

16
20j



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

"ZARAGOZA"
U. N. A. M.

"CULTIVO INTENSIVO DE LA CARPA DE ISRAEL
(Cyprinus carpio v. specularis), CON TRES TIPOS DE
ALIMENTO BALANCEADO COMERCIAL".

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A N :

**SANTAMARIA GONZALEZ MIGUEL ANGEL
VELAZQUEZ ESCOBAR MIGUEL ANGEL**

MEXICO, D. F.

1985



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.

INDICE

	pag.
Resumen	VII
1. Introducción	1
2. Antecedentes	6
3. Objetivos	11
4. Area de estudio	12
4.1 Localización geográfica	12
4.2 Infraestructura	12
4.3 Calidad del agua	12
4.4 Especies que se manejan	14
5. Materiales y métodos	15
5.1 Diseño experimental inicial	15
5.2 Densidad y selección de los peces	16
5.3 Unidad experimental	16
5.4 Alimento y procedimiento de alimentación	19
5.5 Muestreo de los peces	22
5.6 Control sanitario	23
5.7 Parámetros de la calidad del agua	23
5.8 Análisis estadísticos y modelos matemáticos	24
6. Resultados	27
7. Discusión	50
7.1 Análisis del crecimiento	50
7.2 Composición de los alimentos y su relación con el crecimiento	52
7.3 Niveles de proteína y su relación con el crecimiento	54
7.4 Características físicas del alimento y el crecimiento de los peces	59
7.5 Ración alimenticia y crecimiento	61
7.6 Eficiencia de la utilización del alimento	63
7.7 Eficiencia de la utilización de la energía	65

	pag.
7.8 Economía de la alimentación	70
8. Conclusiones	73
9. Sugerencias	76
10. Bibliografía	78
Apéndices	83

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

	pag.
Tabla 1. Composición porcentual de los alimentos utilizados en el experimento	20
Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los peces, durante el período experimental	36
Tabla 3. Resultados de la prueba de los tres alimentos sobre el crecimiento de los peces, durante el período experimental	36
Tabla 4. Relación entre la ración alimenticia y la conversión sobre el crecimiento de la carpa de Israel	39
Tabla 5. Relación entre el peso promedio, conversión alimenticia y gasto energético hasta el final del experimento	39
Tabla 6. Relación entre el contenido energético del alimento y la eficiencia del crecimiento con la ganancia en peso	41
Tabla 7. Relación entre contenido calórico, calorías suministradas y requerimiento energético para la producción	42
Tabla 8. Efecto del contenido calórico y proteico sobre el crecimiento	42
Tabla 9. Relación entre alimento suministrado, conversión y utilización de la proteína	48
Tabla 10. Eficiencia de los tres tratamientos durante todo el período experimental	48
Tabla 11. Eficiencia de los tres tratamientos (costos y extrapolación a una hectárea)	49
Tabla 12. Requerimientos nutricionales de la carpa de Israel	53
Tabla 13. Economía de la alimentación	70
Figura 1. Localización Geográfica del Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama	13
Figura 2. Croquis del Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama	17

	pag.
Figura 3. Unidades experimentales	18
Figura 4. Comederos	18
Figura 5. Diagramas de caja (BOXPLOT) del peso	32
Figura 6. Diagramas de caja (BOXPLOT) de la longitud	33
Figura 7. Diagramas de caja (BOXPLOT) de la altura	34
Figura 8. Comportamiento del coeficiente de crecimiento, durante el período experimental	38
Figura 9. Comportamiento de la conversión alimenticia en el transcurso del experimento	38
Figura 10. Regresión Lineal Resistente entre la proteína contenida en el alimento suministrado y la ganancia en peso de los peces	44
Figura 11. Residuales de la Regresión Lineal Resistente	46
Apéndices	83

RESUMEN

Un experimento de prueba de tres marcas comerciales de alimento balanceado fué llevado a cabo en el Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo., durante un período de 116 días en piletas experimentales de concreto, para determinar cuál de éstas satisfacía más eficientemente los requerimientos nutricionales de la carpa de Israel (Cyprinus carpio v. specularis L.).

Los peces, fuéron alimentados con una ración establecida semanalmente por el consumo de alimento a saciedad.

Las crías de carpa usadas en el experimento se iniciáron con un peso promedio de 1.74 g. En el tratamiento con el alimento Albamex (25 % de proteína) alcanzáron un mayor incremento en peso, que fué de 56.16 g así también, fuéron encontrados los coeficientes de crecimiento más altos. Para los tratamientos con los alimentos de Purina (16.8 % de proteína) y Cogasa (25 % de proteína), el incremento en peso fué de 27.56 g y 29.46 g respectivamente, atribuidos a la inferior calidad de cada uno de éstos alimentos.

La mejor conversión alimenticia fué encontrada en el tratamiento con el alimento Albamex, que fué del orden de 2.1, -- también se halló una mejor eficiencia de la utilización de la proteína contenida en éste alimento, con un FER (Protein Efficiency Ratio) de 1.9 . Se estableció una relación lineal entre la proteína contenida en el alimento suministrada y la ganancia en peso por pez. El valor más alto encontrado de la eficiencia de la utilización de la energía para el crecimiento fué de 0.47 para el tratamiento con el alimento Albamex.

El costo de producción por kilogramo de pescado, fué menor para el tratamiento con el alimento Albamex, aventajando -- significativamente a los otros dos tratamientos en una proporción de casi dos veces menos en el costo.

1. INTRODUCCION

La nutrición piscícola es una especialidad relativamente joven en México, cuando la comparamos con las de otras especies, tales como las aves, los porcínos y los bovinos. Los estudios sobre requerimientos nutricionales de los salmónidos -- han sido estudiados con mayor intensidad que los de otras especies piscícolas, tanto a nivel nacional como internacional, no fué sino hasta la década de los años sesentas en que demostró que éra factible la explotación comercial de otras especies tales como el bagre, la tilapia y la carpa.

La Ciprinicultura ha ido evolucionando lentamente en nuestro país, durante casi un siglo se practicó de forma extensiva e incluso muy extensiva. Poco a poco la práctica cada vez más generalizada de la alimentación artificial ha permitido desarrollar cultivo más ó menos intensivos y con ésto incrementar la producción. En el futuro, la utilización de alimentos balanceados de mejor calidad, permitirá realizar nuevos progresos.

La experimentación sobre dietas y alimentación de carpa de Israel, fué iniciada debido a la necesidad de incrementar la producción de peces para consumo humano en el medio rural de nuestro país principalmente, así al desarrollarse la industria piscícola, se ha ido incrementando la demanda por aumentar la productividad del área unitaria instalada y por fabricar y evaluar mejores alimentos que deberían ser específicamente para una rápida y más eficiente conversión con un mayor crecimiento.

Comparados con otros animales terrestres, los peces son mucho más eficientes para convertir el alimento a carne, de ahí su importancia para resolver el problema más grande que tiene nuestro país: producir alimentos de buena calidad a bajo costo y en abundancia.

La investigación en la Piscicultura, ha llevado a definir

a el cultivo intensivo de peces como el manejo de altas densidades con el uso de fórmulas alimenticias, con un buen manejo acuícola, para mejorar la producción.

Los mismos procedimientos son utilizados ó aplicados para la obtención de ganancias en otras industrias animales: al empleo de las mejores condiciones de manejo para registrar la mayor capacidad inherente de crecimiento de los animales y con los mínimos costos de nutrientes.

Una evaluación de los alimentos es de suma importancia en la Piscicultura de México, donde no sólo figure la conversión alimenticia, sino también la económica, ya que el alimento representa un costo considerable dentro del proceso de producción de tal forma que se puedan establecer los indicadores necesarios para la factibilidad económica de un cultivo, ya que en la actualidad las raciones alimenticias de los peces no han mejorado substancialmente su eficiencia económica tan rápidamente como se ha aumentado el conocimiento de sus requerimientos nutricionales.

El piscicultor engloba bajo el término de crecimiento, la producción de una nueva masa más grande, que comprende por una parte el aumento de tamaño o crecimiento propiamente dicho, y por otra la formación de sustancias de reserva bien localizadas. El crecimiento de los peces depende de muchos factores; unos de origen interno, hereditarios y relativos a la velocidad de crecimiento, a la facultad de utilización del alimento y a la resistencia a las enfermedades, y otros de origen externo, llamados en su conjunto medio vital y comprendiendo principalmente la temperatura, la cantidad y calidad de alimento presente, la composición y pureza química del medio (contenido de oxígeno, ausencia de sustancias nocivas), el espacio vital (según sea suficientemente extenso ó demasiado reducido, el crecimiento es rápido ó lento).

Hay gran variedad de alimentos, la selección de cuál dieta dar es muy importante ya que de ella dependerá en gran parte la producción y calidad del pez. Para que una especie cualquiera acepte un alimento, se necesita que éste sea palatable, es decir, que su gusto y consistencia se ajusten a las preferencias del pez. A veces la palatabilidad de un alimento se mejora mediante el fraccionamiento en partículas de tamaño adecuado para la ingestión, según sea la talla de los peces.

Los alimentos balanceados pueden arrojarse esparcidos alrededor de las orillas del estanque, o bien colocarse en comederos (bandejas) ubicados a poca profundidad. En Europa, donde es tan común el empleo de granos como alimento para los peces, el suministro se realiza humedeciéndolos previamente a -- fin de que absorban agua, se hablanden y se hundan.

Todos los peces necesitan ciertos ingredientes en la dieta éstos son: proteínas, grasas, carbohidratos, vitaminas y minerales. La cantidad y calidad requerida de cada uno de éstos -- constituyentes varía de especie a especie.

La carne del pez está compuesta predominantemente de proteína y sin ésta no hay crecimiento, por lo tanto la proteína es el más importante de los constituyentes de la dieta del -- pez. Ambos, la cantidad y calidad de la proteína en la dieta debe de estar en una relación correcta a los requerimientos de la especie de pez cultivado.

Elegir un alimento resulta en muchas ocasiones difícil, -- ya que deben ser tomados en cuenta varios factores como son la calidad, la cantidad, el precio y costo del alimento entre los principales, por esto la mejor manera de averiguar la disponibilidad y calidad de un alimento para peces es estimando la eficiencia de la utilización del alimento, como una medida del alimento disponible utilizado para el crecimiento.

Clásicamente la energía es definida como la capacidad de

producir trabajo, y ésta es requerida para todas las fases -- del metabolismo de los peces. De la misma manera que los vertebrados superiores, los peces utilizan parte del alimento ingerido para mantener el funcionamiento de su propio organismo, y lo que resta para el crecimiento corporal. De ésta manera los niveles de alimentación, deben ser lo suficientemente altos como para proporcionar los requerimientos de energía para el mantenimiento y aún las del crecimiento.

La alimentación artificial es uno de los principales medios que existen en Piscicultura para aumentar la producción, su importancia varía según la intensidad con que se practique, que puede ser extensiva, semintensiva ó intensiva, las respuestas de los organismos al alimento adicionado determina si la producción de pescado puede ser un cultivo empresarial factible, por lo que en todos los cultivos de peces, el costo del alimento suplementario es de gran interés, centrándose el interés del piscicultor en el buen retorno de la inversión, en términos de peso ganado del pez. Así la práctica intensiva de la carpa con alimentación artificial es ante todo cuestión de rentabilidad, ésta viene determinada por el precio de los alimentos empleados y el cambio de éstos, por lo que la participación de ambos factores puede determinar el punto óptimo del rendimiento del cultivo intensivo de pescado, de tal manera que sea posible la evaluación de la conveniencia de varios tipos de alimento y cantidades para maximizar la producción de pescado.

La producción intensiva de carpa de Israel con el empleo de alimentos balanceados ha sido muy pobremente utilizada en los cultivos de peces practicados en México, lo cuál ha estado dado por varios factores, en los que destacan principalmente; la carencia de una infraestructura necesaria para la implementación de éstos sistemas de cultivo; la poca organización rural en grupos de trabajo ó cooperativas del campesinado mexicana

no, dado en parte por la falta de personal técnico capacitado en el área, la carencia de crías disponibles y suficientes para cubrir las demandas de los estados interiores del país, y especialmente, la ausencia de alimentos balanceados cuya calidad nutritiva y costos permitan incrementar substancialmente la producción de pescado, por lo que una necesidad de investigación en el área de la alimentación piscícola es de vital importancia para asentar las bases en ésta área.

En nuestro país se ha descuidado en parte la investigación en la producción de alimentos para peces, que reúnan las características biológicas y económicas óptimas, capaces de mejorar la producción por unidad de área, pues en general se utilizan las mismas normas y técnicas aplicadas en la preparación de los piensos para el ganado y las aves.

La mayor parte de la producción de pescado de las aguas interiores del país ha estado basada en un mayor grado en el cultivo extensivo de peces, especialmente de las especies de consumo rural, donde únicamente las condiciones naturales de alimento son la fuente y la base de ésta producción.

2. ANTECEDENTES

El Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo., inició sus operaciones en el año de 1965; fué proyectado como un Centro ciprinícola y en sus inicios orientó sus trabajos al cultivo de la carpa común y de la carpa espejo; sin embargo, el diseño de sus instalaciones también comprendió el cultivo de las " carpas chinas ", de las cuáles en éste mismo año se introdujéron la carpa hervibora y la carpa plateada, ambas procedentes de la República Popular de China. El objetivo central de los trabajos que se desarrollan en ésta unidad comprende la producción de crías. A partir del año de 1979 y como consecuencia de la introducción de nuevos lotes de reproductores de carpa hervibora y de carpa plateada y de la introducción por primera vez de la carpa cabezona, de la carpa negra y la brema, todas procedentes de la República Popular China, además de desarrollar nuevas tecnologías, la Piscifactoría de Tezontepec optimizó el aprovechamiento de sus instalaciones y alcanzó niveles de producción que ninguna otra Piscifactoría de carpas en México ha alcanzado en los últimos dos años.

