y trucha arcoiris usando trióxido de yodo. La digestibilidad aparente y la disponibilidad de K fue alta en todas las dietas (>80%). La absorción neta de nutrientes se correlacionó positivamente con el consumo de nutrientes excepto para Mn, Fe y Ca.

Vergara *et al.* (1998a) emplearon tres dietas para evaluar la alimentación de la trucha arcoiris, las cuales fueron: la primera sin harina integral de soya; la segunda con 20% de esta, con el mayor aporte proteico de origen animal y la última con 20% de harina integral de soya la cual incluye el mayor aporte proteico de origen vegetal y en la etapa de engorda se evaluaron dos dietas: una sin harina integral de soya y la otra con el 20% de ésta; los resultados mostraron que en ninguna de las etapas hubo diferencias significativas pero, con relación a los costos, las que incluyen harina integral de soya tienen menor costo por kilogramo de alimento y debido a su semejante resultado con la dieta control posee mejor beneficio económico.

Vergara *et al.* (1998b) evaluaron aceite acidulado de pescado en la alimentación de trucha arcoiris, llevándose a cabo en dos etapas: una de crecimiento y la otra de engorda; en la primera se adicionó aceite acidulado al 4.6% y el otro tratamiento con 4.6% de aceite compuesto, siendo la segunda con dos tratamientos al primer tratamiento se le adicionó 5% de aceite acidulado y a la segunda con 5% de aceite compuesto; manejándose en la etapa de desarrollo una capacidad de carga de 27 kg / m³ y en la etapa de acabado 7.4 kg / m³, los resultados no mostraron diferencias significativas, aunque a nivel económico, el aceite acidulado resultó ser el más costoso.

Vergara *et al.* (1998c) realizaron un experimento en el que compararon dos dietas balanceadas elaboradas mediante los procesos extruídos - peletizados en el crecimiento de truchas arcoiris. El primero fue con dieta extruido- peletizado y el segundo con dieta peletizada; las dos tuvieron la misma formulación incluyéndose en ellas 54.70% de insumos vegetales. Se utilizaron truchas juveniles de 16.70 cm de longitud promedio y 53.03 g de peso promedio; obteniendo como resultado que el tratamiento extruido – peletizado permitió tener mejor eficacia que el tratamiento con alimento peletizado en cuanto al índice de conversión alimenticia, al índice de eficiencia proteica y la tasa de crecimiento en el periodo acumulado. Se obtuvo un mejor peso promedio individual diario en el período acumulado para el tratamiento extruido – peletizado, lo cual indica que una inclusión del 50% de insumos vegetales en la dieta para truchas juveniles es realmente efectiva si se somete a procesos de extrusión.

Vielma *et al.* (1998) determinaron si la disponibilidad de P puede incrementarse con una dieta con elevados niveles de colcalciferol con o sin suplemento de fosfatos en trucha arcoiris alimentada con una dieta basada en proteína de soya concentrada. Los resultados mostraron que la dieta con colcalciferol no influye en la concentración de fosfatos en el plasma y los niveles de Ca, K, Cl, Mg y Zn se mantienen constantes. Aparentemente, el incremento en los niveles de P y Ca no tiene efectos inhibitorios sobre la absorción de Mg, Mn y Zn. Además, mencionan que los elevados niveles de colcalciferol reducen la tasa de crecimiento en la trucha arcoiris.

Bravo y Galindo (2001), compararon varios materiales agroindustriales, como bovinasa, pulpa de café, y el estiércol vacuno para darlos a la lombriz como alimento; posteriormente se probó la efectividad del sustrato y el lombrihumus; más tarde la lombriz producida se les adicionó a las truchas en tres presentaciones: precocida, fresca y en harina, concluyeron que la lombriz roja de California al natural, es la forma que produce mejor rendimiento cuando esta sustituye al alimento comercial entre el 25 y 37.5% teniendo una conversión aceptable de 1.4 g de alimento por 1.0 g de carne producida.

ZONA DE ESTUDIO

La Granja Tepehuaje se encuentra ubicada dentro del poblado de San Pedro Atlapulco, municipio de Ocoyoacac, Estado de México al poniente del D.F. a una altitud promedio de 2,980 msnm. Se ubica entre los paralelos 19°14'40" de Latitud Norte y 99°23'15" de Longitud Oeste (Fig. 1).

Los tipos de suelo de la zona son andosoles húmicos y andosoles ocrícos, en cuanto a la geología, está formada por rocas ígneas (volcánicas).

El clima que predomina es templado subhúmedo, con temperatura promedio del mes más frío entre -3 y 4°C y la del mes más caliente mayor a 6.5 °C con poca oscilación, entre 5 y 7°C. Con lluvias en verano, la precipitación media anual oscila entre los 82 y 220 mm y el porcentaje de lluvia invernal es menor al 5% con respecto a la anual. Los meses más secos son enero, febrero y marzo, con menos de 10 mm de precipitación.

La vegetación se caracteriza por ser vegetación secundaria, pastizal inducido y la granja está rodeada por pinos, oyameles y bosque de coníferas.

Las principales actividades económicas de la región son: forestal, trutícola, agropecuaria, agrícola de temporal y permanente (INEGI, 1998, Acuña *et al.*, 2001).

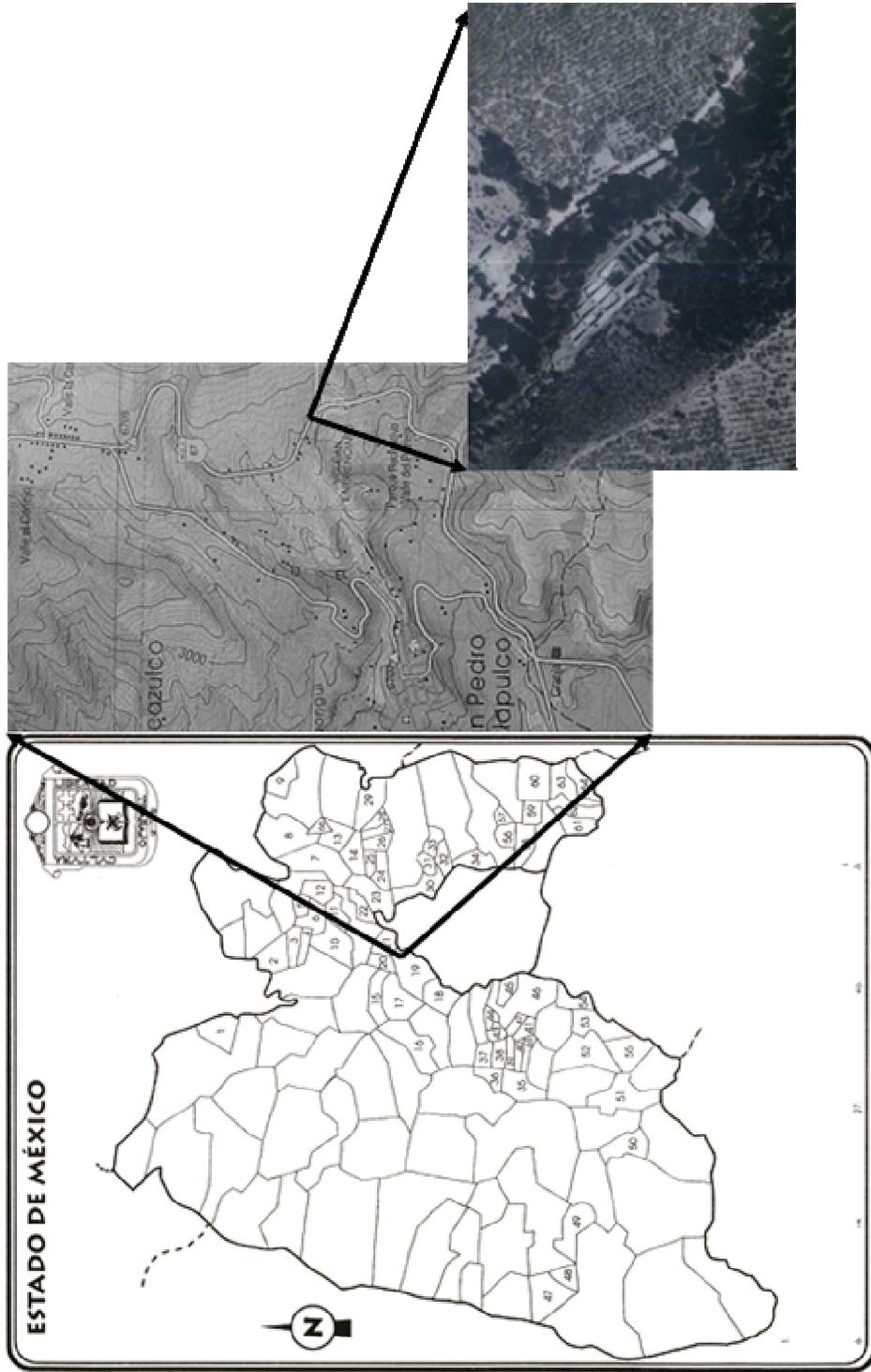


Figura 1.- Ubicación de la granja Tepehuaje, San Pedro Atlapulco, Mpio. Ocoyoacac Edomex. (INEGI 1998 ESC. 1:50000; fotografía aérea 1:5000)

METODOLOGÍA

El presente trabajo se realizó de septiembre a diciembre del 2000, en la Granja "Tepehuaje", ubicada en el poblado San Pedro Atlapulco, mpio. Ocoyoacac, Estado de México.

Para cubrir los objetivos planteados en esta investigación, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

Acondicionamiento de los Estanques.- Se emplearon dos estanques de concreto para alevinaje con las siguientes dimensiones: largo 2.7 m., ancho 2.04 m., profundidad en la entrada de agua 0.74 m., profundidad en la salida de agua 0.90 m., un flujo de 1.42 l/seg. y una temperatura de 11.5°C. Ambos estanques se lavaron con agua a presión, después se les agregó cal, dejando secar durante dos días, al término de los cuales se enjuagaron y se procedió al llenado de agua y sembrado de organismos juveniles para su aclimatación.

Obtención de organismos.- Los juveniles de la trucha arcoiris fueron donados por el Centro Acuícola "El Zarco", otorgando un lote de alevines, con una talla promedio de 6 cm. de largo. La cantidad de alimento suministrado se estableció en función del tamaño, peso del pez y temperatura del agua. Se les dio alimento comercial cinco veces al día hasta que alcanzaron una talla promedio de 12 cm.

La lombriz se obtuvo de la Granja Intensiva ubicada dentro del mismo poblado de San Pedro Atlapulco, y se mantuvo en un criadero al aire libre, con las siguientes dimensiones: ancho 1 m, largo 15 m, con una profundidad de 30 cm. Se alimentaron semanalmente con estiércol de caballo, que se colocó encima del criadero, con un espesor 5 cm.

Selección de organismos.- Se hizo la selección de 100 truchas juveniles con base en las siguientes características:

- talla promedio de 12 cm de longitud total
- que a simple vista no presentaran signos de enfermedades
- características morfológicas uniformes (peso 35 g y longitud 12 cm).

Diseño Experimental.- Después de la selección, las truchas juveniles se colocaron en cinco canaletas de vidrio con las siguientes medidas 300 x 43.5 x 25 cm. dividiendo cada una en cuatro compartimentos, en los cuales se colocaron cinco individuos, para evitar la competencia, siendo un total de 20 organismos por canaleta y 40 para cada tratamiento y únicamente 20 organismos para el grupo control, manteniéndose a una temperatura de 11.5 ° C y un flujo de agua de 0.6 litros por segundo durante los 120 días de experimentación.

Características de las dietas:

- a) Dieta Comercial marca PEDREGAL.- El alimento se suministró a las truchas en función del tamaño y peso que se registró en cada biometría, es decir, la cantidad de alimento y el tamaño del pelet varió de acuerdo a estas dos características.
- b) Dieta Mixta.- esta dieta incluyó tanto alimento comercial como lombriz *Eisenia foetida* en proporciones de 50% (base seca) c/u. La cantidad de alimento suministrado cambio conforme se fueron obteniendo los datos biométricos de las truchas. Es importante señalar que el suministro de esta dieta se hizo de la siguiente manera: un día se alimentaron con el alimento peletizado y al siguiente con lombriz viva y así sucesivamente. Las lombrices que fueron empleadas como alimento midieron en promedio de 6 – 8 cm de largo, (talla promedio en estado adulto) y con un peso promedio de 0.47 gramos.
- c) Dieta Lombriz.- Esta dieta consistió en su totalidad de lombriz viva (*Eisenia foetida*), en promedio de 6 – 8 cm de largo, (talla promedio en estado adulto) y con un peso promedio de 0.47 gramos.

Dosificación de dietas.- Se determinó la ración alimenticia después de cada biometría hecha, mediante las tablas de alimentación recomendadas por el PEDREGAL y por Stickney (1991), que considera la temperatura del agua y talla promedio. Se suministró el alimento a boleo el equivalente al 6% del peso de cada organismo para cada tratamiento durante cuatro raciones (10:00 - 13:00 - 16:00 - 19:00 hrs.) por día.

Registro de Datos.- Las biometrías (talla y peso) se realizaron quincenalmente a todos los organismos de cada canaleta, con el fin de darle un seguimiento continuo al crecimiento de los peces durante 120 días.

ANÁLISIS DE DATOS

Para Evaluación de las dietas, se utilizaron los parámetros nutricionales propuestos por Stevenson (1985), Becerril y Velázquez (1987), Jiménez y Bracamontes (1987) y Blanco (1995).

Tasa de Crecimiento Específica en Peso

$$TCE = \frac{\text{In Peso Final} - \text{In Peso Inicial}}{\text{Tiempo en días}} \times 100$$

Tasa de Crecimiento Específica en Longitud

$$TCE = \frac{\text{In Longitud Final} - \text{In Longitud Inicial}}{\text{Tiempo en días}} \times 100$$

Porcentaje de Ganancia en Peso

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

Porcentaje de Ganancia en Longitud

$$PGL = \frac{\text{Longitud Final} - \text{Longitud Inicial}}{\text{Longitud inicial}} \times 100$$

Eficiencia de Conversión de Alimento

$$ECA = \frac{\text{Ganancia en peso (g)}}{\text{cantidad de alimento consumido (g)}} \times 100$$

Factor de Condición de Fulton

$$FC = \frac{\text{Peso}}{L^b}$$

Porcentaje de Mortalidad

$$PM = \frac{\text{Núm. peces iniciales} - \text{Núm. peces finales}}{\text{Núm. peces iniciales}} \times 100$$

Las curvas de crecimiento correspondientes para cada uno de los tratamientos, se realizaron de acuerdo a los modelos de Ricker (1975).

Modelo de crecimiento exponencial en longitud

$$L_t = L_0 e^{rt}$$

Donde

L_t = Longitud del pez en centímetros

L_0 = Longitud del pez al medio del experimento

r = Velocidad de crecimiento del pez

t = Tiempo transcurrido

Modelo de crecimiento exponencial en peso

$$W_t = W_0 e^{rt}$$

Donde

W_t = peso del pez en gramos

W_0 = Peso del pez al medio del experimento

r = Velocidad de crecimiento del pez

t = Tiempo transcurrido

Relación peso – longitud

$$W = q L^b$$

Donde

W = Peso del pez en gramos

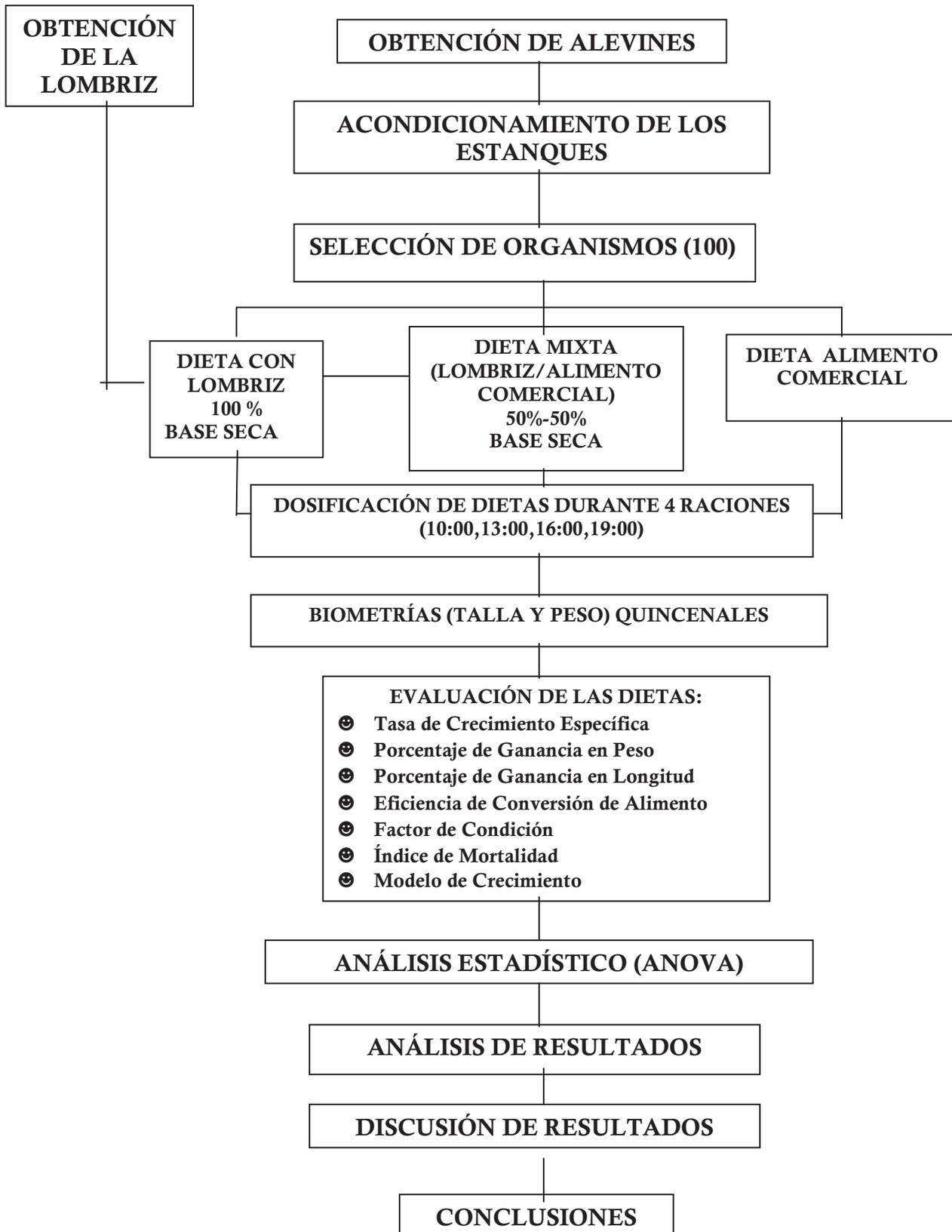
L = Longitud del pez en centímetros

q = Factor de condición

b = Tipo de crecimiento

Para determinar si existieron diferencias significativas entre los promedios de peso (g) y longitud (cm) en las diferentes dietas, se realizó un análisis de varianza de un factor (ANOVA) con una confiabilidad del 95 %, según lo propuesto por Daniel (2004) y Zar (1999) usando Microsoft Excel para Windows Millenium.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA



RESULTADOS

Los resultados obtenidos durante los 120 días que duró el tratamiento, mostraron que la dieta con la que se obtuvieron mejores resultados en el incremento en peso, fue la mixta a base de alimento comercial y lombriz, mientras que el mayor incremento en longitud se obtuvo con la dieta comercial.

VARIABLE PESO

En la Tabla 4 se puede observar los resultados que con la dieta mixta se obtuvieron los mayores incrementos, en tanto que, los valores menores fueron obtenidos con la dieta a base de lombriz.

TABLA 4. Valores promedio obtenidos de la longitud (cm) y el peso (g) en la trucha arcoiris *O. mykiss* al inicio y final de la experimentación.