Por otra parte, la Piscifactoría de Tezontepec presta servicios a otras entidades vecinas que carecen de Piscifactorías abasteciéndoles anualmente con más del 50 % de su producción. Con éstos servicios se benefician las entidades de Tlaxcala, Puebla, Querétaro, México y Michoacan.

Como se mencionó anteriormente, la Piscifactoría cultiva las especies muy conocidas mundialmente como " carpas chinas "; este hecho ha permitido a sus técnicos experimentar nuevas tecnologías en el aspecto del desove inducido a base de extractos hipofisarios heteroplásticos y el empleo de hormonas sintéticas o de extracción, logrando con ello la reproducción de la carpa plateada y de la hervibora y por primera vez en México el desove inducido de la carpa cabezona y de la brema.

Gracias a ello nuestro país puede llevar a la práctica el " policultivo ", inédito (1981).

Si bién los estudios sobre nutrición de peces se iniciá - ron en la década de los años treinta, fué necesario llevar a - cabo intensos trabajos sobre las diferencias en los requeri - mientos nutricionales de cada especie, por lo que cada una se estudió en forma individual para poder obtener así el camino - a una dieta óptimamente balanceada, inédito (1983).

Las diversas experiencias que sobre el uso de alimenta - ción artificial se han llevado a cabo en el plano internacio - nal hablan que ésta determina una producción total superior al doble de la producción natural, y ésto para un crecimiento in - dividual idéntico, Huet (1978).

En los inicios de ésta actividad, los nutriólogos basáron sus estúdios en la información que se tenía sobre las raciones alimenticias de trucha, salmón y las aves. Estos se lleváron a cabo en acuarios y estanques con dietas purificadas, sobre - la base de éstos estúdios, investigaciones más recientes han - sido encaminadas hacia las especies de aguas cálidas como la carpa, inédito (1983).

La investigación actual en nutrición de peces de aguas cá - lidas está siendo encauzada en dos diferentes caminos, depen - diendo de los recursos de la investigación: primeramente ha -- ciéndo énfasis en determinar los requerimientos nutritivos de peces de aguas cálidas utilizando dietas purificadas. En éstos trabajos, los peces experimentales son mantenidos en reserva - rios sin acceso a los alimentos naturales, en el segundo caso, involucra la experimentación de dietas formuladas con varias - combinaciones de ingredientes normalmente utilizádos en alimen - tos animales. Estas dietas son probadas bajo condiciones natura - les del estanque. Ambos caminos producen información valiosa, Shell (1968).

En la actualidad las raciones alimenticias de los peces -

no han mejorado substancialmente su eficiencia económica tan rápidamente como se ha aumentado el conocimiento de sus requerimientos nutricionales, descuidándose el exámen de las bases económicas del desarrollo y manejo de poblaciones piscícolas en una variedad de medioambientes controlados, ya que en general el camino que ha tomado la investigación sobre nutrición de peces descuida en su totalidad los costos de la producción de alimento, y las ganancias que pueda producir un cultivo, Shang (1981), Hepher (1981), inédito (1983).

Bryant et al. (1981.) han establecido el menor peso corporal al cuál la larva de carpa puede ser directamente transferida a una dieta artificial convencional para crías, con un crecimiento y supervivencia aceptable y la evaluación económica de los porcentajes alimenticios con ésta dieta para postlarvas de carpa.

La mayoría de las raciones formuladas varían poco de las raciones tradicionalmente probadas, ya que debido a los requerimientos tan especiales de las dietas los ingredientes utilizados son relativamente escasos y selectivos. Por lo común siempre es utilizada a la caseína como fuente de proteína y a la dextrina como fuente de carbohidratos, sobre la base de éstos dos ingredientes se han realizado gran parte de las investigaciones conducidas hacia la optimización de porcentajes alimenticios, eficiencia de la utilización de la proteína y del alimento, razón de crecimiento y utilización de la energía, etc. Lo que ha llevado hacia el mejoramiento de las condiciones de alimentación.

Huisman (1974, 1976), trabajó con la utilización del alimento por la carpa, alimentándolas con diferentes raciones diarias y con especial consideración en la utilización de la energía, así mismo mostró la conversión de la energía disponible para crecimiento.

Winberg (1956), obtuvo una ecuación balanceada de la -

energía para la relación entre el incremento y la disminución de energía debido al ingreso energético por el alimento y a la salida de ésta energía por el gasto metabólico.

Browley (1981), desarrolló un experimento para determinar si las dietas húmedas ó secas, frescas ó congeladas, en -- comparación con los alimentos compuestos basados en harinas -- procesadas tenían alguna influencia sobre el crecimiento y conversión alimenticia de la trucha arcoiris.

Sen et al. (1978), conduciéron experimentos con dietas purificadas para averiguar los niveles óptimos de proteínas y -- carbohidratos necesarios en la alimentación de la carpa.

Neil (1962), presentó una relación lineal entre el porcentaje ganado en peso y el porcentaje de proteína pura suministrada.

Takeuchi (1979), demostró que los lípidos y los carbohidratos éran igualmente efectivos al satisfacer las necesidades energéticas de la carpa. Así también ha estimado la eficiencia de la utilización de la proteína y la incorporación de ésta a la formación de masa corporal de la carpa.

Steffens (1981), ha revisado ampliamente los factores -- que influyen a la utilización de la proteína por la carpa.

Nose y Toyama (1966); Ogino y Chen (1973), han estudiado la digestibilidad de las proteínas de diferente origen y la variación de ésta a varios niveles.

Ogino y Saito (1970), mencionáron la importancia de los niveles de proteína en juveniles de carpa.

En resumen, existen muchos factores que afectan la toma de decisiones que nos encuadran dentro de un marco estrecho de posibilidades en el uso de los diferentes ingredientes: los requerimientos de la especie, la tolerancia al uso de cantidades máximas de un determinado ingrediente, condiciones de mercado y finalmente la presentación que se desee hacer del producto.

En los inicios, las primeras dietas fuéron formuladas a

partir de pasta de soya, pasta de cacahuete, harina de pescado subproductos de cervecería, subproductos de destilería, granos y sus subproductos. Sin embargo no se sabía cuáles de los nutrientes de éstos ingredientes éran esenciales y cuáles no.

Las dietas formuladas éran alimentadas a los peces en los estanques que en sus inicios tenían bajas densidades de población y a menudo daban buenos resultados a los piscicultores, sin embargo, el uso más frecuente de los alimentos balanceados ha conducido a manejar altas densidades obteniéndose así mejores resultados.

Hepher (1975); Chervinsky (1978), determinaron la proporción de crecimiento de la carpa, utilizando el alimento comúnmente dado en Israel (granos de cereales) y dietas ricas en proteína. Así mismo también determinaron el efecto sobre la composición corporal del pez.

En la práctica se ha encontrado que la mejor dieta para un crecimiento rápido y una buena conversión no éra la mejor, ya que muchas veces el sabor y la textura de la carne no éran los adecuados. En la actualidad se buscan ingredientes que mejoren el producto de tal manera que los productores mantengan un alto nivel de aceptación por el consumidor para su producto Albuquerque (1976).

El reto futuro de los nutriólogos de peces, no será tanto como mejorar la eficiencia de la conversión, sino desarrollar alimentos más baratos que no inhiban la tasa de crecimiento ó afecten la calidad del producto y que sean nutricionalmente adecuados, Shang (1981); inédito (1983).

3. OBJETIVOS

Objetivo General:

Determinar si un tipo de alimento balanceado comercial en particular, satisface los requerimientos nutricionales para el crecimiento de la carpa de Israel (Cyprinus carpio v. specularis L.) sin el acceso a los alimentos naturales.

Objetivos Específicos:

1. Encontrar la marca de alimento balanceado que proporcione el mejor crecimiento de los peces.

2. Establecer la mayor eficiencia de la utilización del alimento por los peces.

3. Determinar de que marca comercial de alimento balanceado es más eficientemente utilizada la proteína y la energía para el crecimiento.

4. Evaluar cuál es la mejor viabilidad económica del cultivo de la carpa en cuestión de rentabilidad con los alimentos probados.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1 Localización Geográfica del Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo.

Se encuentra ubicado en los márgenes del río Tula, en la periferia de los terrenos del ejido de Santiago Acayutlán, -- Mpio. de Tezontepec de Aldama, Hgo.,. Figura 1, las coordenadas geográficas son: Latitud $20^{\circ} 03' 00''$ Norte, Longitud $99^{\circ} 17' 00''$ Oeste.

El clima de la región es del tipo BSiku(w)(i'), que corresponde al clima semiárido, con temperatura media anual menor de 18°C , con régimen de lluvias en verano, de acuerdo a las modificaciones hechas por García (1973), a la clasificación propuesta por Köppen. El área de estudio se encuentra a 1960 msnm.

4.2 Infraestructura

Esta unidad posee una superficie total de 2.3 Ha, de las cuáles 1.6 corresponden a estanquería. Se alimenta de dos manantiales que proveen 120 litros por segundo de agua, distribuyéndose por gravedad a todas las instalaciones.

Actualmente cuenta con la siguiente infraestructura: 1 - sala de desove, 2 incubadoras de canal circulante, 1 laboratorio, 3 bodegas, 4 oficinas administrativas, 2 casas habitación, 2 piletas de tratamiento, 4 estanques rústicos, 24 estanques semirústicos, 20 piletas de concreto y 1 unidad experimental con 8 piletas pequeñas Figura 2.

4.3 Calidad del Agua

Los parámetros fisicoquímicos del agua de los manantiales

que surten al Centro son:

Parámetro	Valor medio anual
Temperatura	23.9 °C
Conductividad	1332.0 mmhos/cm
pH	7.8
Oxígeno disuelto	6.7 mg/lt
Alcalinidad F	0.0 mg/lt
Alcalinidad M	323.8 mg/lt
Bióxido de carbono	15.9 mg/lt
Dureza total	409.7 mg/lt
Dureza de Ca	193.3 mg/lt
Dureza de Mg	216.3 mg/lt
Ca ++	77.3 mg/lt
Mg ++	52.5 mg/lt
Cloruros	193.6 mg/lt

Fuente: Centro Piscícola de Tezontepec (inédito, 1982)

4.4 Especies que se manejan

Las especies con las que actualmente se trabaja en el Centro Piscícola son las siguientes:

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
Carpa hervibora	<u>Ctenopharyngodon idellus</u>
Carpa plateada	<u>Hypophthalmichthys molitrix</u>
Carpa barrigona	<u>Cyprinus carpio v. rubrfruscus</u>
Carpa espejo	<u>Cyprinus carpio v. specularis</u>
Carpa brema	<u>Megalobrama amblycephala</u>
Carpa cabezona	<u>Aristichthys nobilis</u>
Carpa negra	<u>Milopharyngodon piceus</u>
Mojarra	<u>Tilapia spp</u>

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Diseño Experimental Inicial

Antes de realizar el presente estudio, se llevó a cabo un experimento preliminar del mes de Octubre de 1983 a Marzo de 1984.

Para ésto se utilizó un lote de 1 800 crías de carpa de Israel, de las que un 50 % tuvieron una talla de 7.3 cm y 6.5 g en promedio, mientras que el otro 50 % fué de 4.2 cm y 3.8 g en promedio, por lo que no cumplió con el requisito de homogeneidad necesaria para un estudio de nutrición, pero dada la carencia de otro lote de crías se decidió experimentar con las disponibles.

En éste experimento inicial se utilizarón piletas de pared y fondo de concreto, de 30 metros cuadrados de superficie, que se dividió en tres secciones con bastidores forrados con malla tratada de luz de 1.0 cm, y colocados transversalmente. En cada sección fueron introducidas una densidad de carga de 20 organismos por metro cuadrado, asionando aleatoriamente a cada piletta una marca comercial de alimento balanceado, el cuál fué suministrado en un 6 % en relación a la biomasa de peces de cada sección, dándose el alimento en comederos de plástico con una frecuencia de dos veces al día y un 10 % de cada población fué muestreada quincenalmente.

Esta parte sirvió para tomar en consideración un buen número de elementos y establecer un criterio básico para el experimento final. Llegando a obtener las siguientes consideraciones:

- a). Seleccionar organismos sin un amplio intervalo de variación de peso y talla.
- b). Manejar densidades de carga menores.
- c). Tomar un tamaño de muestra que represente lo más cercanamente al comportamiento del efecto de cada tratamiento.

- d). Dar un tratamiento sanitario constante, para impedir una posible infestación por parásitos.
- e). Proporcionar a los peces un ambiente favorable de tranquilidad, eliminando cualquier otro factor de tensión que no sea el del mismo cultivo.

5.2 Densidad y Selección de los peces

El experimento fué llevado a cabo en el Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo. (Figura 2), desde el mes de Abril hasta el mes de Agosto de 1984, con una duración de 116 días.