DIETAS	VARIABLE	LONGITUD PROMEDIO (cm)	PESO PROMEDIO (g)
Comercial	Inicio	12.21	35.31
	Final	19.46	115.35
Mixta	Inicio	12.28	33
	Final	18.42	118.34
Lombriz	Inicio	12.15	34.04
	Final	17.71	95.23

INCREMENTO NETO EN PESO

En la figura 2 se observa que el mayor incremento en peso después de 120 días de experimentación, se presentó en los peces a los que se les administró la dieta mixta, con un valor de 85.62 g, siguiéndole los peces a los que se administró la dieta comercial con un peso de 80.04 g y finalmente, los peces que recibieron como alimento la dieta con lombriz, con 61.19 g.

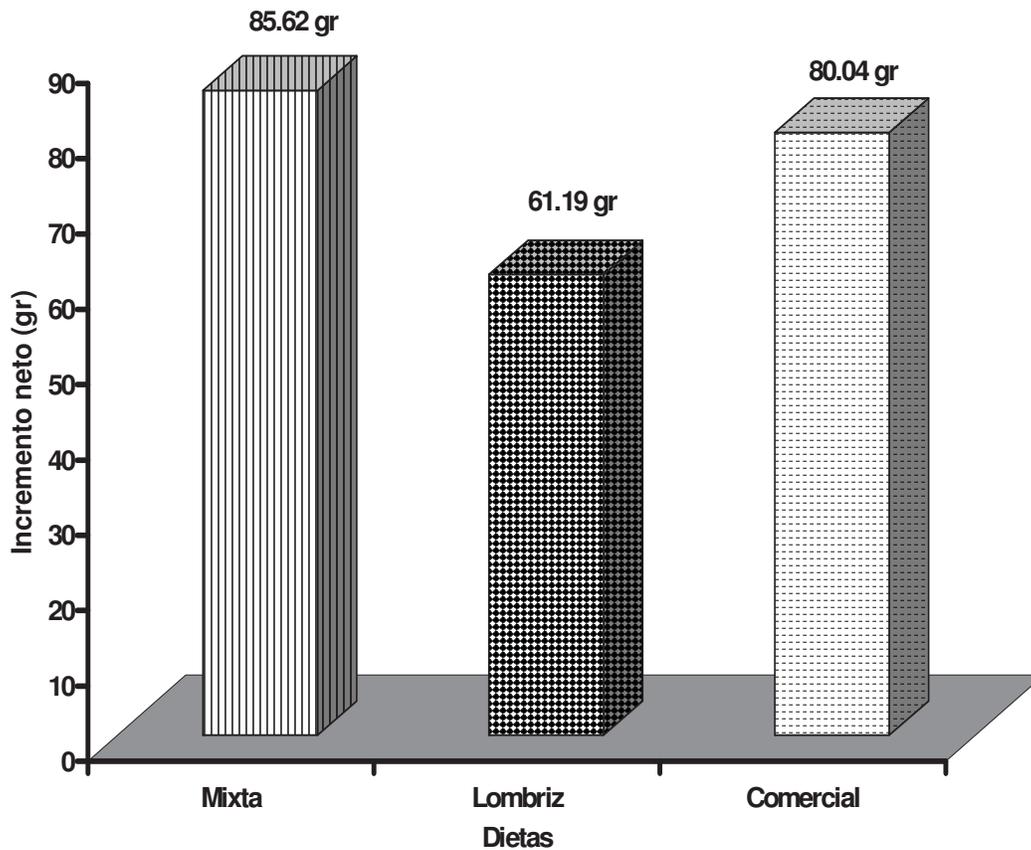


FIGURA 2. Incremento neto en peso al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris *O. mykiss* después de 120 días de experimentación.

CRECIMIENTO DIARIO EN PESO

En la figura 3 se aprecia que los peces alimentados con la dieta mixta, compuesta por alimento comercial y lombriz registraron una tasa de incremento diario de 0.71 g, siendo la de lombriz el valor más bajo con 0.51 g y el valor intermedio el de la dieta comercial con 0.62 g / día.

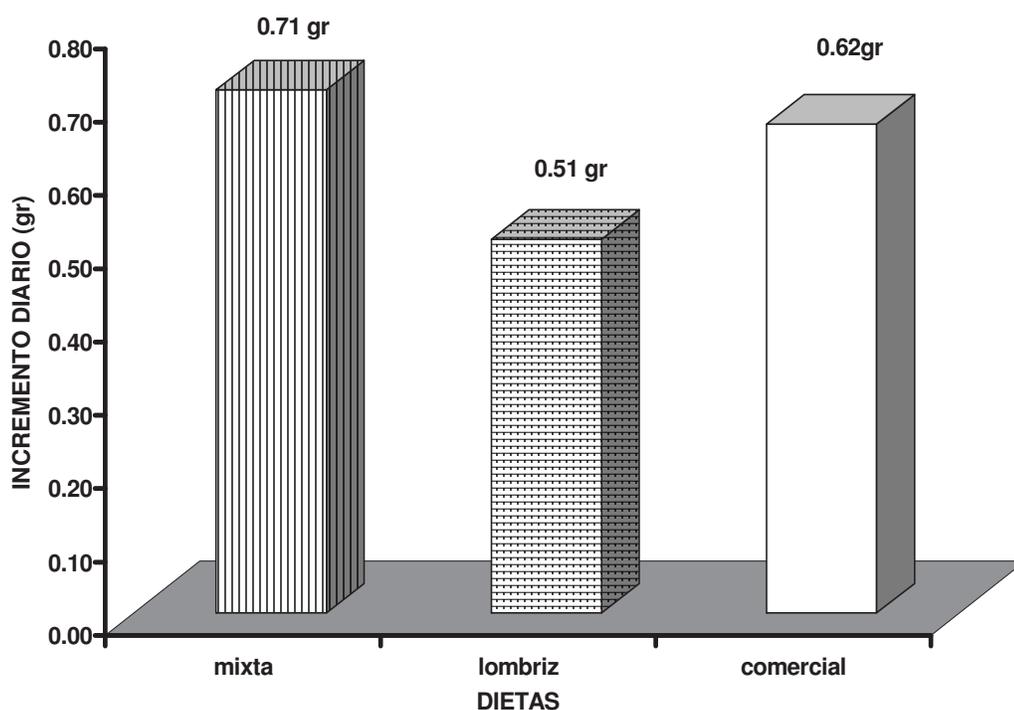


FIGURA 3. Tasas de crecimiento diario promedio en peso obtenidas al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris *O. mykiss*.

PORCENTAJE DE GANANCIA EN PESO

En la Tabla 5 se observa que los peces que registraron el valor más alto alcanzado en porcentaje de ganancia en peso fue con la dieta mixta, con 261.74%, el valor más bajo se obtuvo en los peces alimentados con la dieta de lombriz con 179.78% y el valor intermedio se obtuvo en los peces alimentados con la dieta comercial fue de 226.69%.

TABLA 5. Porcentajes de ganancia en peso obtenidas al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris *O. mykiss*.

DIETA	COMERCIAL	MIXTA	LOMBRIZ
PORCENTAJE DE GANANCIA EN PESO	226.69	261.74	179.78

MODELO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL EN PESO

La figura 4 muestra las curvas de crecimiento en peso y en ésta se observa como la dieta mixta es la que presenta el valor de crecimiento más elevado respecto a las otras dos, mismo que se muestra en la Tabla 6 con un valor de 0.0108 en tanto que el valor más bajo con 0.0089 se obtuvo con la dieta a base de lombriz.

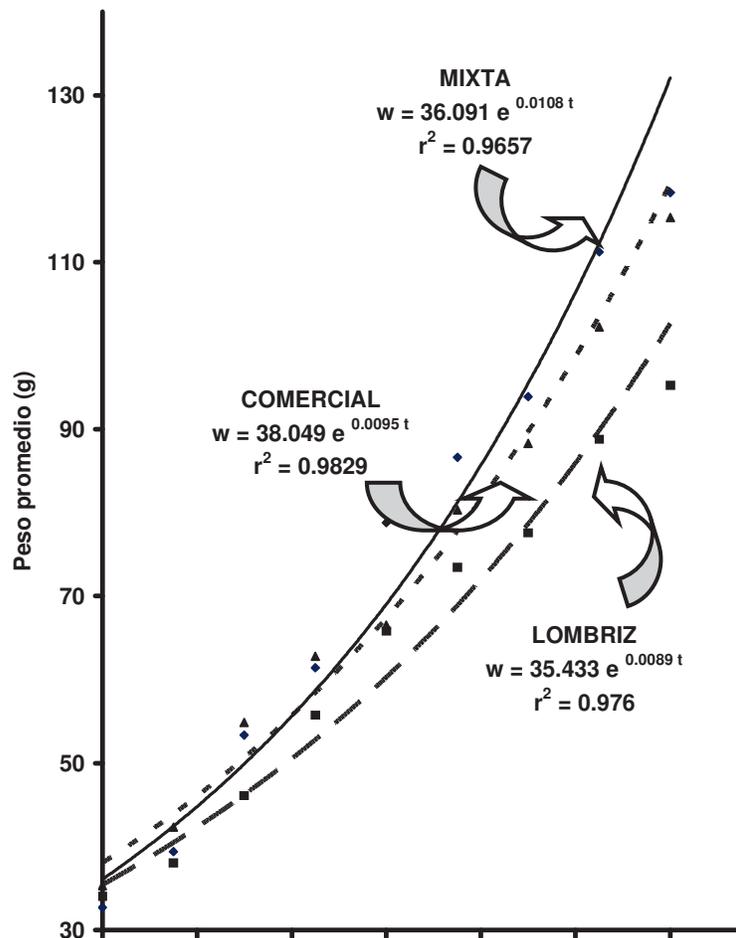


FIGURA 4. Modelos de crecimiento exponencial individual en peso promedio de la trucha arcoiris *O. mykiss* alimentadas con tres diferentes dietas después de 120 días de experimentación.

TABLA 6. Velocidad de crecimiento en peso a través del tiempo para cada una de las dietas evaluadas, así como el coeficiente de determinación.

DIETA	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN
COMERCIAL	0.0095	0.9829
MIXTA	0.0108	0.9657
LOMBRIZ	0.0089	0.976

VARIABLE LONGITUD

La longitud, mostró un comportamiento al igual que el peso aunque no en la misma proporción, siendo en este caso la dieta a base de alimento comercial (grupo control) con la que se obtuvieron los mayores incrementos.

INCREMENTO NETO EN LONGITUD

En la figura 5 se observa que el mayor incremento en longitud se presentó en la dieta comercial con un valor de 7.25 cm siguiéndole la dieta mixta con un valor de 6.16 cm y finalmente la dieta lombriz con 5.55 cm.

CRECIMIENTO DIARIO EN LONGITUD

En la figura 6 se observan las tasas de crecimiento diario en longitud para las tres dietas aplicadas, siendo el valor más alto el alcanzado en los peces alimentados con la dieta comercial con 0.06 cm / día, el valor intermedio fue con la dieta mixta con 0.051 cm / día y en los peces alimentados con la dieta de lombriz se registró el valor más bajo con 0.046 cm / día.

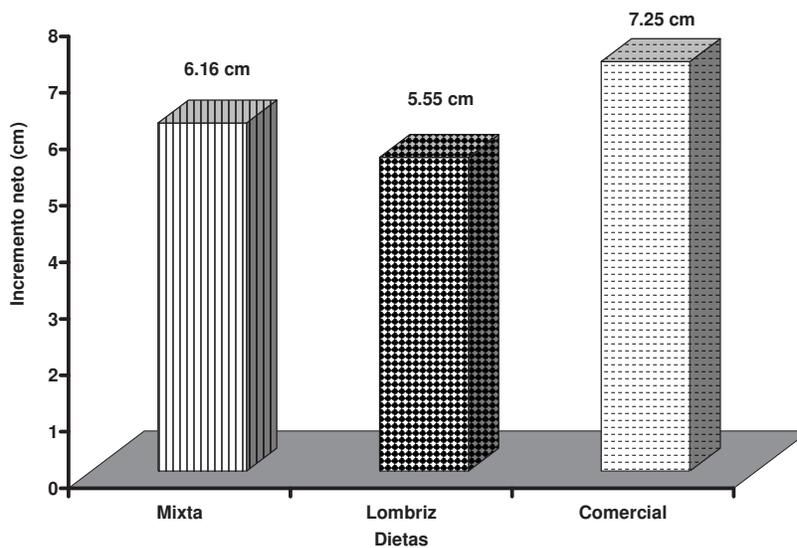


FIGURA 5. Incremento neto en longitud obtenido al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris *O. mykiss* durante 120 días de experimentación.

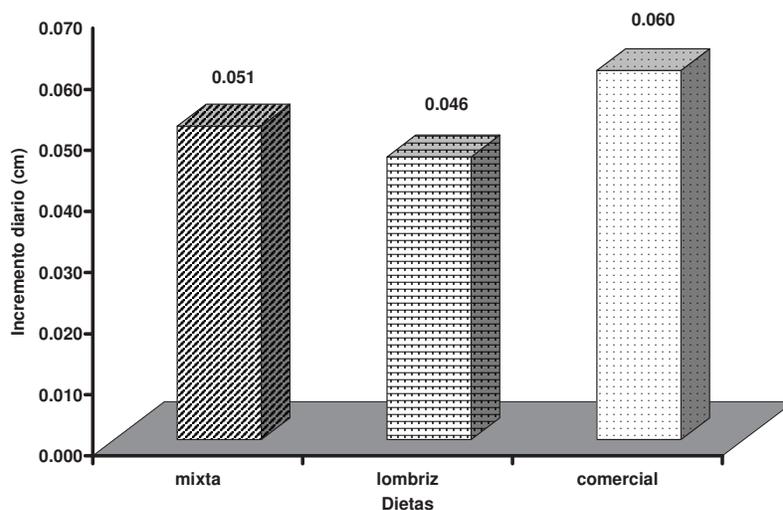


FIGURA 6. Tasas de crecimiento diario en longitud obtenidas al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris *O. mykiss*.

PORCENTAJE DE GANANCIA EN LONGITUD

En la Tabla 7 se observa el porcentaje de ganancia en longitud, el cual fue más alto en los organismos alimentados con la dieta comercial, con un valor de 59.41%, en los peces alimentados con la dieta mixta fue de 50.22% y con los organismos alimentados con la dieta de lombriz fue de 45.70%.

TABLA 7. Porcentajes de ganancia en longitud obtenidas al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris *O. mykiss*.

DIETA	COMERCIAL	MIXTA	LOMBRIZ
PORCENTAJE DE GANANCIA EN LONGITUD	59.41	50.22	45.70

MODELO DE CRECIMIENTO EXPONENCIAL EN LONGITUD

Al comparar las curvas de crecimiento durante el tiempo de experimentación se observó, que tanto para los peces alimentados con la dieta mixta como para dieta comercial, la tasa de crecimiento fue de 0.0035 cm/día y la menor tasa fue para aquellos alimentados con la dieta de lombriz, los datos se pueden apreciar en la Tabla 8 y en la figura 7.

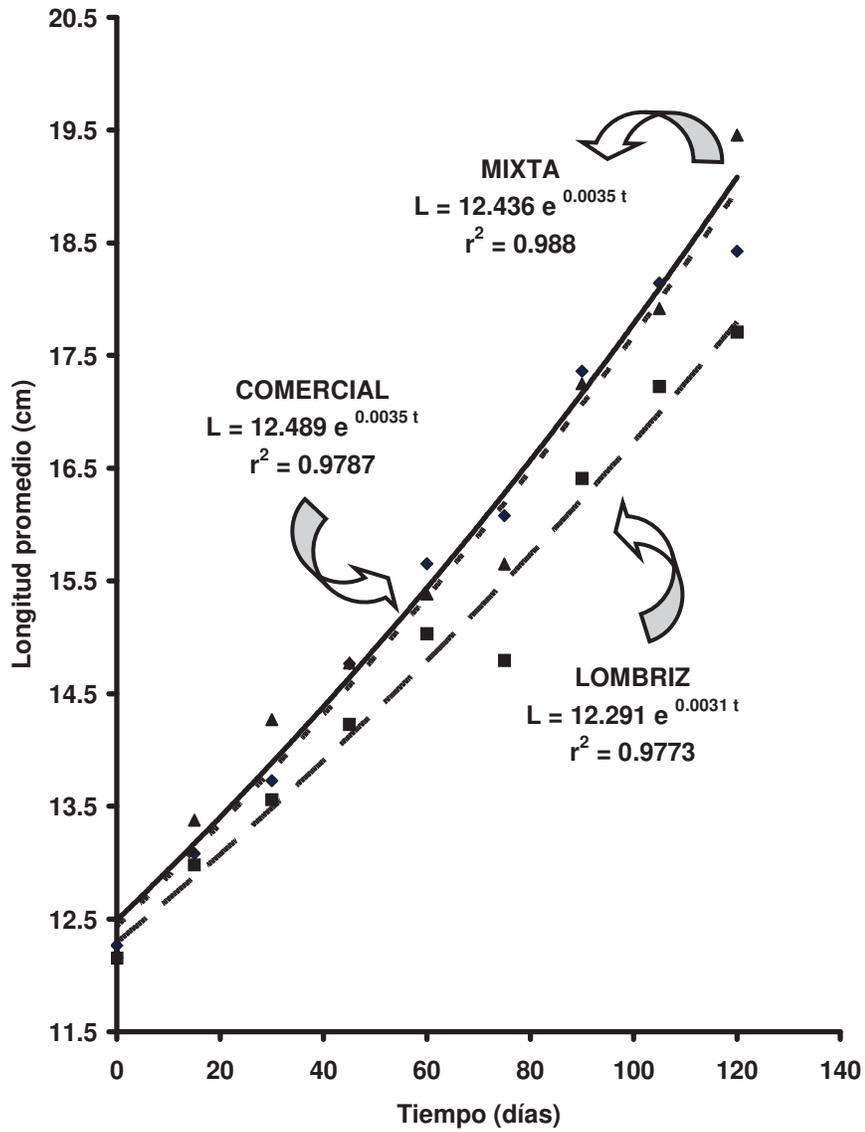


FIGURA 7. Crescimento exponencial individual em longitud promedio de la trucha arcoiris *O. mykiss* con tres dietas durante 120 días de experimentación.

TABLA 8. Velocidad de crecimiento en longitud a través del tiempo para cada una de las dietas evaluadas, así como el coeficiente de correlación.

DIETA	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN
Comercial	0.0035	0.9787
Mixta	0.0035	0.988
Lombriz	0.0031	0.9773

Con relación al crecimiento en longitud, a diferencia del peso, se debe mencionar que éste fue muy rápido al principio, cuando el pez fue muy joven, pero conforme pasó el tiempo, fue disminuyendo.

RELACIÓN PESO - LONGITUD

Los resultados demostraron un crecimiento de tipo alométrico para las dietas comercial y de lombriz en tanto que para la dieta mixta fue isométrico, por lo que se puede decir, que durante la fase de experimentación su incremento en peso fue proporcional a su incremento en longitud no así en las otras dos dietas.

La figura 8 muestra los resultados obtenidos al final de la experimentación.