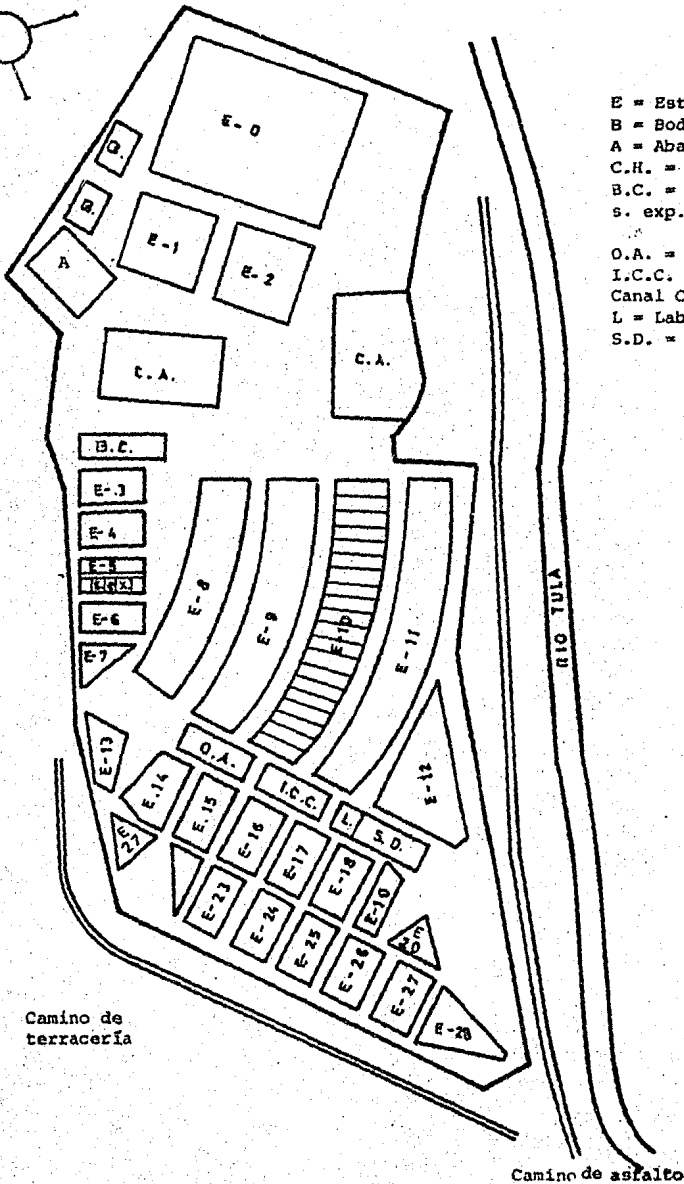
La población de carpa de Israel usada para cada tratamiento fué de un mismo origen, edad y talla, siendo derivadas de un mismo desove inducido. Su promedio individual de peso fue de 1.74 g y 4.62 cm de talla, seleccionadas en base a las mejores características fenotípicas siguientes: ausencia de malformaciones en las aletas u opérculos, menor número de escamas en el cuerpo, mayor altura y robuztez, y apariencia saludable.

La proporción de la población introducida, fué igual en los tres tratamientos, 5 peces por metro cuadrado, densidad algo superior a la usada en estanques de cultivo extensivo, (0.5 a 1.5 peces por metro cuadrado), además fuéron adicionales un 10 % más para cubrir las posibles bajas.

5.3 Unidad Experimental

Los estanques, ubicados en la sección 5 del Centro Piscícola, donde se llevó el presente estudio fuéron piletas de pared y fondo de concreto, de forma rectangular, con un volumen residual de 6.0 metros cúbicos y con una superficie de 10.0 metros cuadrados, todas igualmente (Figura 3). El abastecimiento de agua estuvo dado por el manantial que surte a todos

Figura 2. Croquis del Centro Piscícola de Tezontepec de Aldama, Hgo.



- E = Estanque
- B = Bodega
- A = Abastecimiento
- C.H. = Casa Habitación
- B.C. = Bodega y Cobertizo
- s. exp. = sección experimental
- O.A. = Oficinas de Admon.
- I.C.C. = Incubadoras de Canal Circulante
- L = Laboratorio
- S.D. = Sala de Desove

Camino de terracería

Camino de asfalto

Figura 3. Unidades experimentales

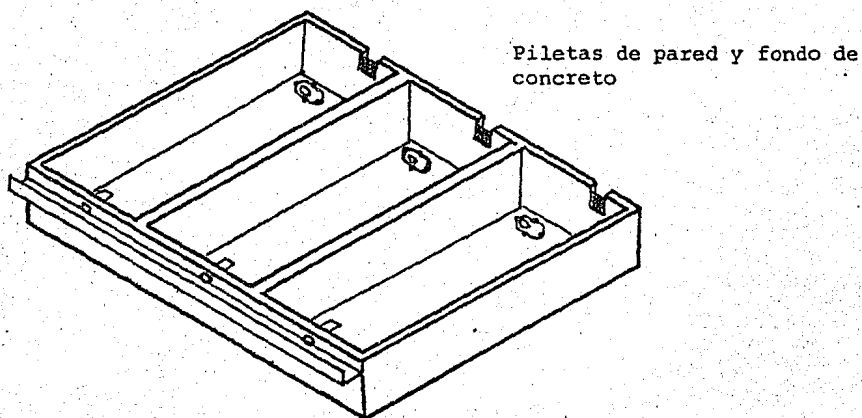
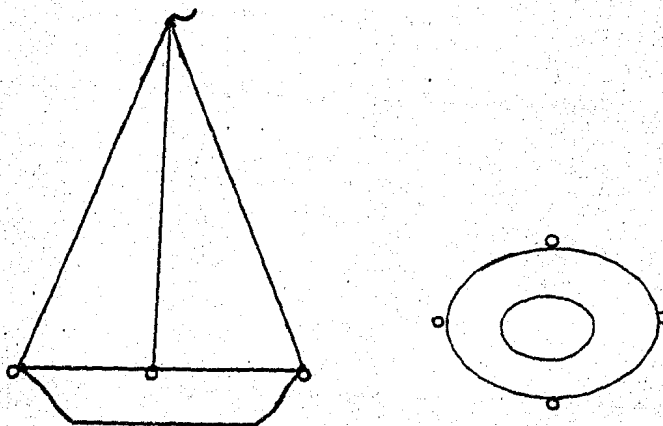


Figura 4. Comederos usados en el experimento



los estanques del Centro y llegó a las piletas a través de -- una manguera de 2 plg de diámetro, por la cuál se virtió un - flujo de agua a razón de 0.1 litros por segundo a cada una de las piletas. La salida de agua se efectuó a través de rejillas metálicas de 1.0 cm de abertura. Las piletas fuéron cubiertas exteriormente con una malla, para evitar la predación de los - peces por los pájaros, dada muy frecuentemente en el Centro, especialmente sobre las crías pequeñas.

5.4 Alimento y Procedimiento de alimentación

Se adquirieron tres marcas de alimento balanceado comer - cial, siendo dos (Albamex y Cogasa) especiales para engorda de carpa de Israel con un nivel de 25 % de proteína y Purina, especial para la engorda de pollos, con un nivel de 18.8 % de proteína. La composición de cada alimento se muestra en la Ta - bla 1, indicando el costo del alimento por kilogramo, vigente en Septiembre de 1983. El contenido energético de cada alimen - to fué determinado con una bomba calorimétrica de oxígeno mar - ca Parr Instrument, propiedad del Laboratorio de Fisiología A - nimal de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M.

Las marcas comerciales de alimentos balanceados fuéron a - signados al azar en cada pileta experimental, quedando dispues - tas de la siguiente manera:

Marca Comercial de Alimento	Tratamiento
Albamex	1
Purina	2
Cogasa	3

La presentación de los alimentos de Albamex y Cogasa fué

Tabla 1. COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN EL EXPERIMENTO.

Marca Comercial ^a	ALBANEX (%)	PURINA (%)	COGASA (%)
Proteína	25.0	18.8	25.0
Lípidos	8.5	2.0	5.0
Carbohidratos (ELN)	41.2	55.2	45.0
Fibra	8.5	5.0	8.0
Calcio	1.5	0.8	0.5
Fósforo	0.8	0.4	0.8
Lisina	-	1.0	1.6
Cistina	-	0.3	0.5
Metionina	-	-	0.6
Ceniza	7.3	7.0	-
Calorías por gramo de alimento (mat. seca) ^b	4837.03	3751.86	3620.03
Precio del alimento \$/Kg	34.45	28.75	36.70

a La composición de los alimentos fué proporcionada por la productora de cada alimento.

b El contenido calórico fué determinado en los Laboratorios de Fisiología Animal de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

en forma de piensos de un tamaño de 10.0 mm y 5.0 mm de diámetro respectivamente, para hacerlos más accesibles a los organismos tuvieron que ser molidos hasta hacerlos granulados. Este procedimiento no fué necesario en el caso del alimento de Purina, pues su presentación original fué granulada.

Una vez que se seleccionaron los peces, éstos fueron introducidos en su correspondiente pileta, alimentándolos inmediatamente durante todo el primer día al voleo y a saciedad, de tal manera que se fueran acostumbrando a su nuevo alimento (sabor, olor, textura, etc.).

Durante éste procedimiento el alimento también fué dejado caer cerca de los comederos de plástico que habían sido previamente colocados con una porción de alimento, esto con el objetivo de acondicionarlos al consumo dentro del mismo. Una vez aceptado cada alimento, en el siguiente día se procedió a colocarlo dentro de los comederos. Estos consistieron de palanganas de plástico circulares, de 30.0 cm de diámetro, a las que se sujetaron cuatro plomos a las orillas de cada uno con el fin de mantenerlos en el fondo; así mismo, se les ató un cordón que sirvió para sumergirlos hasta el fondo (Figura 4). La alimentación en éstos comederos fué aceptada rápidamente por los peces sin un mayor obstáculo, de ésta manera durante los siguientes dos días se determinó el consumo a saciedad de cada alimento de la siguiente manera: una cantidad igual de cada alimento se pesó previamente y se embasó en bolsas de polietileno. Esta era llevada a cada pileta experimental, vaciándolo en su comedero respectivo y humedeciéndolo antes con un poco de agua, hasta formar una pasta consistente, evitando de ésta manera las pérdidas por manejo en el procedimiento de alimentación al voleo. El alimento dentro de los comederos fué introducido inmediatamente hasta el fondo de cada pileta, donde los peces tenían libre acceso a consumir la cantidad que requirieran. Una vez consumido el alimento en su totalidad, se pesa

ba nuevamente otra porción y se daba de igual manera, así durante el día se daban tantas raciones como los peces las requirieran, revisando el consumo del alimento con una frecuencia de cada dos horas, contabilizando el total del alimento consumido para ese día de ésta manera se estableció la ración alimenticia diaria que debiera darse durante el transcurso de ésta semana, dividiéndola en dos porciones que fueron pesadas por separado, suministrándolas una por la mañana y otra en la tarde, éste procedimiento se realizó un día después de cada muestreo.

5.5 Muestreo de los Peces

Para la toma de los datos de peso, talla y altura de los peces fueron muestreados en períodos de quince días, completando un total de once muestreos.

Fueron pesados individualmente con una balanza granataria de 0.1 g de precisión, colocada en el borde de cada pileta, quitándoles el exceso de agua con un paño. La longitud total fué medida desde la punta del hocico hasta la terminación de la aleta caudal, con la ayuda de un ictiómetro de madera de 0.1 cm de precisión, la altura fué determinada desde la base del abdomen hasta el dorso con el mismo instrumento.

La determinación del incremento en peso fué obtenida semanalmente mediante el pesado de todos los peces juntos de cada pileta, en una bolsa de tela de mosquitero previamente pesada, obteniéndose así la biomasa, contabilizándolos después para obtener el nuevo peso promedio. Este procedimiento fué necesario realizarlo con ésta frecuencia para poder ajustar con mayor continuidad la ración alimenticia a suministrar diariamente en cada período semanal.

Para la realización de los muestreos fué necesario capturar todos los peces de cada población, por medio de una red de

malla de tela de moaquitero, manteniéndolos después en un -- transportador de aluminio con un mínimo de agua y recambiando ésta periódicamente, con el fin de evitar síntomas de anoxia en los mismos, tantas veces como así lo requiriría el tiempo de duración del muestreo.

5.6 Control Sanitario

Aprovechando que se tenían a todos los peces concentrados, semanalmente se procedió a realizar la labor sanitaria de limpieza de las piletas, utilizándose para esto cepillos de plástico y espátulas para raspar fondo y paredes, eliminando de ésta manera la acumulación de los desechos orgánicos. Una vez terminada la labor de limpieza, las piletas eran llenadas nuevamente, recambiando totalmente el agua, para preservar así el medio limpio, inmediatamente después las crías que habían estado mantenidas en los transportadores de aluminio, cubiertos con una malla de tela de mosquitero y colocados bajo la caída del chorro de agua, eran puestas en libertad.

Un tratamiento químico preventivo para el control de posibles ectoparásitos de los peces fué realizado cada semana, utilizándose " Dipterex " en una proporción de 1.0 mg por litro de agua. El procedimiento realizado para ésta aplicación fué de la siguiente manera: se cerraba la entrada de agua; la cantidad de " Dipterex " previamente pesada era disuelta en media cubeta de agua; con un recipiente era distribuida la solución en todo el espejo de agua de cada pileta; transcurrida media hora se abría nuevamente la entrada.

5.7 Parámetros de la Calidad del Agua

La temperatura fué medida con un termómetro de mercurio - de 0.1 grado de precisión.

El oxígeno disuelto fué determinado por el método Winkler utilizando botellas DBO.

El pH se midió con un potenciómetro.

Los parámetros anteriormente mencionados, fueron medidos quincenalmente en cada pileta experimental.

5.8 Análisis Estadísticos y Modelos Matemáticos

El análisis exploratorio de datos fué llevado a cabo utilizando la técnica de los diagramas de tallo y hoja (stem and leaf) y la de los diagramas de caja (boxplot) inventadas por Tukey (1977), para los datos del crecimiento en peso, longitud y altura.

Para obtener el mejor ajuste entre los datos de la proteína contenida en el alimento suministrado (x) y la ganancia en peso (y) por tratamiento, se utilizó la técnica de los tres grupos para la regresión lineal resistente inventada por Tukey (1977).

Los datos de crecimiento y alimentación fueron convertidos a razones y proporciones específicas, basados en los datos promedios de los muestreos de cada período.

La determinación del crecimiento de los peces fué calculada a partir de la ecuación de Everhart (1975) fide: Stickney (1979).