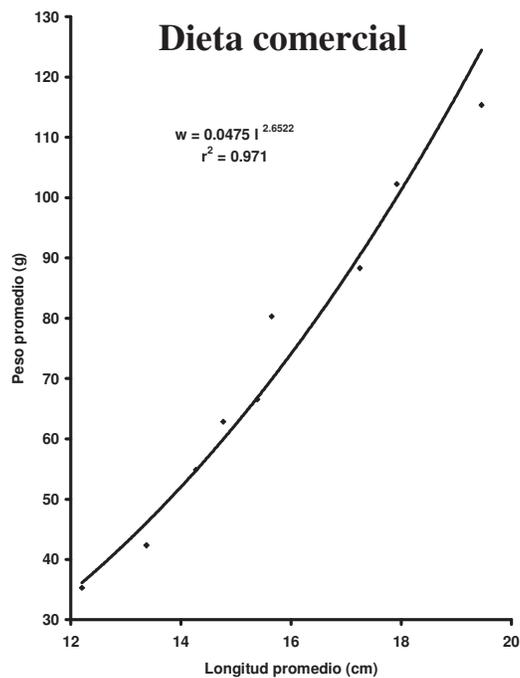
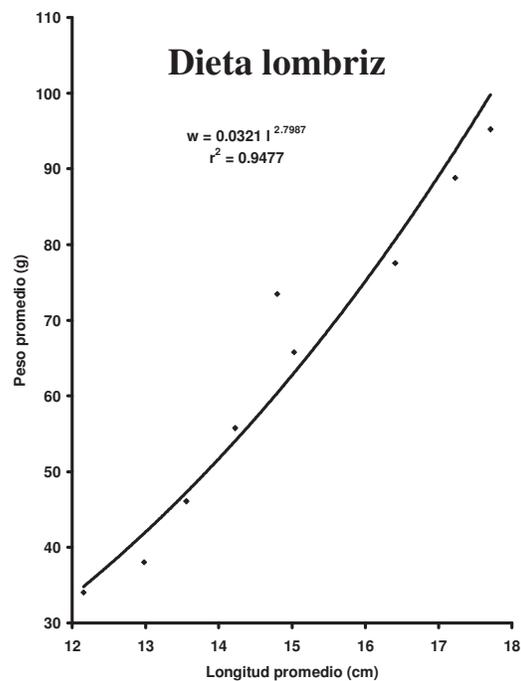
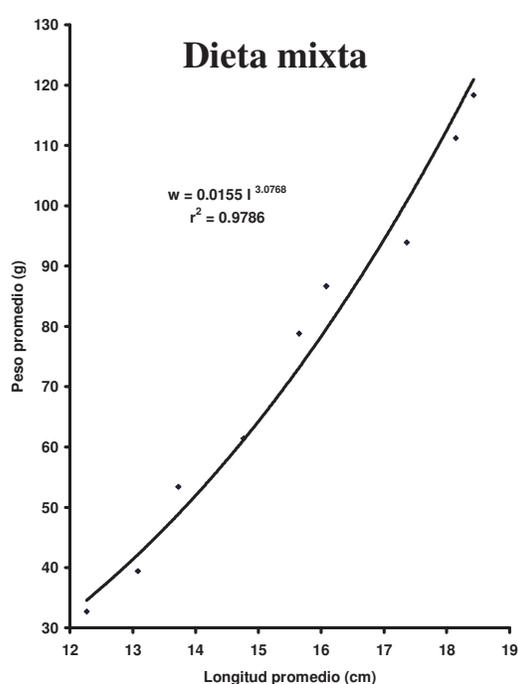


Figura 8.- Gráficos que muestran las curvas obtenidas de la relación peso/longitud de las tres dietas durante los 120 días de experimentación.

FACTOR DE CONDICIÓN

Al aplicar la fórmula del factor de condición de Fulton, utilizando el valor de la pendiente obtenidos de la relación peso/longitud, el valor más alto se alcanzó en los peces alimentados con la dieta comercial, con un valor de 0.04, siguiéndole los peces con la dieta de lombriz, con un valor de 0.03 y el valor más bajo se obtuvo en los peces alimentados con la dieta mixta, con 0.02 (Tabla 9).

TABLA 9. Factor de condición de Fulton final al aplicar las tres dietas distintas sobre truchas arcoiris *O. mykiss*.

	Dieta comercial	Dieta mixta	Dieta lombriz
Factor de Condición	0.04	0.02	0.03

EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE ALIMENTO

En la Tabla 10 se aprecian los valores obtenidos en la eficiencia de conversión de alimento, siendo el valor más alto el obtenido en aquellos peces que se alimentaron con la dieta mixta con una valor de 241.70 %, el valor intermedio se alcanzó en los peces alimentados con la dieta comercial con el 200.41 % siendo el más bajo el obtenido con la dieta de lombriz con un valor de 117.5%.

TABLA 10. Eficiencia de Conversión de Alimento obtenida al aplicar tres dietas distintas sobre truchas arcoiris *O. mykiss*.

	Dieta comercial	Dieta mixta	Dieta lombriz
E.C.A.	200.41 %	241.70 %	177.50 %

PORCENTAJE DE MORTALIDAD

Con relación a la mortalidad de los organismos durante el experimento, en la figura 11 se aprecia que el valor más bajo se presentó en la dieta mixta con 7.5%, y valores iguales para las otras dos dietas con un 20%. Generalmente estas pérdidas se presentaron a consecuencia del hongo *Saprolegnia sp.*, principalmente en las truchas juveniles alimentadas con lombriz.

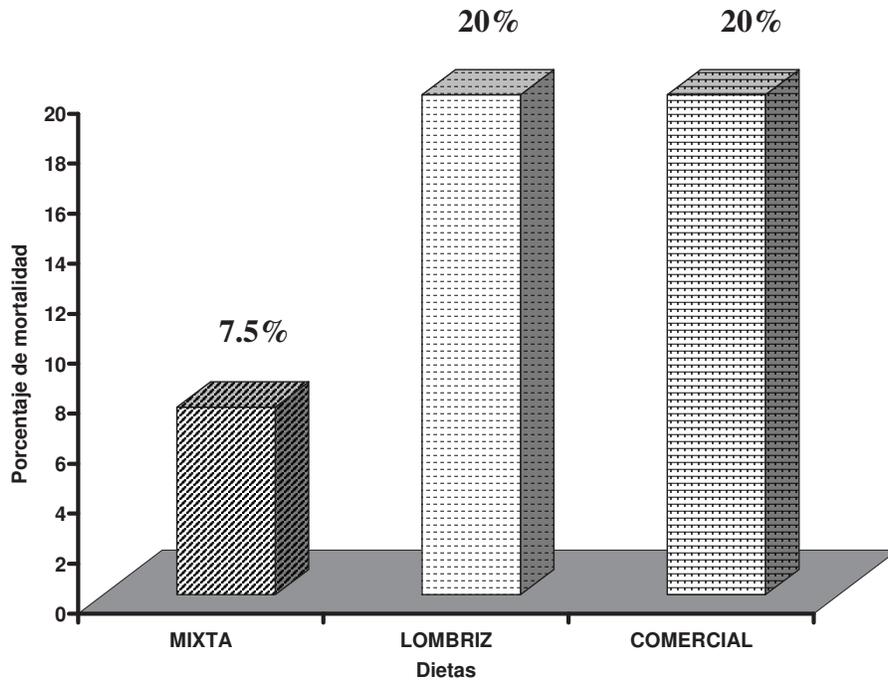


FIGURA 9. Porcentajes de mortalidad obtenidos al aplicar tres dietas distintas a las truchas arcoiris *O. mykiss*.

DISCUSIÓN

PESO

Uno de los parámetros más importantes en la evaluación de la trucha es el peso ya que sobre esta variable se basa su precio en el mercado, y como se pudo apreciar en los resultados, el mayor incremento se obtuvo con la dieta mixta, tanto en su tasa de crecimiento diario como en los incrementos netos; en este sentido, el análisis de varianza ($p < 0.05$) determinó estas diferencias entre los pesos obtenidos de los diferentes tratamientos al finalizar el experimento.

Autores como Tacon *et al.* (1983), en su trabajo con 10 semanas de experimentación registraron valores altos en la tasa de crecimiento específica para las truchas alimentadas con la lombriz *A. longa* respecto a la dieta comercial y registró valores bajos con la lombriz *E. foetida*, datos que concuerdan con los obtenidos en este trabajo.

Steffens (1985), al emplear cuatro dietas para evaluar el crecimiento de trucha arcoiris durante 112 días registraron incrementos de peso de hasta el 382% siendo el valor más bajo de 262%, en cuanto a su tasa de crecimiento diario, obtuvo entre 0.82 y 1.20 gramos, valores semejantes a los reportados en este estudio.

Por otro lado, Leonardi *et al.* (1994) registraron tasas de incremento diario de 0.2 g/día, valor muy bajo a los obtenido en el presente trabajo comparándolos incluso con la dieta de lombriz que fue de 0.51 g/día.

Es importante señalar que en trabajos con salmónidos, las tasas de crecimiento específicas se ven influenciadas por la densidad, como lo señala Jiménez (1995), en particular, en este trabajo se emplearon cinco truchas por lote y 20 por canaleta, teniendo el espacio suficiente para su óptimo desarrollo hasta llegar a la talla esperada, por lo cual los efectos de la densidad en el experimento no fue un factor relevante.

Asimismo, Ruiz (1997), también encontró valores similares en este parámetro para truchas arcoiris en la presa “La Obsidiana”, Atopixco.

Finalmente, Vergara *et al.* (1998c) registraron valores para la tasa de crecimiento específica de 2.15 y 1.84 g/día respectivamente, con una talla inicial de 16.70 cm y un peso inicial de 53 g los cuales fueron superiores a los reportados en el presente estudio.

Aunque también existen casos contrarios, como lo señala Becerril y Velázquez (1987), quienes encontraron un mejor crecimiento con la dieta control que con la dieta tipo empleada para alimentar trucha arcoiris.

LONGITUD

La relación peso/longitud de acuerdo con algunos autores define, por un lado el factor de condición del pez y por otro, el tipo de crecimiento del pez o dicho de otra forma, la proporcionalidad del pez al incrementar su peso respecto a su longitud.

Las longitudes promedio de las truchas registradas al finalizar el experimento con 120 días de alimentación a base de la dieta comercial fueron estadísticamente más altos respecto a la dieta mixta pero ambas resultaron ser más altas respecto a las truchas alimentadas sólo con lombriz. Esto quiere decir que si bien la lombriz contiene una gran cantidad de elementos nutricios, estos no bastan por si solos para alimentarla con esta dieta sino que son necesarios los complementos que se encuentran en los alimentos comerciales.

En relación al porcentaje de ganancia en longitud, se encontraron algunas referencias, como la de Vergara *et al* (1998a) quienes emplearon harina de soya en niveles de sustitución de 0,10 y 20% en las dietas para truchas arcoiris, quienes alcanzaron valores cercanos al 100% de longitud ganada en la etapa de crecimiento. Estos autores también evaluaron este parámetro en la etapa de engorda, en la cual registran solo 25% de longitud ganada. De cualquier forma, en el presente trabajo los porcentajes de ganancia en longitud fueron superiores a los reportados por estos autores.