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

donde:

W_t = peso al tiempo t

W_0 = peso inicial

e = base de los logaritmos naturales

g = coeficiente de crecimiento

t = tiempo

El incremento en peso y talla de los peces fué determinado mediante las relaciones establecidas por Ricker (1975):

$$\% \text{ Peso} = \frac{w_2 - w_1}{w_1} (100)$$

donde:

w_2 = peso final

w_1 = peso inicial

$$\% \text{ Talla} = \frac{L_2 - L_1}{L_1} (100)$$

donde:

L_2 = longitud final

L_1 = longitud inicial

La utilización del alimento fué determinada mediante la - conversión alimenticia establecida por Browns (1957) fide: Halver (1972).

$$FCA = \frac{\text{Alimento Suministrado}}{\text{Ganancia en Peso}}$$

Un índice utilizado para evaluar la eficiencia de la utilización de la proteína fué por medio del valor del PER (Protein Efficiency Ratio) Steffens (1981).

$$PER = \frac{\text{Ganancia en Peso}}{\text{Proteína suministrada}}$$

La proporción de la energía utilizada para el crecimiento fué determinada utilizando la ecuación de Browns (1957) fide: Halver (1972).

$$\text{Eficiencia Total del crecimiento} = \frac{\text{Ganancia en Peso}}{\text{Alimento Suministrado}}$$

El costo de alimentación por unidad de producción de pescado (Cf) fué calculado por la fórmula propuesta por Sheng (1981).

$$Cf = R Pf$$

donde:

R = proporción de la conversión
alimenticia

Pf = precio por unidad de alimento

6. RESULTADOS

De los tratamientos con las tres marcas comerciales de alimento balanceado utilizados (Tratamiento 1, Albamex; Tratamiento 2, Purina; y Tratamiento 3, Cogasa), se registró el crecimiento promedio de los peces en cada intervalo de tiempo muestreado, así también, se realizó el Analisis Exploratorio de datos, para tener una representación más fiel de la distribución de la población y de su comportamiento en dispersion como consecuencia del efecto del alimento en el tiempo, y no únicamente una medida promedio que proporcionara poca representatividad de la población, sin considerarla en su totalidad, -- pues la heterogeneidad existente en el comportamiento del crecimiento de los peces así lo requirió. Para esto, se utilizaron los diagramas de tallo y hoja de cada medida morfológica registrada.

En el apendice 1, se muestran los resultados quincenales de la longitud, altura y peso corporal promedio, así como su desviación estandar encontrada en cada tratamiento, durante cada periodo de muestreo de los peces.

El comportamiento gradual del crecimiento en el tiempo -- fué representado graficamente en los diagramas de caja (figuras 5, 6 y 7), en los que se representa la media, mediana y la dispersion de las poblaciones en el intervalo correspondiente de cada medida morfológica tomada para cada tratamiento. En el apendice 2, 3 y 4, estan presentados los valores encontrados de las cotas inferiores y superiores; el largo de la caja; y los valores comparativos de la media y la mediana de los diagramas de caja de cada tratamiento.

Para todos los casos se pudo observar claramente que se alcanzó el mayor crecimiento en peso y talla en el tratamiento 1, obteniendose peces de 14.68 cm de talla y 57.90 g de peso --

en promedio. Los valores encontrados con el Analisis Exploratorio de datos indicaron una mediana de 14.40 cm de talla y 58.8 g de peso para este mismo tratamiento. En el tratamiento 2, se obtuvo una talla de 11.32 cm y un peso de 29.3 g en promedio, con una mediana de 11.0 cm de talla y 29.5 g de peso, y en el tratamiento 3, se obtuvieron 11.84 cm de talla y 31.2 g de peso, teniendo una mediana de 11.5 cm de talla y 31.0 g de peso, de los apendices 2, 3 y 4 y los diagramas de caja presentados en las figuras 5, 6 y 7, se pudo observar la existencia de una gran similitud entre el valor promedio calculado y el valor encontrado en el Analisis Exploratorio de Datos. Con algunas excepciones, donde la media se localizó fuera de las cajas, estos dos valores de tendencia central siempre estuvieron contenidos dentro, lo que significó que se pudo representar, con cualquiera de estas medidas invariablemente, a la mayoría de la población con el efecto de cada uno de los tratamientos.

Por inferencia directa y por el Analisis Exploratorio de Datos, es de hacer notar que el crecimiento de los peces fué marcadamente diferente desde los inicios de la experimentación, especialmente en la diferencia en peso y talla alcanzada entre los peces del tratamiento 1 y los peces de los tratamientos 2 y 3, como así lo mostraron los diagramas de caja, y hubo desde el inicio, una completa separación entre la población de peces del tratamiento 1 y las poblaciones de los tratamientos 2 y 3, siendo ya muy marcada al final de la experimentación. Esto indicó que el efecto del alimento sobre el crecimiento de los peces del tratamiento 1, repercutió en un mejor desarrollo de los organismos.

Los diagramas de caja de los otros dos tratamientos (2 y 3), mostraron que ambas poblaciones se traslaparon durante todo el periodo de experimentación, demostrando con esto, que dichas poblaciones se comportaron como una sola, no existiendo -

una diferencia marcada en el crecimiento, es decir, el efecto de estos dos tratamientos sobre las poblaciones fué igual.

La separación y traslape mencionados anteriormente fué -- sostenida durante todo el periodo experimental (ver figuras - 5, 6 y 7).

Para el caso del tratamiento 1, las cajas del peso representaron de 50% al 58% de la población, mientras que en el caso del tratamiento 2 representaron del 54% al 74% de la población, y finalmente para el tratamiento 3 fueron del 53% al 63% de la población (figura 5). Esto indicó, que más del 50% de la población de cada uno de los tres tratamientos siguieron un mismo patrón de incremento en peso, dependiendo del efecto de cada tratamiento. Sin embargo, en lo que se refiere a las cajas de longitud y altura (figuras 6 y 7), fueron un poco mayores, y representaron del 58% al 85% de la población, lo que indicó una menor heterogeneidad de estas medidas morfológicas de las poblaciones.

Los diagramas de caja nos mostraron que las poblaciones de peces de los tres tratamientos, tuvieron una gran dispersión tanto para valores mayores a los límites de las cajas, como a valores menores. Esto significó que indistintamente del tratamiento, existió un porcentaje de peces de la población (menos del 25%), que por alguna razón se quedaron rezagados en crecimiento, mientras que otro (menos del 25%), tuvo ciertas características que favorecieron para obtener una mayor tasa de crecimiento.

Es de hacer notar, que en los diagramas de caja del tratamiento 1, existió la mayor dispersión en cuanto al intervalo de peso en el cuarto, sexto y octavo muestreo; en la longitud fué todavía mas pronunciada en el cuarto y octavo muestreo; y en la altura únicamente en el octavo muestreo. Para el caso del tratamiento 2, se encontró una mayor dispersión del peso -

en el sexto y octavo muestreo; quinto, sexto y noveno en la longitud; y tercero y sexto en la altura. En el tratamiento 3, la dispersion en peso fué más pronunciada en los muestreos -- quinto, sexto y octavo, mientras que en la longitud fué en el tercero, cuarto y quinto muestreo, y la dispersion en la altura fué mayor en el cuarto, quinto y noveno muestre.

De lo anterior, podemos ver que para el tratamiento 1 la dispersion se mantuvo siempre más pronunciada en el octavo -- muestreo, en las tres medidas morfológicas, mientras que para el tratamiento 2 fué mantenida solamente en el sexto muestreo, y para el tratamiento 3 se presentó en el cuarto y quinto muestreo unicamente en la longitud y la altura. De lo antes citado podemos notar que existió para un tiempo determinado del crecimiento un patrón de comportamiento de dispersion, esto es, algunos factores determinaron que el intervalo de dispersion se hiciera más grande.

En algunos casos, porcentajes entre 2% y 8% representaron los casos de los valores extremos superiores, estos peces tuvieron una mucho mayor tasa de crecimiento y quedaron totalmente fuera de las cotas superiores (ver apendice 5, 6 y 7).

La longitud de las cotas de las cajas (bigotes), representaron a la dispersion de una parte del total de la población, y fué más pronunciada tanto para el peso, longitud y altura en el penúltimo muestreo de la población del tratamiento 1.

Las marcas especificadas en los diagramas de caja y trazadas a lo largo de las cotas inferiores y superiores, indican a los valores máximos y mínimos de las medidas morfológicas encontradas en el experimento, sin considerar a los valores extremos. Se observó que la dispersion disminuyó para todos los casos en cada cota, esto significó que ésta parte de la población se encontró distribuida únicamente en ese intervalo, sin encon

trar valor alguno en el resto del bigote, pero dado que la técnica nos pone de manifiesto, que en un muestreo en particular podemos llegar a tener peces todavía superiores al indicado - por los límites marcados de los valores reales presentados, la dispersión de la población fué considerada unicamente por el - tamaño de las cajas, que como ya se dijo anteriormente representaron a la mayor parte de cada población.

El sesgo presentado por las poblaciones de peces de cada tratamiento, no tuvo un patrón definido, como así lo mostraron y confirmaron los diagramas de tallo y hoja. Esto significó - que los peces no tuvieron un crecimiento marcadamente homogéneo durante el periodo experimental. En general para los primeros muestreos, la población se sesgó moderadamente hacia la derecha, esto es, hacia los valores más bajos, cambiando a veces paulatinamente ó drásticamente a un sesgo moderadamente hacia la izquierda, o sea, hacia valores más altos. Esto último observado por el incremento en la tasa de crecimiento de una parte de la población, atribuidos a ciertas características de la especie, que determinaron esta variabilidad, mencionadas en el apartado de la discusión.

En el apéndice 5, 6 y 7 están mostrados los porcentajes de las diferentes porciones de la distribución de cada población, representados en los diagramas de caja.

El crecimiento de los peces, tomando en consideración el peso corporal y la talla promedio, esta dado de manera resumida en las tablas 2 y 3, en las cuales se notó que de una población de peces con 1.74 g y 4.62 cm de talla para los tres tratamientos, se encontró al final del experimento que el incremento en peso y talla para el tratamiento 1, fué de 56.16 g y 10.06 cm. Para los tratamientos 2 y 3 el incremento en peso y talla fué de 27.56 g y 6.7 cm; 29.46g y 7.22 cm respectivamente.