FACTOR DE CONDICIÓN

De acuerdo con las características del pez, se puede decir que a pesar de que el Factor de condición fue más alto con la dieta comercial, su peso siempre estuvo por debajo de la dieta mixta, lo cual quiere decir en términos generales, que los peces alimentados con la dieta comercial estuvieron delgados para su talla, en cambio para la dieta mixta siempre se observó un crecimiento proporcional a pesar de su Factor de condición bajo, caso contrario se observa en la dieta de lombriz y aquí se puede decir, de acuerdo a las observaciones hechas de los organismos, que estos fueron peces chicos pero “gordos” para su talla.

Con relación a este parámetro, Leonardi *et al.* (1994) registraron un valor de 1.38 para el factor de condición y Bravo y Galindo (2001) registraron un valor de 1.7, en truchas arcoiris alimentadas con dietas comerciales, sólo que en este caso las truchas fueron mucho mas grandes que las reportadas en el presente trabajo y los datos no son comparables, pero lo que se puede decir es, que los valores registrados en el presente estudio, se encuentran dentro de los parámetros requeridos para el desarrollo normal de la trucha.

EFICIENCIA

De acuerdo a los resultados obtenidos, el alimento mixto fue mejor aprovechado por la trucha ya que aún cuando la dieta comercial señala que con ésta se cubren los requerimientos alimenticios del pez, la dieta comercial, por lo menos durante la experimentación, mostró poca eficiencia de conversión o en otras palabras no cubrió las necesidades del pez.

En el caso de la dieta a base de lombriz, al igual que la comercial, no mostró un buen aprovechamiento por parte de la trucha, ya que como se discute más adelante, aun cuando los elementos nutricios son superiores en la harina de lombriz, la dieta mixta estuvo mejor balanceada por lo que la esta dieta fue superior en el momento de eficientizar la conversión de energía en ganancia de peso o longitud.

Con relación a la eficiencia de conversión alimenticia, Tacon *et al.* (1983) registraron los valores más elevados en truchas con una dieta combinada de pelet y *E. foetida*, con un valor de 1.58. Por otra parte, probaron la inclusión de *E. foetida* en 0, 34 y 68%, registrando el valor más alto de factor de conversión alimenticia con este último porcentaje, con 2.59.

Así mismo, Steffens (1985) obtuvo tasas de conversión similares, de 1.98, 1.57 y 1.28 para la dieta control, aceite de pescado y aceite de girasol.

A diferencia de Alanärä (1992) que registró valores de 2.13 y 2.34 en truchas sin restricción y con restricción de alimento respectivamente.

Por otra parte, Brauge *et al.* (1994) registraron valores de 0.79, 0.84 y 0.88 empleando dietas de origen vegetal en truchas y empleando dietas comerciales, Leonardi *et al.* (1994) registraron un valor de uno para el factor de conversión alimenticia.

Morales *et al.* (1994) registraron 1.17 y 1.06 para este parámetro al emplear 100 y 40 % de caseína como fuente proteica, en tanto que Arzel *et al.* (1995) encontraron valores de 1.53 y observaron que este disminuía al incrementar en la dieta el porcentaje de proteína.

Arredondo *et al.* (1996), registraron un factor de conversión alimenticia de 1.4 kg de alimento por kg de carne producida.

Burel *et al.* (1998) registraron valores de 0.99, 0.98 y 0.76 para la dieta control y diferentes niveles de sustitución de proteína de origen vegetal; datos similares registraron Vergara *et al.* (1998a) al probar diferentes niveles de soya, los cuales fueron 0.99, 0.87 y 0.86; también estos autores emplearon aceite acidulado y aceite acidulado compuesto, con las cuales obtuvieron valores de 1.18 y 1.3 respectivamente. Sin embargo, al probar dos dietas una extruída – peletizada y la otra peletizada, reportan 0.87 y 1.02 respectivamente.

Finalmente, Bravo y Galindo (2001) evaluaron la lombriz *E. foetida* como alimento suplementario para la trucha arcoiris, y concluyó que en su estado natural es la que produce mejor rendimiento, cuando sustituye al alimento comercial entre el 25 y 37%, mostrando una

conversión alimenticia aceptable de 1.4 g de alimento por 1.0 g de carne producida.

MORTALIDAD

La mortalidad registrada en otros estudios con trucha arcoiris presenta valores similares a los presentados en este trabajo como se muestra a continuación:

Buddington y Doroshov (1984) obtuvieron valores bajos de 4 y 6% de mortalidad en peces alimentados con tubifex y en los peces alimentados con las dietas comerciales registraron 31, 40 y 76% de mortalidad.

Leonardi *et al.* (1994) registraron solo 2% de mortalidad por mes en su investigación sobre el efecto de dietas comerciales en el crecimiento de trucha arcoiris.

Vega *et al.* (1994) registraron altos valores de mortalidad en truchas alimentadas con una baja frecuencia de alimentación (10 veces/día) con 42.2% a diferencia de las truchas alimentadas con una elevada frecuencia de alimentación (20 veces/día) con 30.8%. Aunque estos datos corresponden a organismos de tallas entre 3 y 5 cm, la mortalidad es mayor a la obtenida en el presente trabajo bajo las condiciones mencionadas.

Arzel *et al.* (1995) registraron sólo 3% de mortalidad en sus ensayos con trucha café probando dietas con diferentes niveles proteicos.

Como se puede apreciar, al comparar los datos de estos autores con los obtenidos en el presente estudio, la mortalidad varía de acuerdo a las condiciones a las que se somete la trucha durante la alimentación, pero en general se pueden considerar altos, lo cual se puede atribuir al manipuleo de los organismos durante las fases de pesado y medición a que fueron sometidos durante la experimentación, ya que bajo condiciones normales la mortalidad en los estanques es de alrededor del 3 %.

PARÁMETROS NUTRICIONALES DE LA TRUCHA ARCOIRIS

Como se puede apreciar en los resultados, los valores más altos en los parámetros referidos anteriormente, se obtuvieron en la dieta mixta, lo cual, en cierta forma, era de esperarse con relación a los datos reportados por otros autores que emplearon lombriz en las dietas, ya que además de contener todos los componentes de un alimento comercial balanceado y específico para las truchas, se agregan los nutrimentos que posee la lombriz (Tabla 11), de ahí que su efecto, se vea reflejado en los índices de crecimiento, principalmente en el peso y los modelos de incremento en esta variable muestran resultados satisfactorios.

TABLA 11. Requerimientos de aminoácidos en la trucha arcoiris *O. mykiss* y contenido en la harina de lombriz (g/100g) (Orozco, 1986).

AMINOÁCIDOS	REQUERIMIENTOS EN % EN ALIMENTO SECO	CONTENIDO EN HARINA DE LOMBRIZ
ARGININA	2.4	7.03
HISTIDINA	0.7	2.51
ISOLEUCINA	0.9	4.73
LEUCINA	1.6	7.39
LISINA	2.0	12.51
METIONINA + CISTEINA	1.6	5.76
FENILALANINA + TIROSINA	2.1	6.77
TREONINA	0.9	3.76
TRIPTOFANO	0.2	0.29

Por ejemplo, en relación al contenido de aminoácidos que posee la lombriz y a los requerimientos de estos en la trucha arcoiris, que se aprecian en la Tabla 11, su contenido alimenticio es de buena calidad ya que contiene la mayoría de aminoácidos esenciales en cantidades necesarias para satisfacer los requerimientos de la trucha, de hecho, porcentualmente, los valores presentados son superiores a los señalados como suficientes para el óptimo crecimiento de estas.

Por otra parte, Pond *et al.* (1995) señalan que para establecer los requerimientos de proteínas y de aminoácidos esenciales en peces jóvenes se ha usado como criterio principal el peso máximo ganado, pero por otra parte, se ha observado que dichos requerimientos van disminuyendo conforme el pez se acerca a la madurez, en el caso del pez gato cuando pesa entre 14 – 100 g requiere 35% de proteína, pero cuando llega a un peso de 114 – 500 g solo requiere 25% de proteína en la dieta. Diferencias similares se han descrito en salmónidos, carpas y tilapias.

Cho y Cowey (1991) señalan que los requerimientos de proteínas para la trucha son de 40 a 45% de la materia seca de una dieta, sin embargo, las cantidades necesarias de aminoácidos obtenidas en diferentes laboratorios son considerablemente dispares entre ellas, de ahí que aún falten estudios más completos para estimar los requerimientos de aminoácidos no sólo en esta especie, sino en otras de importancia comercial. También mencionan que los patrones de depositación de aminoácidos en el peso ganado por el pez, es el principal factor que determina los requerimientos nutricionales.

Cowey (1994) señala que los valores de algunos aminoácidos, como de la arginina y triptófano aún son una incertidumbre, ya que los reportes de diferentes autores tienen valores que distan mucho entre sí, por ejemplo, en porcentaje de proteína cruda de la dieta los valores fluctúan de 33% a 47% para arginina y de 35% a 55% para triptófano, lo que deja un amplio margen para considerar cuál es el valor más aproximado a las necesidades nutricionales de la trucha.

Arzel *et al.* (1995) señalan que los requerimientos proteicos en la dieta para *Salmo trutta* son relativamente altos, ya que van del 48 al 53% de proteína cruda, comparados con otros salmónidos, como las especies del género *Oncorhynchus*, que tienen como nivel óptimo 40%.

Por otra parte, Lewell (1998) señala que aún en dietas formuladas con elevados porcentajes de proteína, no afectan al pez, gracias a su eficiente manera de excretar nitrógeno, cerca del 80 al 90% de éste, es excretado como amonio a través de las branquias y requiere mucho menos energía que si eliminara urea o ácido úrico. Aunque señala que en estudios en el pez gato, cuando se incrementa el contenido de proteínas más allá del 45% se reduce el peso ganado.

Puntualizando, los valores que se presentaron en cuanto al contenido proteico en la harina de lombriz (66.8 %) (Tabla 11), son aceptables, ya que rebasan el 20% de lo establecido para considerar a un alimento como un ingrediente proteínico, ya sea de origen vegetal o animal, resultando evidente el uso óptimo de la lombriz como suplemento proteínico, a diferencia de la harina de pescado, entre otros, los cuales son generalmente más caros. Sin embargo, Martínez (1996) señala que dicho contenido proteínico, a pesar de ser más elevado que el de la harinas de soya (44%) y carne y hueso (50%), es inferior al de las harinas de carne (54%) y pescado (70%), los cuales son utilizados comúnmente en las raciones de animales.