Figura 5. Diagramas de caja (BOXPLOT) del peso

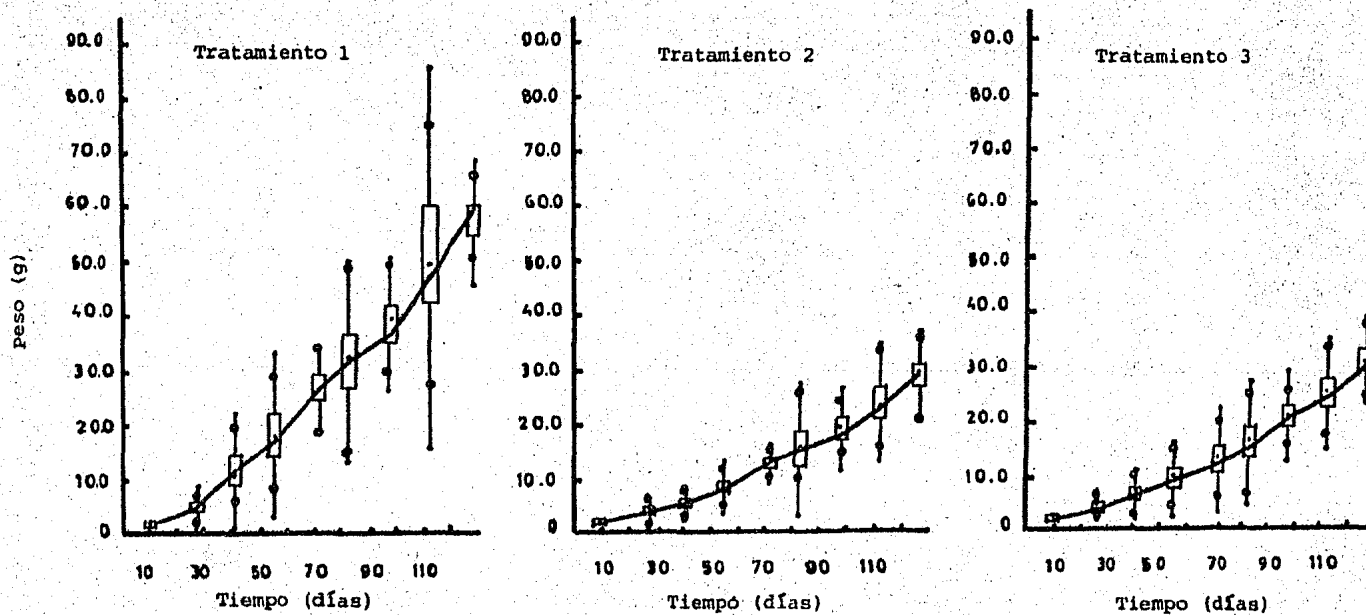


Figura 6. Diagramas de caja (BOXPLOT) de la longitud

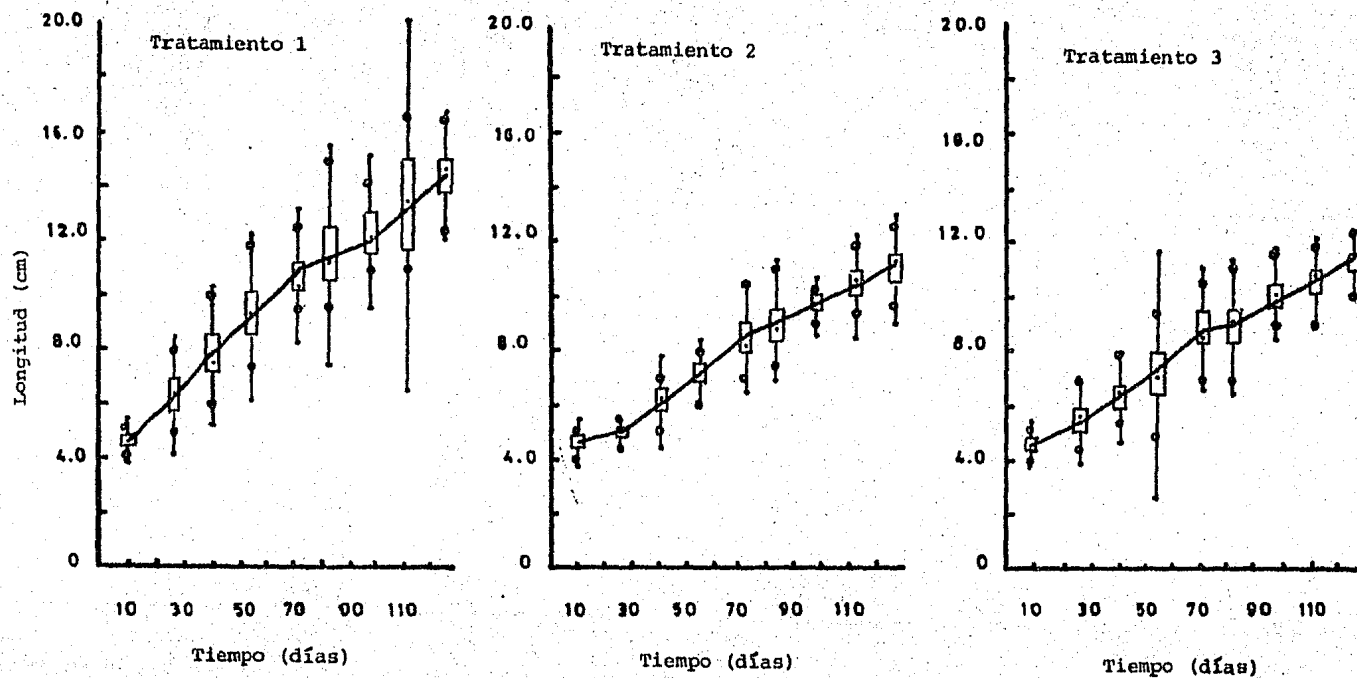
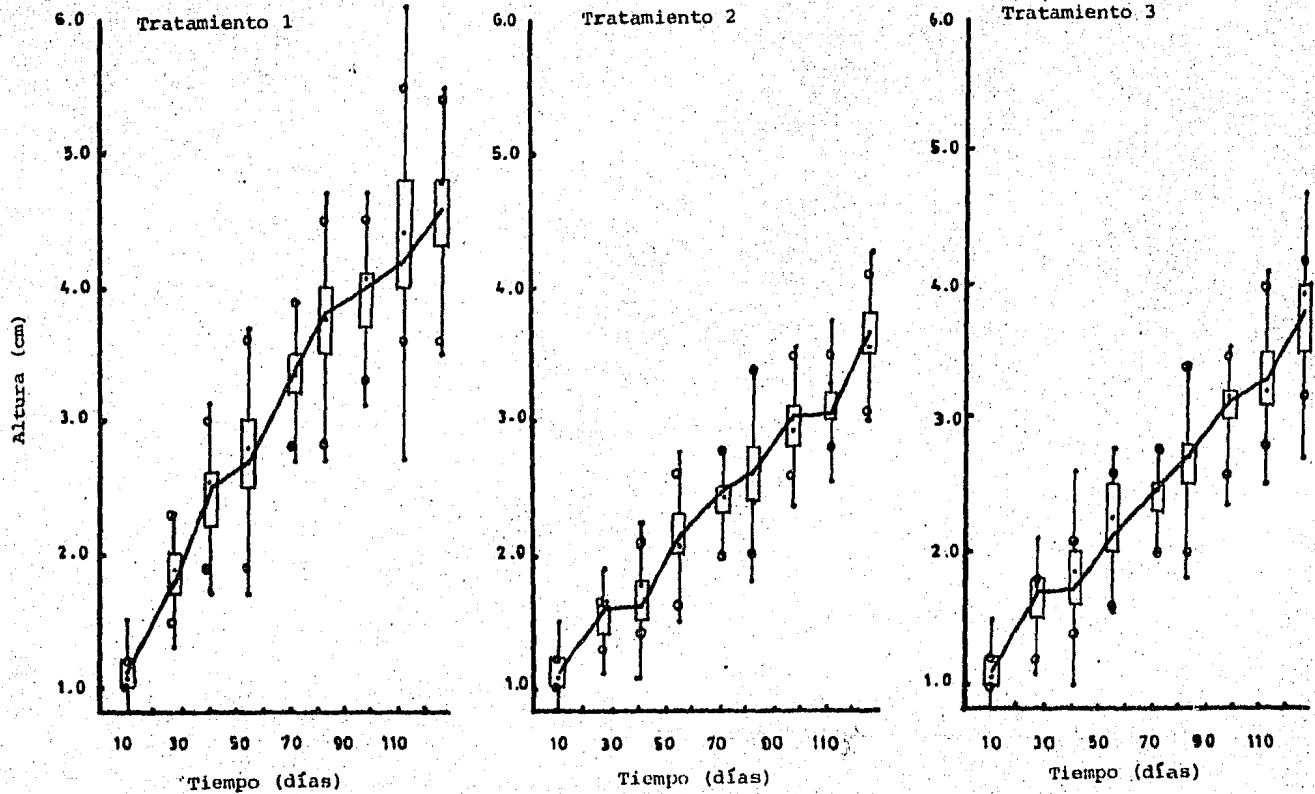


Figura 7. Diagramas de caja (BOXPLOT) de la altura



Se notó que el incremento neto en peso en el tratamiento 1, fué de casi el doble, como así también lo demostró el incremento en peso expresado como porcentaje total ganado por pez, al final del experimento se alcanzó un 3 227.6% para el tratamiento 1; 1 583.9% con el tratamiento 2; y 1 693.1% para el tratamiento 3, en el incremento en peso, como así lo muestra la tabla 3.

La relación del crecimiento, expresado como peso corporal promedio, con el alimento suministrado diario y los cálculos del coeficiente de crecimiento están mostrados en el apéndice 8. La figura 8 representa gráficamente el comportamiento del coeficiente de crecimiento a lo largo de la experimentación, donde se observa que los peces del tratamiento 1, alcanzaron los coeficientes de crecimiento más altos, mientras que para los tratamientos 2 y 3 fueron más bajos y muy similares entre sí.

A diferencia del apéndice 1, donde se muestran los resultados de todos los datos morfológicos, en el apéndice 8, se puede notar un mayor número de muestreos del peso corporal, que fueron llevados a cabo con el fin de poder ajustar más precisamente la ración alimenticia diaria. Se puede apreciar que existió cierta variabilidad en la cantidad de alimento suministrado diario, para cada periodo, en los tres tratamientos, resultado del consumo de alimento a saciedad un día después de cada muestreo.

La ganancia en peso diaria en relación con el alimento suministrado diario por pez y la conversión alimenticia, está mostrada en el apéndice 9, en la cual se observó que los peces del tratamiento 1, aumentaron en peso como mínimo 0.09 g y como máximo 0.69 g diarios; los peces de los tratamientos 2 y 3 alcanzaron un aumento en peso por día, de 0.10 g y 0.09 g como mínimo; 0.40 y 0.41 g como máximo respectivamente (estos valores fueron encontrados en un periodo determinado del experimento).

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de los peces, durante el período experimental.

Tratamiento	No. Inicial de peces	Peso Inicial vivo W(g)	S.D. \pm	Peso Final vivo W(g)	S.D. \pm
1	55	1.74	0.11	57.90	8.42
2	55	1.74	0.11	29.30	5.49
3	55	1.74	0.11	31.20	5.62

Tabla 3. Resultados de la prueba de los tres alimentos sobre el crecimiento de los peces durante el período experimental.

Tratamiento	Talla por pez (cm)		Incremento en talla		Peso por pez W (g)		Incremento en peso	
	Inicial	Final	neto (cm)	%	Inicial	Final	neto (g)	%
1	4.62	14.68	10.06	217.17	1.74	57.90	56.16	3227.6
2	4.62	11.32	6.70	145.0	1.74	29.30	27.56	1583.9
3	4.62	11.84	7.22	156.3	1.74	31.20	29.46	1693.1

to). En promedio fué alcanzada una ganancia diaria por pez de 0.47 g con el tratamiento 1; 0.22 g con el tratamiento 2; y -- 0.25 g con el tratamiento 3, durante los 116 días de experimentación. Así mismo, se muestra que la conversión alimenticia -- fué siempre más alta en el tratamiento 1 y más baja en los otros dos tratamientos como se puede ver en la figura 9.

Los datos de la conversión alimenticia total, junto con la ración total suministrada y la biomasa total producida, están dados en la tabla 4.

El promedio de la conversión alimenticia final, indicó -- que el tratamiento 1 fué más eficiente, esto es, el alimento -- fué más eficientemente utilizado, con una conversión de 2.1 -- mientras que los tratamientos 2 y 3 registraron conversiones a alimenticias promedio de 4.2 y 3.4 para cada caso respectivamente, con un gasto mayor de alimento en el tratamiento 1, que -- fué de 6 574 g; 6 350 g del tratamiento 2 y de 5 525 g del tratamiento 3. También se muestra en la tabla 4, que la mayor producción alcanzada fué obtenida con el tratamiento 1, con 3 185 g de pescado. Los tratamientos 2 y 3 produjeron 1 612 g y -- 1 716 g de pescado en cada caso, esto significó que los peces respondieron de diferente manera a cada uno de los tratamientos.

El gasto energético requerido para la producción de un kilogramo de pez vivo, es reportado en la tabla 5, así como su -- relación con el contenido energético del alimento, la conversión alimenticia y el peso final por organismo como resultado de la prueba de los alimentos en los tres tratamientos. Los -- calculos de la energía necesaria para producir un Kilogramo de pez, dió como resultado que se requirieron 10 292.38 Kcal del tratamiento 1; 15 725.69 Kcal del tratamiento 2; y 12 349.29 -- Kcal del tratamiento 3, esto es, una cantidad de energía menor, fué requerida para producir un Kilogramo de pez con el trata --

Figura 8. Comportamiento temporal del Coeficiente de crecimiento

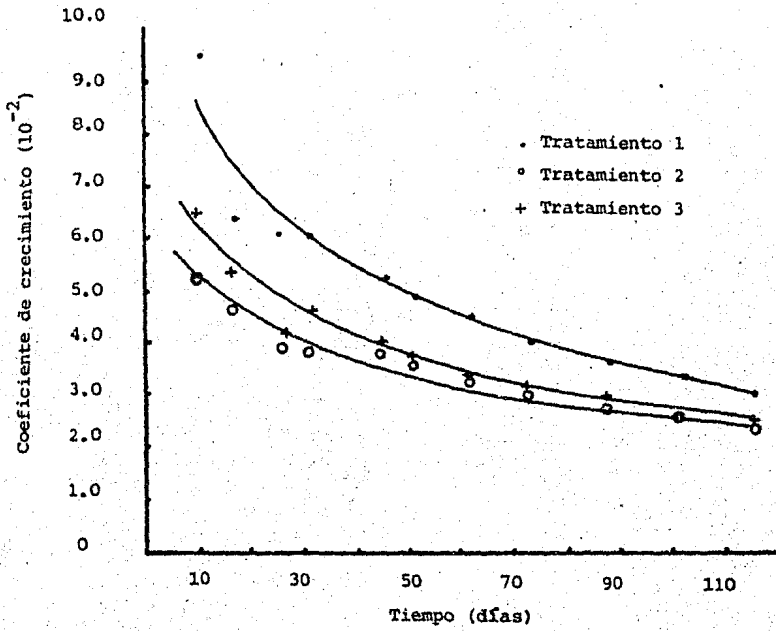


Figura 9. Variación temporal de la Conversión alimenticia

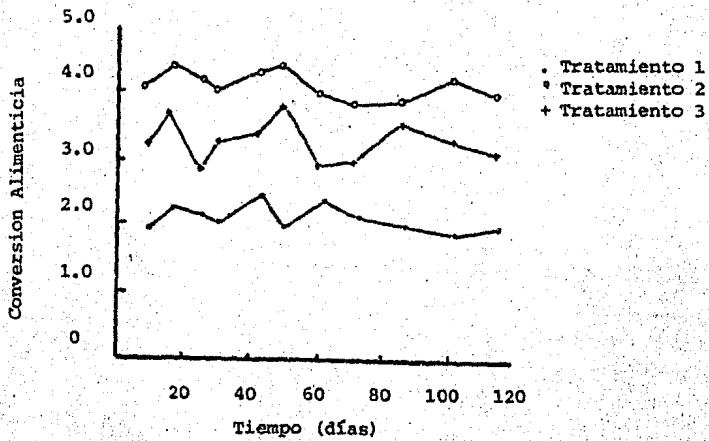


Tabla 4. Relación entre la ración alimenticia y la conversión sobre el crecimiento de la carpa de Israel.

Tratamiento	No. de peces ^a	Peso Inicial		Ración		Peso Final		Conversión alimenticia
		W(g)	Wt(g) ^b	g/pez	g/Bio.	W(g)	Wt(g) ^c	
1	55	1.74	95.70	119.5	6574	57.90	3185	2.1
2	55	1.74	95.70	115.5	6350	29.30	1612	4.2
3	55	1.74	95.70	100.5	5525	31.20	1716	3.4

a se refiere a la densidad de 5 peces/m² en piletas experiment. de 10 m² de sup.

b Referido a la biomasa total de la población inicial.

c Referido a la biomasa total al final del período experimental.

Tabla 5. Relación entre el peso promedio, conversión alimenticia y gasto energético hasta el final del experimento.

Tratamiento	Peso Final W (g)	% total ganado	Conversión total	Alimento Kcal/Kg	Kcal requeridas para producir un Kg de pez
1	57.90	3227.8	2.1	4837.03	10292.38
2	29.30	1583.9	4.2	3751.86	15725.79
3	31.20	1693.1	3.4	3620.03	12349.29

miento 1.

La relación entre la conversión alimenticia encontrada y el contenido energético de los alimentos utilizados en cada tratamiento, indicó que se utilizó más eficientemente la energía para el crecimiento proporcionada con el tratamiento 1, -- que con la de los tratamientos 2 y 3, lo que también está indicado por el valor de la eficiencia total del crecimiento, mostrado en la tabla 6. Así el valor de 0.47 para el tratamiento 1, indicó que una mayor cantidad de energía fue utilizada para propósitos de crecimiento, en relación a la utilizada en los tratamientos 2 y 3, en donde los valores encontrados fueron de 0.24 y 0.29 respectivamente, así también, se muestran los resultados del alimento suministrado por pez, expresado en gramos y su equivalencia energética en Kilocalorías, relacionándolas con la ganancia en peso para cada tratamiento.

La cantidad de energía estuvo dada por el alimento utilizado en cada tratamiento y fue de 578.02 Kcal para el tratamiento 1, obteniéndose así también una mayor ganancia en peso, que fue de 56.16 g, mientras que la energía suministrada en el tratamiento 2 fue de 433.40 Kcal, con una ganancia en peso de -- 27.56 g, y la energía suministrada en el tratamiento 3, fue de 363.81 Kcal, con una ganancia en peso de 29.43 g por pez al final del experimento.

De las tablas 7 y 8, se podrá observar que el contenido de energía en Kilocalorías como proteína del tratamiento 1 fue el más bajo, del 20.67%, casi igual al del tratamiento 2, que fue del 20.77%, mientras que el del tratamiento 3, fue del -- 27.62%, porcentaje más alto aportado por la proteína, lo cual obviamente no resultó en un crecimiento mayor de los peces, -- por el bajo contenido energético total, a pesar de que este -- tratamiento (3) contuvo mínimamente un nivel de proteína i-- gual al del tratamiento 1 (25%), que por el contrario, contu

Tabla 6. Relación entre el contenido energético del alimento y la eficiencia del crecimiento con la ganancia en peso.

Tratamiento	Alimento total suministrado g/pez	Kcal/pez	Ganancia en peso W (g)	Eficiencia ^a total del crecimiento
1	119.5	578.02	56.16	0.47
2	115.5	433.40	27.56	0.24
3	100.5	363.81	29.46	0.29

a Referida como la proporción de energía utilizada en el crecimiento.

Tabla 7. Relación entre contenido calórico, calorías suministradas y requerimiento energético para la producción.

Tratamiento	Kcal/Kg	% de Kcal como ^a proteína	Ración ^b Kcal/organismo	Necesidades ^c calóricas Kcal/pez
1	4837.03	20.67	578.02	10292.38
2	3751.86	20.77	433.40	15725.69
3	3620.03	27.62	363.81	12349.29

a Entendido como el porcentaje de calorías aportadas por la proteína.

b Cantidad promedio de Kilocalorías proporcionadas por el alimento

c Referentes a las Kilocalorías requeridas para producir un Kilogramo de pez.

Tabla 8. Efecto del contenido calórico y proteico sobre el crecimiento

Tratamiento	Kcal/Kg	Proteína %	Cal como proteína %	Peso Final ^a W(g)	Conversion total	Necesidades calóricas Kg/pez
1	4837	25.0	20.67	57.90	2.1	10292.38
2	3751	18.8	20.77	29.30	4.2	15725.69
3	3620	25.0	27.62	31.20	3.4	12349.29

a Peso promedio al inicio 1.74 g

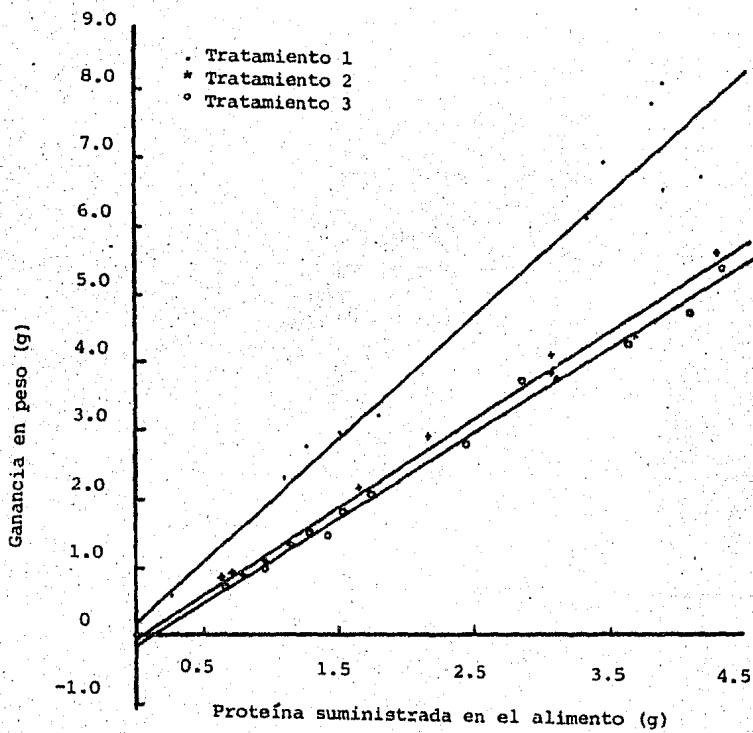
vo el más bajo contenido de energía en Kcal como proteína y más alto contenido energético total, y resultó en el mayor crecimiento por pez, lo que sugirió una mejor utilización energética de la proteína para el crecimiento.

Relacionando la proteína contenida en el alimento suministrado con la ganancia en peso por pez (datos presentados en el apendice 10) a través de una regresión lineal resistente se encontraron las ecuaciones de las rectas para cada uno de los tratamientos; para el tratamiento 1, fué la ecuación siguiente, $y = 0.181 + 1.7914 x$, para el tratamiento 2, la ecuación de la recta fué, $y = -0.0397 + 1.2852 x$, y la ecuación para el tratamiento 3, fué $y = -0.1383 + 1.2472 x$. Se observó que la recta correspondiente al tratamiento 1, estuvo por arriba de las rectas de los otros dos tratamientos, lo que está indicado por un valor superior de la pendiente, esto significó que la proporción de la proteína con respecto a la ganancia en peso fué mucho mayor en este tratamiento. Para los tratamientos 2 y 3, esta proporción fué casi igual entre ellos.

De la figura 10, se pudo observar para el caso del tratamiento 1, una relación directamente proporcional entre el incremento en peso y la proteína contenida en el alimento en los primeros seis muestreos, mientras que en los cinco últimos se perdió esa tendencia, cambiando a obtener una mayor ganancia en peso con menor cantidad de proteína contenida en el alimento, es decir, existió una ligera desproporción a medida que transcurrió el tiempo. Para los tratamientos 2 y 3, no fué observada esa misma desproporción, excepto en los últimos tres muestreos, donde también no fueron muy notorios, pues el trazo de los puntos resultantes del experimento, estuvieron casi siempre sobre las rectas de regresión.

El comportamiento de prácticamente de dos patrones, seguidos principalmente por el tratamiento 1, indicó que este cambio

Figura 10. Regresion lineal resistente entre la proteína contenida en el alimento suministrado y la ganancia en peso de los peces.



$$\text{Ec. Trat. 1; } y = 0.181 + 1.7914 x$$

$$\text{Ec. Trat. 2; } y = -0.0397 + 1.2852 x$$

$$\text{Ec. Trat. 3; } y = -0.1383 + 1.2472 x$$

de tendencia, estuvo dado por el cambio del sesgo hacia valores de peso más altos, donde una parte de la población tuvo una mayor tasa de crecimiento.

Los gráficos de los residuales presentados en la figura - 11, indicaron también para el tratamiento 1, dos tendencias al igual bien definidas que mostraron un comportamiento más heterogeneo que el de los tratamientos 2 y 3. Así mismo la distribución mas o menos aleatoria presentada por los tres tratamientos, indicó la confianza de la regresión lineal resistente. Esto reafirmó lo establecido en lo referente a la ganancia en peso detectada hasta la mitad del experimento, donde esta fué menor a la cantidad de la proteína contenida en el alimento suministrado, incrementandose en la otra mitad desproporcionalmente.

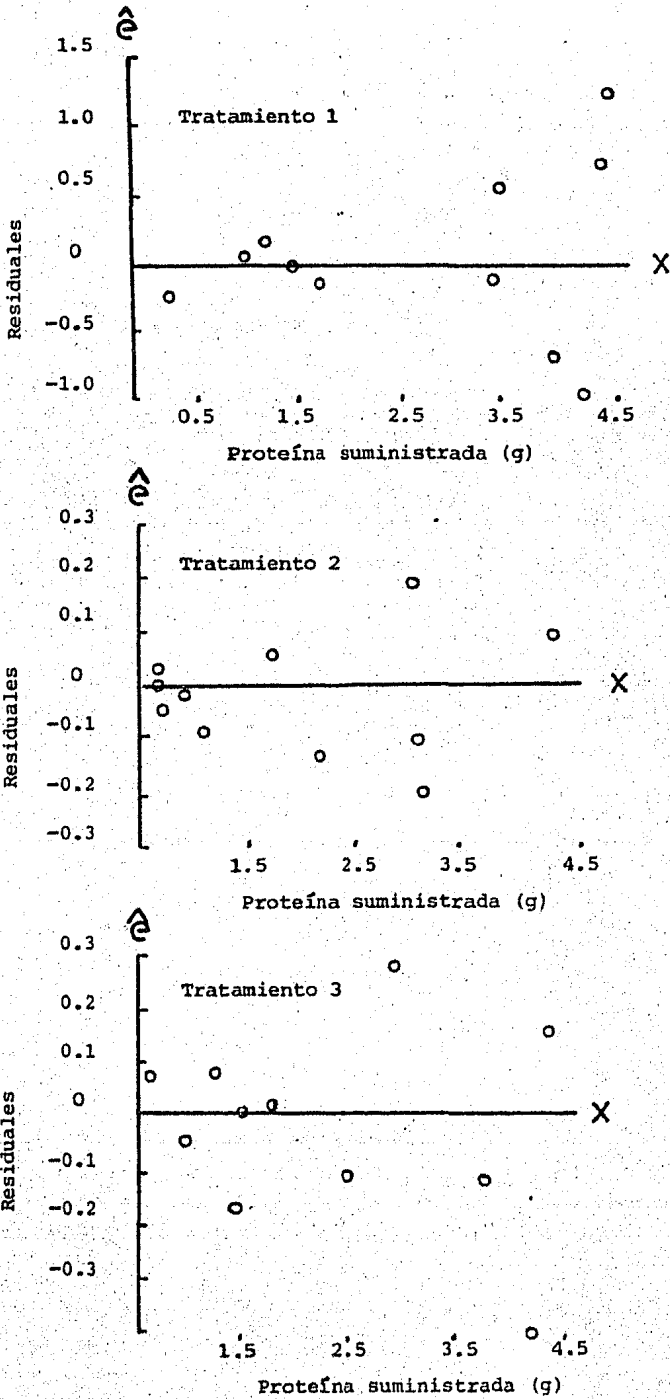
Los diagramas de tallo y hoja de los residuales mostraron huecos, que hicieron ver que era necesaria una mayor cantidad de datos en ciertos intervalos, especialmente en la segunda mitad del experimento, necesarios para visualizar mejor el espectro de comportamiento de los datos.

En la tabla 9, está mostrado que la mejor utilización de la proteína resultó en el tratamiento 1 con un valor igual a 1.90; siguió el tratamiento 2, con un valor igual a 1.27; y finalmente, siguió el tratamiento 3, con un valor igual a 1.17.

De manera resumida en la tabla 10, se muestra la eficiencia de los tres tratamientos, donde todos los parámetros medidos indican que el tratamiento 1, tuvo siempre los mejores resultados y por lo tanto, fué el más eficiente.

Un aspecto importante que debe hacerse notar es: la cantidad de proteína utilizada para producir un Kilogramo de pez -- fué menor en el caso del tratamiento 1, y fue igual a 532.4 g. El de los tratamientos 2 y 3, fué de 788.1 g y 855.0 g respectivamente. En la fabricación de un alimento balanceado, la pro

Figura 11. Residuales de la Regresión Lineal Resistente



teína representa el costo más alto.

En la tabla 11, se consideró una producción por hectárea, donde se incluyó el costo del alimento en el cultivo. Se observó una notable diferencia en la producción obtenida en el tratamiento 1, sobre la producción encontrada en los tratamientos 2 y 3, pues aventajó en un poco más de una tonelada.

La producción de pescado del tratamiento 1, resultó tener el menor costo, y fué de \$72.35 por Kilogramo, el costo del -- tratamiento 2 fué de \$120.75 / Kg y el costo del tratamiento 3 fué de \$124.80 / Kg.

El agua que abasteció a las tres piletas experimentales - no tuvo variaciones significativas en lo referente al flujo de agua, ni en la temperatura, que fué de 23.6 ± 1.0 °C; el oxígeno disuelto tuvo una concentración de 7.7 ± 0.3 mg/lt; y el pH se mantuvo entre 7.5 a 7.7 unidades, esto durante toda la experimentación.

Tabla 9. Relación entre alimento suministrado, conversión y utilización de la proteína.