Con relación a los minerales que necesita la trucha arcoiris *O. mykiss* para desarrollarse en buenas condiciones, se aprecia en la Tabla 12 aquellos señalados en cantidad necesaria y los que posee la lombriz; se aprecia que solamente carece de Selenio, Cloro y Yodo, pero en relación al contenido de Fósforo y Magnesio, se encuentra en las proporciones idóneas para su desarrollo, en relación al Zinc, Manganeso, Cobre y de Hierro, al parecer se encuentran en concentraciones por debajo de los requerimientos para la trucha arcoiris.

TABLA 12. Minerales esenciales en la dieta de la trucha arcoiris *O. mykiss* y los contenidos en la harina de lombriz.

ELEMENTO	CANTIDAD NECESARIA (Lewell, 1998)	CANTIDAD CONTENIDA EN HARINA DE LOMBRIZ <i>E. foetida</i> (Martínez, 1996)
FÓSFORO	0.60%	0.687 %
MAGNESIO	0.05%	0.137 %
ZINC	30 mg/kg	1312.180 ppm
SELENIO	0.3 mg/kg	
MANGANESO	13 mg/kg	12.06 ppm
COBRE	3.0 mg/kg	Trazas
HIERRO	60 mg/kg	461.613 ppm
COLORO	0.9 %	
POTASIO	0.70%	0.288%
SODIO	0.6%	0.280 %
YODO	1.1 mg/kg	

En lo que respecta a su contenido de vitaminas, se aprecia en la Tabla 13 que carece de algunas de gran importancia, como lo son la vitamina A, D, E, K y la B12. Otras las presenta en niveles por debajo de los requerimientos para la trucha arcoiris, como son la vitamina B6, el ácido pantoténico, ácido fólico y la biotina. En cambio, otras se encuentran por encima de los valores necesarios para la trucha, como son: vitamina B1, B2 y Niacina.

TABLA 13.- Requerimientos mínimos de vitaminas en salmónidos.

VITAMINAS	CANTIDAD EN mg/kg DE DIETA (Woodward, 1994)	CONTENIDO EN HARINA DE LOMBRIZ E. foetida mg/kg (Martínez, 1986)
A	2500 IU	
D	2400 IU	
E	30 IU	
K	10 mg	
TIAMINA (B1)	10 mg	15 mg
RIBOFLAVINA (B2)	20 mg	147 mg
PIRODOXINA B6)	10 mg	2 mg
ACIDO PANTOTENICO	40 mg	16 mg
NIACINA	150 mg	358 mg
ACIDO FOLICO	5 mg	0.5 mg
B12	0.02 mg	
BIOTINA	1 mg	0.35 mg
INOSITOL	400 mg	
COLINA	3000 mg	
ACIDO ASCORBICO	100 mg	

En la Tabla 14 se muestran los ácidos grasos esenciales para la trucha arcoiris, sin embargo, Blanco (1995) menciona que las truchas digieren las grasas del orden del 85-99% y que al aumentar la temperatura del agua mejora la digestibilidad de los ácidos grasos de la dieta siendo la necesidad de estos del orden de 0.8-1.6%.

Fernández y Blasco (1993) mencionan que la cantidad óptima para truchas adultas es de 15-20% de grasas en la dieta.

Billard (1991) afirma que la trucha arcoiris soporta en sus raciones contenidos muy elevados de lípidos hasta del 25%, siendo los ácidos grasos esenciales los de la serie n-3 con una cantidad de ácido linolénico de 1% y que del ácido docosaexanoico no se necesita incorporar más que 0.3 a 0.5%.

Lewell (1998) menciona que un nivel de 4-5% de aceite de pescado marino provee los suficientes ácidos grasos de la serie n-3 para el crecimiento de salmónidos.

Pond *et al.* (1995) afirma que la trucha requiere ácido linolenico de 0.8-1% en su dieta.

Wilson (1991) señala que en los oligoquetos están presentes dos tipos de ácidos grasos esenciales para el desarrollo de las truchas, como es el 18:2n6 con 3.5% y el 18:3n3 con 2.9%.

TABLA 14. Requerimientos de ácidos grasos esenciales en peces (Wilson, 1991).

ESPECIE	REQUERIMIENTO DE ACIDOS GRASOS
Salmon Coho	Acido linoleico 1% y acido linolénico 1%
Salmon Chum	Acido linolénico 1-2.5 %
Trucha arcoiris	Acido linoleico .08 – 1%

COSTOS DE PRODUCCIÓN

Una de las ventajas de la utilización de los modelos de crecimiento obtenidos para la trucha en el presente trabajo, se refleja en los cálculos realizados para predecir los tiempos en los que se obtendrían los pesos y longitudes requeridas.

En el caso particular, si bien la experimentación sólo se llevó a cabo durante 120 días con lo que se obtuvieron al final de la experimentación pesos menores a la demanda comercial se procedió, con base al modelo, al cálculo del peso comercial que es en promedio de 350 g obteniéndose los siguientes resultados: para la dieta de

lombriz 260 días, para la comercial 235 días, y para la dieta mixta 211 días contra los 284 días que marcan los estándares comerciales.

En este sentido se nota, que con la dieta mixta, se alcanza el peso comercial en un tiempo menor al establecido por las marcas comerciales, lo cual redituaria en un ahorro considerable tanto de tiempo como en costos de alimentación. Lo anterior se nota haciendo un análisis de costos para llegar a los pesos comerciales y que se muestran en la tabla 15.

Las truchas sometidas a una dieta comercial alcanzarían un costo de \$ 1.44 por unidad; con la dieta de lombriz tendrían un costo de \$ 4.24 mientras que con la dieta mixta el valor sería de \$ 2.21, como se puede ver la dieta mixta puede ser la alternativa alimenticia óptima para las truchas, dado que además de tener todos los nutrientes de la dieta balanceada se adicionan los nutrientes de la lombriz para reforzar la combinación y homogenizarla y de esta manera lograr una buena alimentación que se ve reflejada principalmente en los índices de crecimiento en peso y ligeramente en los de longitud.

Tabla 15. Costos de producción de cada una de las dietas por cada organismo alimentado hasta alcanzar su peso comercial de 350 g.

DIETAS	DÍAS	COSTO DEL ALIMENTO	ALIMENTO CONSUMIDO	PRECIO POR PEZ
MIXTA	211	\$ 26.70 Kg	82.94 gr	\$ 2.21
COMERCIAL	235	\$ 9.46 Kg	152.21 gr	\$ 1.44
LOMBRIZ	260	\$ 44.00 Kg	94.46 gr	\$ 4.24

CONCLUSIONES

- El mayor incremento en peso, así como las tasas de crecimiento y porcentajes de ganancia después de los 120 días de experimentación se presentó en las truchas alimentadas con la dieta mixta.
- Los valores más altos registrados en los parámetros evaluados muestran a la dieta mixta como una alternativa alimenticia óptima para las truchas.
- El mayor incremento en longitud, así como los porcentajes de ganancia después de los 120 días de experimentación se presentó en las truchas alimentadas con la dieta comercial.
- Con relación a la eficiencia de conversión alimenticia se obtuvieron los valores más altos en aquellos peces alimentados con la dieta mixta.
- El porcentaje de mortalidad más elevado registrado durante la experimentación se presentó tanto en la dieta comercial como en la de lombriz.
- Con relación a los costos de producción, se calculó la inversión en alimento para las tres dietas suministrada a las truchas hasta lograr un peso de 350 g en el menor tiempo posible y se encontró que la dieta más viable fue la dieta mixta con un valor de \$ 2.21 por pez.
- Si bien, la dieta comercial es la más económica en comparación con la dieta mixta las truchas alimentadas con esta dieta necesitó más tiempo para alcanzar el peso de 350 g.
- No se recomienda la dieta de lombriz como único alimento, dado que carece de algunos nutrientes y no fue bien aceptada por las truchas en su presentación de carne fresca.
- Los parámetros fisicoquímicos registrados en la granja Tepehuaje permitieron el óptimo desarrollo de las truchas, ya que se encontraron dentro de los intervalos recomendados para la especie.

LITERATURA CITADA

- ▣ ACUÑA S., J. A., A. L. ALCÁNTARA G., L. ALVARADO G., M. FUENTES P., H. I. MONROY E. 2001. Estudio florístico del pueblo de San Pedro Atlapulco, Municipio de Ocoyoacac, Estado de México. Public. Metodología Científica V. FES – Iztacala, UNAM. 32 p.
- ▣ AKIYAMA, T., T. MURAI, Y. HIRASAWA, T. NOSE. 1984. Effect of dietary with earthworm on growth in rainbow in trout. *Aquaculture*, 37: 217-222.
- ▣ ALANÄRÄ, A., 1992. Demand feeding as a self-regulating feeding system for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in net-pens. *Aquaculture*, 108: 347-356.
- ▣ ALANÄRÄ, A., 1994. The effect of temperature, dietary energy content and reward level on the demand, feeding activity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 6126: 349-359.
- ▣ ARREDONDO F., J. L., H. R. VALDIVIA S., L. HERNÁNDEZ L. y R. CAMPOS. 1996. Evaluación del crecimiento, factor de conversión de alimento y calidad del agua del cultivo de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en un sistema cerrado. *Hidrobiología* 6(1-2): 59-65.
- ▣ ARZEL, J., R. MÉTALLIER, C. KERLEGUER, H. LE DELLIOU y J. GUILLAUME. 1995. The protein requirement of brown trout (*Salmo trutta*) fry. *Aquaculture*, 130: 67-78.
- ▣ BECERRIL, P., R. y R. VELÁZQUEZ DE LA M., 1987. Efecto de una dieta tipo vs. una dieta comercial sobre el rendimiento de la cría de trucha arco iris (*Salmo gairdneri* Richardson). Tesis de Licenciatura (Biología), FES – Zaragoza, UNAM. México. 54 p.
- ▣ BILLARD, R., 1991. Acuicultura. (Coord. Gilbert Barnabé) Tomo II. Omega, Barcelona, España. pp. 497-520.
- ▣ BLANCO, C. M. C., 1995. La trucha, cría industrial. Mundi-Prensa. Madrid, España. 503 p.