Tratamiento	Cantidad total suministrada (g/pez)	Conversion alimento	P.E.R. ^a
1	119.5	2.1	1.90
2	115.5	4.2	1.27
3	100.5	3.4	1.17

a P.E.R. (Protein Efficiency Ratio) = Ganancia en peso dividida entre la proteína suministrada.

Tabla 10. Eficiencia de los tres tratamientos durante todo el período experimental.

Tratamiento	1	2	3
Peso promedio al inicio (g)	1.74	1.74	1.74
Peso promedio al final (g)	57.90	29.30	31.20
Ganancia neta en peso (g)	56.16	27.56	29.46
Conversion alimenticia	2.1	4.2	3.4
<u>Peso total ganado</u>	1.9	1.27	1.17
Proteína suministrada			
Proteína utilizada por Kg de pez producido	532.4	788.1	855.66
Kcal por Kg de pez producido	10292.38	15725.69	12349.29

Tabla 11. Eficiencia de los tres tratamientos (costos y extrapolación a una hectárea)

Tratamiento	1	2	3
No. de organismos inicial	55000	55000	55000
Peso por pez al inicio W (g)	1.74	1.74	1.74
No. de organismos final	48000	50000	49000
Peso por pez al final W (g)	57.90	29.30	31.20
Ganancia por organismo (g)	56.16	27.56	29.46
Ganancia en Kg/Ha/Día	24.13	12.46	13.37
Ganancia total en Kg/Ha	2799.20	1445.50	1551.30
Días de cultivo	116	116	116
Conversion alimenticia	2.1	4.2	3.4
Costo del alimento por Kg de pescado producido (\$)	72.35	120.75	124.80
Mortalidad (%)	13.0	10.0	11.0
Sobrevivencia (%)	87.0	90.0	89.0

7. DISCUSION

Los resultados antes presentados, fueron los necesarios - para el cumplimiento de los objetivos planteados en el presente estudio, y la medición hecha del crecimiento de la carpa de Israel, puede ser presumiblemente atribuida, al efecto del alimento sobre el crecimiento, al considerar la calidad física, - química, biológica y energética de cada uno de los alimentos - usados.

Las razones de crecimiento encontradas para los tres tratamientos, no fueron de ninguna manera mejoradas, ni más altas que las normalmente obtenidas durante el cultivo intensivo de la carpa de Israel en estanques rústicos, más sin embargo, los resultados obtenidos pueden dar la pauta para mejorar la producción en los sistemas de cultivo intensivo, utilizando alimentos balanceados de buena calidad.

7.1 ANALISIS DEL CRECIMIENTO

Los resultados claramente dichos, indicaron que el efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de la carpa de Israel, produjeron practicamente resultados diferentes, indicado por - varios factores que tuvieron que ver con el buen desarrollo - del cultivo de la carpa de Israel, donde la calidad nutritiva del alimento sobresale como el factor más importante y de mayor envergadura.

Se vio que los peces del tratamiento 1, sostuvieron un rápido crecimiento y ganaron mucho más peso y talla que aquellos de los tratamientos 2 y 3, como fue mostrado en los diagramas de caja. En éstos, pudimos observar que existió desde el primer muestreo de la población, una gran heterogeneidad en lo referente a las características morfológicas, esto es, una parte

de la población, aproximadamente un 50%, mostró dos caminos diferentes, por un lado casi el 25% de la población tuvo una tasa de crecimiento más alta, tanto en el peso como en la talla, mientras que el otro 25% se mantuvo por debajo del patrón de crecimiento seguido por la mayoría de la población, el 50%, que fué representada por las cajas. Así también un porcentaje del 2% al 8% de la población, estuvo representado por casos extremos superiores. Esta disparidad encontrada fué atribuida a algunas características probablemente presentadas por la especie como fueron: en favorecimiento genético para algunos peces de desarrollar un mayor peso y talla, una capacidad mayor de consumo de alimento que otros, una mejor capacidad fisiológica de asimilación de alimento, una mayor adaptación a las características físicas de cada alimento empleado.

Como se pudo percatar durante la permanencia en el Centro Piscícola, no existe una línea de producción de organismos de carpa de Israel, donde cuyas características morfológicas y genéticas, se cuiden que sigan un mismo patrón homogéneo de crecimiento, siendo notable que en los desoves que fueron observados, una vez obtenida la cría ésta presentaba una marcada diferencia de crecimiento bajo las mismas condiciones de cultivo, observándose una talla heterogénea de los organismos.

Aunque para nuestros propósitos, los organismos fueron seleccionados únicamente en cuanto a línea por características fenotípicas no pudiéndose entrever las características genéticas heredadas, inherentes al crecimiento y a la adaptación fisiológica de los alimentos, por lo que existió la probabilidad de que unos organismos fueran menor ó mayormente favorecidos hereditariamente por ese acervo, pues fué observado que en un lapso no mayor de quince días, los organismos empezaron a tener diferentes tasas de crecimiento, y otros, a mantenerse por debajo del patrón de crecimiento seguido por la mayor parte de la

población (ver figura 5, 6 y 7).

Otro factor, que de alguna manera también influyó en que existiera la diferencia entre peso ó talla de los organismos dentro de una misma población, es referente al comportamiento de éstos en el momento de la toma de alimento; fué observado que parte de la población realizó el consumo de alimento de una forma continua, es decir, los animales permanecían por un tiempo mayor en los comederos tomando el alimento, mientras que otra parte de la población realizaba el consumo en forma más esperádica, ésto es, dentro de una misma población existieron peces que fuéron más asustadizos que otros. Es necesario hacer notar, que la mayor parte de las poblaciones de los tratamientos 2 y 3 fuéron siempre todos por igual, más asustadizos, mientras que los peces del tratamiento 1 por lo general fuéron más tranquilos. Así, éstas diferencias de comportamiento probablemente pueden explicar el que cada población se halla dividido prácticamente en tres partes y a veces incluso cuatro, cuando fuéron considerados los porcentajes de los casos extremos, sin embargo, con el porcentaje contenido dentro de las cajas, fué necesario para representar el efecto en general de cada alimento de los tratamientos sobre el crecimiento de los peces.

7.2 COMPOSICION DE LOS ALIMENTOS Y SU RELACION CON EL CRECIMIENTO

La producción piscícola está enormemente influenciada por el alimento que reciben los peces, por lo cuál se requiere de alimentos que cumplan con ciertos requisitos como son los porcentajes mínimos y máximos de proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas, minerales, fibras y cenizas entre los principales, de tal forma que los ingredientes por unidad de peso ó como por ciento de materia seca, correspondan a los que requiere el pez que se desea alimentar Halver (1972), Shell (1968).

El requerimiento en cantidad y calidad de cada componente va - ría de especie a especie, Bryant et al. (1980); Takeuchi -- (1978).

La tabla 12, muestra de manera general los requerimientos nutricionales de la carpa de Israel.

Tabla 12. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LA CARPA DE ISRAEL

RHS	Cría y Juvenil	Comercial	Reproductor
Proteína %	30.0	25.0	30.0
Lisina %	2.0	1.6	1.8
Cis. y Met. %	1.2	0.9	1.0
Grasa %	8.0	-	-
EM Kcal / g	3.1	2.8	2.8
Calcio %	0.8	0.5	0.8
Fósforo %	0.8	0.8	0.8

- No existe requisito, está abierto.

Fuente: Halver (1972).

La composición de los alimentos utilizados (ver tabla 1) indicó ser diferente. El porcentaje de proteína del alimento - Purina (tratamiento 2), con respecto a los alimentos Albamex (tratamiento 1) y Cogasa (tratamiento 3) fué menor. El ali- mento del tratamiento 1, contuvo un porcentaje ligeramente ma- yor de lípidos, con el más bajo contenido en carbohidratos. El alimento del tratamiento 2 contuvo el menor porcentaje en lípi- dos y el mayor contenido en carbohidratos. El alimento del tra- tamiento 3 se mantuvo entre los tratamientos 1 y 2 en lo que - se refiere a lípidos y carbohidratos.

Takeuchi (1979) reportó que los lípidos y carbohidratos éran igualmente efectivos para satisfacer las necesidades ener-

géticas de la carpa y también evaluó la razón de proteínas a lípidos.

De acuerdo a los resultados obtenidos el tratamiento 1 es tuvo más cerca de satisfacer jústamente los requerimientos nutricionales de la carpa.

Hay que mencionar, que existen muchas diferencias entre - diversos autores en cuanto se refiere a los porcentajes ópti - mos de cada componente del alimento para la carpa, pues cada - autor ha establecido un óptimo a partir de sus resultados expe - rimentales en sus condiciones de cultivo, por lo que una gene - ralización es hasta cierto punto inadecuada mencionar.

La diferencia de la ganancia en peso encontrda, fué debi - da principalmente al tipo, calidad y proporción de los compo - nentes de cada alimento balanceado utilizado. El incremento en peso promedio halládo para los tres tratamientos no estuvo cer - ca, al reportados de 3.0 a 6.0 g diarios para el cultivo de la carpa Huet (1978); Sen et al. reportáron un crecimiento para carpa de 0.37 g y 2.26 g en un período de 20 días hábiles con utilización de dietas purificadas y crías de carpa.

7.3 NIVELES DE PROTEINA Y SU RELACION CON EL CRECIMIENTO

Dado que la razón de crecimiento de los peces, es una me - dida de los requerimientos de proteína principalmente, el va - lor de los alimentos aquí probados sobre la producción, es - discutido en términos de proteína con respecto a los paráme - tros de crecimiento medidos, refiriéndose especialmente a la ganancia en peso corporal encontrda en cada uno de los trata - mientos.

Lo anterior, no quiere decir que se menos precien los -- otros componentes, como lípidos, carbohidratos, etcétera, que sin duda alguna, la proporción de éstos en relación a la pró - teína, también fuéron decisivos en los resultados del creci -

miento obtenido, pues por ejemplo para el caso del tratamiento 1 ésta proporción dió los mejores resultados y en el caso del tratamiento 2, aunque el contenido de proteína fué el más bajo, dió un resultado en crecimiento igual al del tratamiento 3, ésto probablemente por el mayor contenido de carbohidratos en comparación del tratamiento 3. Esto nos puede llevar a pensar dos cosas; que por un lado, un porcentaje mayor de lípidos (tratamiento 1) da un mejor crecimiento que porcentajes bajos (tratamientos 2 y 3), y por otro, altos porcentajes de carbohidratos (tratamiento 2), dan igual crecimiento que bajos (tratamiento 3), aunque la proteína esté en menor cantidad. Esto está también relacionado con el contenido total energético de los alimentos.

De los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos, es evidente pues, que el mayor crecimiento fué logrado en el tratamiento 1, que contuvo un nivel de proteína del 25%. Sen et al. (1978), en experimentos realizados con crías de carpa, observó un óptimo crecimiento, alcanzado con dietas que contuvieron un 45% de proteína. Ogino y Saito (1970) mostraron que la mayor razón de crecimiento se alcanzó con un nivel del 38% de proteína.

La superiodidad de la proteína del tratamiento 1, sobre la de los tratamientos 2 y 3, resultó en un mejor crecimiento de los peces. El pobre crecimiento que se observó en los tratamientos 2 y 3, pudo haber sido principalmente atribuido, a un bajo nivel y una baja calidad de la proteína en éstos tratamientos.

En comparación con otros animales que son cultivados, los requerimientos de proteína de los peces son más altos, pero pueden convertir mejor el alimento en carne Bryant (1980). Como lo pudimos ver, los alimentos de los tratamientos 1 y 3, especiales para carpa, tuvieron un porcentaje mayor de proteína, mientras que el alimento del tratamiento 2, especial para

engorda de pollos, tuvo un porcentaje menor de proteína, sin embargo, los tratamientos 2 y 3 dieron prácticamente el mismo resultado, esto muy probablemente por la calidad y origen ó - naturaleza de la proteína.

La carne de pescado está compuesta predominantemente de proteína, y sin ella no hay crecimiento en los peces, por lo que las proteínas son consideradas como el componente más importante en la dieta del pez Bryant et al. (1981). La cantidad y calidad está en relación con los requerimientos de la - especie cultivada, además ésta tiene una influencia decisiva sobre el crecimiento. Mueller et al. (1964) In: Chervinsky (1968) ha mencionado que la proteína puede ser el factor - más limitante del crecimiento.

Una deficiencia en el balance de la porción proteica, es tá asociada con un pobre crecimiento, esto puede ocurrir si - el contenido total de la proteína no es el óptimo, ó si las - fuentes de proteína no son digeribles, ó si los aminoácidos - esenciales no están disponibles en el alimento Halver (1972) Steffens (1981), Shell (1968), esto muy probablemente sucedió en los alimentos de los tratamientos 2 y 3, que no cubrieron satisfactoriamente éste balance ó no tuvieron la calidad adecuada.

La carpa requiere pues, una dieta con un nivel óptimo de proteína, para un buen crecimiento a una temperatura óptima, de éste modo, temperatura, calidad del agua y nivel de energía, afectan la proporción de la proteína en la dieta, visto en el porcentaje de energía como proteína Hastings et al. - (1972); Steffens (1981).

En el presente experimento, es seguro que la variación - de la temperatura como el comportamiento de la concentración de oxígeno principalmente, no afectaron de ninguna manera, al nivel de proteína de cada alimento, pues éstos parámetros se mantuvieron muy constantes.

Otro aspecto de importancia a considerar, es el origen ó naturaleza de la fuente proteica, la pobre digestibilidad de una proteína causa pobre utilización de la misma Ogino y Chen (1973); Nose y Toyama (1966) In: Steffens (1981). Aunque, el nivel de proteína en el tratamiento 3, halla sido igual al del tratamiento 1, tanto origen, naturaleza como digestibilidad, pudieron también haber causado que se alcanzara ese pobre crecimiento.