- ☐ BRAUGE, C., F. MEDALE y G. CORRAZE. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycaemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, reared in seawater. *Aquaculture*, 123: 109-120.
- ☐ BRAVO R.,I. y E. GALINDO R. 2001. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de bioabonos y especies menores (peces). Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, Universidad del Cauca, Colombia.
- ☐ BUDDINGTON R.K. y S.I. DOROSHOV. 1984. Feeding trials with hatchery produced white sturgeon juveniles (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 36:237-2443.
- ☐ BUREL, C., T. BOUJARD, G. CORRAZE, S.J. KAUSHIK, G. BOEUF, K.A. MOL, S.V. DER GEYTEN y E.R. KÜHN. 1998. Incorporation of high levels of extruded lupin in diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) nutritional value and effect on thyroid status. *Aquaculture* 163: 325-345.
- ☐ CHO, C. Y. y C. B. COWEY. 1991. Rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* En: Handbook of nutrient requirements of fish, Wilson, Robert P. C.R.C. Press, EUA. pp. 131-143.
- ☐ COWEY, C.B. 1994. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*, 124 :1-11.
- ☐ DANIEL, W. W. 2004. Bioestadística, Bases para el análisis de las ciencias de la salud. 3ra. Ed., Noriega . Limusa, México. 667 p.
- ☐ DE LA HIGUERA, M., M. GARCÍA, A. SANZ, G. CARDENETE, M. D. SUÁREZ y F. J. MOYANO, 1988. Evaluation of lupin seed meal as an alternative protein source in feeding of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture*. 71: 37-50.
- ☐ DE LA HIGUERA, M. y G. CARDENETE, 1993. La proteína en la nutrición de los peces. (En: Acuicultura marina, fundamentos biológicos y tecnología de la producción, F. Castelló Orvay). Publ. Universidad de Barcelona, España. pp. 195-227.

- ☞ FERNÁNDEZ, B., J. Y J. BLASCO M. 1993. Fisiología de la nutrición: Alimentación y energética de la nutrición en peces, Generalidades. En: Acuicultura marina: Fundamentos biológicos y tecnología de la producción, F. Castelló Orvay. Publ. Universidad de Barcelona, España. pp. 177-225.
- ☞ FERRUZI, C. 1994. Manual de lombricultura. Mundi-Prensa, Madrid, España, 138 p.
- ☞ GUERRA, P. L., 1982. Estudios preliminares sobre la utilización de lombriz de tierra (*Helodrilus foetidus*) en la alimentación de bagre de canal (*Ictalurus punctatus*). Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria, Monterrey, N.L.
- ☞ INEGI, 1998. Carta Topográfica 1:50000 Tenango de Arista E14A48 Estado de México.
- ☞ JIMÉNEZ, B. M. L. y M. BRACAMONTES, M., 1987. Efecto de una dieta tipo con respecto a una dieta comercial sobre el rendimiento de la trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) durante el estadio juvenil (10-20 cm) bajo sistema intensivo. Tesis Licenciatura, FES – Zaragoza, UNAM, México. 70 p.
- ☞ JIMÉNEZ, V. A. P., 1995. Evaluación de la calidad nutricional de los alimentos comerciales para la engorda de trucha arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la Presa de Santa Ana Tzacuala, Hidalgo. Tesis de Licenciatura, FES – Zaragoza, UNAM, México. 69 p.
- ☞ LEONARDI, M., R. VEGA y E. TARIFEÑO. 1994. Effect of commercial diets on growth, condition factor and feed conversion of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Kamloops (Jordan 1892) during freshwater stage development. *Abstracts / Aquaculture*, 124:283-291.
- ☞ LEWELL. 1998. Nutrition and feeding of fish. Kluwer Academic Publis Her. second edition U. S. A .
- ☞ MARTÍNEZ C., C. 1996. Potencial de la lombricultura. Lombricultura Técnica Mexicana, México. 140 p.

- ☐ MORALES, A. E., G. CARDENETE, M. DE LA HIGUERA y A. SANZ, 1994. Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 124:117-126.
- ☐ OROZCO A. M. S., 1986. Evaluación biológica de una mezcla de lombrices de tierra (*Eisenia foetida* y *Lumbricus rubellus*) y su utilización como sustituto parcial de proteínas en una dieta terminal para la alimentación de conejos. Tesis de Licenciatura, FES – Zaragoza, UNAM, México. 97 p.
- ☐ POND, W. G., D.C. CHURCH y K.R. POND. 1995. Basic animal nutrition and feeding. John Wiley & Sons. Fourth edition. Canadá.
- ☐ PORTILLA DE B., J. 1997. Producción intensiva de trucha en Raceways. En: Memorias del Segundo Foro Nacional de Truticultura, 16 - 17 de octubre de 1997, México. pp. 16-24.
- ☐ REFSTIE, S., S.J. HELLAND y T. STOREBAKKEN. 1997. Adaptation to soybean meal in diets for rainbow trout, *Onchorynchus mykiss*. *Aquaculture*, 153: 263-272.
- ☐ REYES, H., J. MARIN, A. A. ORTEGA y L. M. CLARET. 1986. Cultivo experimental de trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*; Richardson, 1836) en jaulas flotantes. Dirección General de Acuacultura, Secretaría de Pesca. Primer Simposio Nacional de Acuacultura.
- ☐ RIKER, W. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Departament of the Environment Fisheries and Marine Service *Bulletin Fish.* 191,382p.
- ☐ RUIZ, M., 1997. Cultivo intensivo de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en jaulas flotantes en la presa La Obsidiana, Atopixco, mpio de Zacualtipan, Estado de Hidalgo. Reporte de Servicio Social. FES – Zaragoza, UNAM, México. 37 p.
- ☐ RUOHONEN, K., J. VIELMA y D. J. GROVE. 1998a. Growth and food utilisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low-fat herring and dry diets enriched with fish oil. *Aquaculture*, 163: 275-283.

- RUOHONEN, K., J. VIELMA y D. J. GROVE. 1998b. High dietary inclusion level of fresh herring impairs growth of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 163: 263-273.
- STAFFORD, E. A. y A. G. J. TACON, 1984. Nutritive value of the earthworm *Dendrodrilus subrubicundus*, grow on domestic sewage in trout diets. *Agricultural and Food Research Council*. London, Great Britain. 9: 249-266.
- STEFFENS W. 1985. Possibilities for reducing the protein content in diets of rainbow trout / *Salmo gairdneri* / by using suitable fats. *Arch. Tierhari*. 35:361-368.
- STEVENSON, J. P. 1985. Manual de Cría de la trucha. Acribia. Zaragoza, España. 219 p.
- STICKNEY, R. R., 1991. Culture of salmonid fishes. CRC Press. Florida, EUA. pp. 22-55.
- STOREBAKKEN, T., K.D. SHEARER, S. REFSTIE, S. LAGOCKI y J. MCCOOL. 1998. Interactions between salinity, dietary carbohydrate source and carbohydrate concentration on the digestibility of macronutrients and energy in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 163: 347-359.
- SUGIURA, S. H., F. M. DONG, C. K. RATHBONE y R. W. HARDY. 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. *Aquaculture*. 159: 177-202.
- TACON A. G. J, E. A. STAFFORD y C. A. EDWARDS. 1983. A preliminary investigation of the nutritive value of three terrestrial lumbricid worms for rainbow trout. *Aquaculture*, 35: 187-199.
- TAMARU, C. S., H. AKO & RESTITUTO PAGUIRIGAN. 1997. Essential fatty acid profiles of maturation feeds used in freshwater ornamental fish culture. *Hydrobiologia*, 358: 265-268.

- ▣ VALDÉS R., S. A. 2001. Desarrollo y estado actual de la truticultura en el Estado de México. Tesis de Licenciatura, FES – Iztacala, UNAM, México. 110 p.
- ▣ VEGA, R., I. VALDEBENITO, D. ALFARO y S. CÁRDENAS. 1994. Effect of feeding frequency on growth and survival of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) farmed at Lautaro Fish Farming Experimental Station, Chile. *Abstracts / Aquaculture*, 124: 283-291.
- ▣ VELÁZQUEZ, L. I. IBAÑEZ, C. HERRERA y M. OYARZUN, 1991. *Anim. Prod.* 53: 119-122.
- ▣ VERGARA, V., C. GÓMEZ y F. FLORES. 1998a. Alimentación de truchas arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) en las etapas de crecimiento y acabado. (In: Seminario: “Avances en alimentación de truchas” 22 – Mayo – 1998). Programa de Investigación en Alimentos UNA La Molina, Lima, Perú.
- ▣ VERGARA, V., C. GÓMEZ y L. BAZAN. 1998b. Evaluación del aceite acidulado de pescado (enermas) en la alimentación de truchas (*Oncorhynchus mykiss*). (In: Seminario: “Avances en alimentación de truchas” 22 – Mayo – 1998). Programa de Investigación en Alimentos UNA La Molina, Lima, Perú.
- ▣ VERGARA, V., H. BAZAN y M. LOOK. 1998c. Evaluación comparativa de dos dietas balanceadas elaboradas mediante los procesos extruído – peletizado y peletizado en el crecimiento de juveniles de truchas arcoiris. (In: Seminario: “Avances en alimentación de truchas” 22 – Mayo – 1998). Programa de Investigación en Alimentos UNA La Molina, Lima, Perú.
- ▣ VIELMA, J., S. P. LALL, J. KOSKELA, F. J. SCHÖNER y P. MATTILA. 1998. Effects of dietary phitase and cholecalciferol on phosphorus bioavailability in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 163: 309-323.
- ▣ VILLARREAL, O. A., 1988. Centro Acuícola Matzinga, productor de trucha arcoiris. *Acuavisión*, México. No. 12:10-11.

- ☐ WILSON , P. R. 1991. Hand book of nutrient requirements . CRC Press U. S . A .
- ☐ WOODWARD, B., 1994. Dietary vitamin requirements of cultured young fish, with emphasis on quantitative estimates for salmonids. *Aquaculture*, 124: 133-168.
- ☐ ZAR, J. H 1999. *Biostatistical Analysis*. 2nd ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey: 718p.
- ☐ Internet
<http://www.edomex.gob.mx/newweb/saladeprensa/comunicados/archivo.2003/ago03/com>