La proteína, al ser desdoblada en la digestión, los aminoácidos son absorbidos y utilizados en la construcción de la proteína del pez, lo que conduce al crecimiento.

Cuando algún aminoácido esencial, no está disponible en la fuente alimenticia, la producción de proteína corporal llega a detenerse, y con esto el crecimiento Halver (1972); Bryant - (1981); Shell (1968).

Los cambios encontrados en el sentido de los sesgos en las poblaciones de peces de cada tratamiento, nos pueden indicar - que tal vez no estuviera bien mezclada la proteína en el alimento, dado que en el proceso de fabricación, se utilizan invariablemente grandes cantidades de materias primas en las mezcladoras y no existe un buen control de calidad.

Muchas de las proteínas utilizadas en las dietas, son características por poseer una alta y verdadera digestibilidad, - alrededor del 90% Nose (1967); Ogino y Chen (1973) In: Steffens (1981) existen diferencias sin embargo entre los diversos tipos de proteína Nose y Toyama (1967) fide: Steffens op. cit.

Esto puede ser explicado en parte, por las diferencias existentes en la tecnología de producción y procesado de los alimentos (secado y molido) Halver (1972), que en el alimento del tratamiento 3, probablemente no sean las adecuadas. No obstante, a iguales niveles de proteína, los valores biológicos de diferentes dietas para carpa varían significativamente --

te Ogino y Chen (1973) fide: Steffens op. cit. como se vió, entre los tratamientos.

La relación lineal encontrada entre la proteína contenida en la ración alimenticia suministrada y la ganancia en peso - por pez, a través de la regresión lineal resistente, indicó - que los peces del tratamiento 1 pudieron incrementar más rápidamente su peso corporal en relación a la cantidad de proteína contenida en el alimento, es decir, los peces de éstos tratamientos consumieron una cantidad superior de alimento y con esto, una mayor cantidad de proteína en relación a la consumida por los peces de los tratamientos 2 y 3, de ésta manera, la incorporación de la proteína a la masa corporal de los peces fué en mayor proporción en el tratamiento 1, lo que resultó también en un incremento mayor del peso corporal. La cantidad de proteína contenida en el alimento del tratamiento 3 fué superior a la contenida en el alimento del tratamiento 2, sin embargo, esto no se vió reflejado en la proporción de la incorporación de proteína a la formación de masa corporal entre éstos dos tratamientos, pues en la figura 10 se púdo ver que la recta del tratamiento 2 túvo una mayor pendiente que la del tratamiento 3.

Los peces del tratamiento 1 utilizaron más eficientemente la proteína contenida en el alimento suministrado en relación a los peces de los tratamientos 2 y 3, como así también lo demostró el valor obtenido del PER (Protein Efficiency Ratio) que fué de 1.90 para el tratamiento 1; y se obtuvo una menor eficiencia en los tratamientos 2 y 3 que registraron un PER de 1.27 y 1.17 respectivamente; lo que muy probablemente halla sido debido al menor contenido energético de los alimentos de éstos dos tratamientos y a la naturaleza y calidad de la fuente proteica, además de la de los otros componentes. Takeuchi et al. (1979) fide: Steffens op. cit. obtuvo un PER de 3.5 utilizando una dieta con un nivel de 32% de proteína en

juveniles de carpa. Steffens (1981), obtuvo valores de PER - de 0.74 a 1.80 en juveniles de carpa alimentándolos con diferentes porcentajes de ración alimenticia, utilizando una dieta que contenía un 49% de proteína.

Un aspecto interesante a notar, es que teóricamente los alimentos de los tratamientos 1 y 3, contuvieron un mismo nivel de proteína (25%), más sin embargo, el crecimiento producido en éstos dos tratamientos, fué marcadamente diferente, ésto por un lado nos lleva a inferir que; el alimento del tratamiento 3 tuvo un nivel inferior de proteína al establecido por la productora, ó que la naturaleza y calidad de la proteína y de los otros componentes de éste alimento impidió, hasta cierto punto, que éstos fueran más eficientemente utilizados por los peces, para alcanzar un mejor crecimiento.

7.4 CARACTERISTICAS FISICAS DEL ALIMENTO Y EL CRECIMIENTO DE LOS PECES

Otro aspecto que no deja de tener importancia, son las características físicas de los alimentos, que sin duda tuvieron que ver también con el desarrollo del cultivo y crecimiento de los peces.

Las ventajas prácticas, presentadas por el alimento del tratamiento 1, se vieron reflejadas en el crecimiento y conversión alimenticia, mientras que un número de desventajas de los alimentos de los tratamientos 2 y 3 fueron menos apropiadas para el cultivo.

La tecnología para la fabricación de alimentos para peces, es de suma importancia para el éxito ó fracaso de la utilización del alimento por los peces. Una dieta puede estar bien balanceada y los componentes pueden ser de una muy alta calidad, pero si en el proceso de fabricación no se utilizan las técnicas y normas adecuadas para darle las características en las

condiciones apropiadas al alimento, éste perderá tanto parte de su valor nutritivo como también resultará inadecuado para la especie de pez que se desee alimentar, Halver (1972), como podría ser el caso del tratamiento 3.

Para evitar que la variable del tamaño de la partícula del pienso influyera en los resultados del experimento, los alimentos de los tratamientos 1 y 3, tuvieron que ser molidos para así hacerlos más accesibles a las crías en el momento de alimentarlas, que de otra forma, no hubieran podido ingerirlas más satisfactoriamente y para poder así, evitar interferencias debidas a la dureza y tamaño del pienso y pa no incluir otra variable que no fuera propia de la calidad de cada alimento. En el caso del alimento del tratamiento 2, no hubo necesidad de molerlo ya que su presentación original fue granulada de partículas pequeñas.

Los alimentos de los tratamientos 2 y 3, tuvieron partículas de tamaño no homogéneo y duras al parecer de maíz y sorgo, que los peces no asimilaban del todo, pues en las heces salían estas partículas casi intactas, lo que supuso que no eran digeribles. La textura de estos dos alimentos, presentó elementos dispares y no ligados íntimamente, presentando un alto grado de separación de las partículas.

En lo que se refiere a la aceptabilidad, seguramente en sabor, olor y consistencia, el alimento del tratamiento 1 fue mejor aceptado que los otros dos. Para el caso del alimento del tratamiento 3, se notó que despedía un fuerte y desagradable olor.

Respecto a la flotabilidad no hubo ningún problema pues los alimentos fueron dados húmedos y en forma de pasta en los comederos con un máximo de cuidado. La presentación original del alimento del tratamiento 1, tuvo mayor flotabilidad que los otros dos, los alimentos de los tratamientos 2 y 3 fueron mucho más solubles y menos hidroestables, especialmente el del

tratamiento 2.

El hecho de haber suministrado el alimento en forma molida y humedecida previamente, determinó muy probablemente que en el momento de que lo tomaran los peces, no ingirieran por igual una misma proporción de cada uno de los elementos nutritivos constituyentes del pienso y lo que tal vez influyó también en que se encontrara una gran dispersión dentro de una misma población de los tratamientos desde los inicios de la experimentación (ver diagramas de caja, figura 5, 6 y 7). Sin duda pues, el alimento del tratamiento 1 tuvo mayores ventajas prácticas sobre los alimentos de los tratamientos 2 y 3, que también se vieron reflejadas en el crecimiento y la conversión alimenticia.

7.5 RACION ALIMENTICIA Y CRECIMIENTO

En los estanques, son normalmente introducidos peces pequeños, los alimentos son aplicados diariamente en un cierto porcentaje del peso de los peces, éste alimento puede ser calculado en base al porcentaje de la biomasa que va a ser alimentada ó en base a una alimentación " ad libitum " esto es, el alimento es ofrecido a los animales , y éstos comen a saciedad, siendo así ajustadas las raciones periódicamente, basadas en el peso ganado por los peces, Stickney (1979).

En muchos casos, donde la alimentación " ad libitum " es practicada, la técnica de ajuste del alimento a suministrar, es probablemente superior a otros métodos en Acuicultura de aguas cálidas Stickney op. cit.

Como lo mostraron los resultados, la carpa de Israel consumió en diferentes cantidades los alimentos utilizados de cada tratamiento durante el experimento, la diferencia existente en la cantidad de alimento suministrado en cada tratamiento y período, estuvo dada principalmente por; el consumo del alimen

to suministrado a saciedad, un día después de cada muestreo, - el que se mantuvo hasta el siguiente ajuste de la ración. Las razones de ésta variabilidad, estuvieron fuera de nuestro control, sin embargo, fueron función del apetito y saciedad de los peces en ese día, que por razones principalmente de tensión, no consumieron más alimento.

Uno de los errores principales que se detectó en el desarrollo del experimento, fué el no haber mantenido la alimentación durante todos los días a saciedad, con lo cual muy probablemente se hubiéramos alcanzado una más alta producción, con una mayor ganancia en peso que la encontrada.

Las causas de que los peces no hallan seguido un patrón de incremento de consumo de una cantidad mayor de alimento conforme al incremento de la biomasa de los peces en pleno desarrollo, demostrado por Swingle (1967) fide: Stickey (1979) - fué sin duda a que no se mantuvo una alimentación a saciedad diariamente en cada período y durante los 116 días de cultivo.

La cantidad de alimento suministrada diaria, no fué de ninguna manera la más adecuada para el cultivo intensivo de la carpa de Israel, pero es posible obtenerla si se registra la cantidad de alimento consumida diariamente con el suministro del alimento a saciedad a los peces.

Medir y reportar el alimento tomado por los peces requiere de considerable destreza y actitudes particulares, dirigidas hacia problemas de alimentación en el cultivo de peces en un trabajo experimental Hasting y Dickie (1972).

Raciones alimenticias cerca del nivel del mantenimiento, resultan en una pobre conversión alimenticia y se aproximan a un valor en el cual la razón de crecimiento se estanca Stephens (1981). Así mismo, una alimentación exageradamente intensa, principalmente aplicada en Acuicultura, conduce a una pobre conversión, esto no resulta solamente en pérdidas de alimento, sino también en una pobre utilización del mismo Has-

tings (1972); Stickney (1979).

Se há observádo, que los peces juveniles de carpa malnutridos, tiénen un menoscabo en el crecimiento potencial y se predisponén hacia enfermedades tales como el incremento de defectos físicos como; opérculos anormales, scoliósis y lordósis, así mismo, el incremento por la competencia por una cantidad limitada de alimento, con un gran número de peces que son cultivados, causan desigual crecimiento en la población, por lo que la alimentación a sociedad elimina éstas variables en un experimento de prueba de alimentos Stickney op. cit. (1979); Shell (1968); Halver (1972).

En muchos estanques de cultivo de peces, el alimento es suministrado en un porcentaje proporcional al peso del pez, si el porcentaje inicial és alto, un incremento constante puede ser mantenido por largos períodos, sin embargo, la experiencia ha demostrado que un porcentaje constante, tarde ó temprano excede el apetito del pez, y un porcentaje bajo es requerido para prevenir desgastos ó desperdicios de alimento. Un especial cuidado debe ser tenido para no exceder tal valor en un trabajo experimental Hastings y Dickie op. cit.

En el presente estudio, dado que de algúna manera considera el costo de la producción, no se dió lugar a que las pérdidas de alimento por manejo y desperdicio fuerán altas, y se trató de minimizar al máximo ésta variable, sin dar más alimento de la cantidad registrada en el día después de haber muestreado a los peces, lo que condujo a una diferencia marcada en el alimento suministrado de cada período.

7.6 EFICIENCIA DE LA UTILIZACION DEL ALIMENTO

Uno de los indicadores más valiosos de la utilización del alimento para el crecimiento, es sin duda la conversión alimenticia, altos valores, indican que grandes cantidades de alimento

to son requeridas para producir una unidad de crecimiento y valores bajos, que relativamente pequeñas cantidades son requeridas. Los valores de la conversión alimenticia, son raramente menores de 2, y valores de 1 ó menos son absurdamente teóricos al menos cuando la fuente de alimento artificial es la única - Hastings y Dickie op. cit.

Los valores de la conversión alimenticia de 2 ó menores son comúnmente conseguidos con los alimentos de mayor calidad, sin embargo, éstos valores pueden llegar a ser altos, conforme la calidad de los alimentos decrece Boyd (1982).

Swingle (1960) fide: Halver (1972), reportó una producción de carpa común en combinación de alimentación y fertilización de 1 120 a 1 460 kilogramos / hectárea , el valor de la conversión fué de 2.2 a 2.6 . Huisman (1976), reportó valores de conversión desde 1.41 a 2.76 , utilizando juveniles de carpa y alimentados en diferentes porcentajes de ración alimenticia.

La conversión de 2.1 encontrada en el tratamiento 1, sugirió un proceso más eficiente en el aprovechamiento del alimento que el de los otros dos tratamientos.

El que en el tratamiento 2 se halla registrado la conversión más baja en relación a la de los otros tratamientos, significó que se consumió más alimento y se alcanzó el más pobre crecimiento, al menos, igual al del tratamiento 3 que fué consumido en menor cantidad, esto sin duda, por el más bajo contenido en proteína y por la gran solubilidad del alimento en el agua.

Con la buena conversión alimenticia encontrada en el tratamiento 1 se puede alcanzar una más alta producción de carpa de Israel, que la hallada en el presente estudio, con un incremento diario mucho más alto, pero para lo cual, se les deberá suministrar una mayor cantidad de alimento diariamente a los peces sin llegar a la sobrealimentación, pues hay que considerar

que la ración que se dió en el presente estudio no fué la adecuada.

Una variable que no estuvo controlada, que pudiera ser la causa por la que los peces no consumieran una mayor cantidad de alimento que la registrada el día del ajuste, fué muy probablemente por la tensión a que estuvieron sometidos los peces durante el cultivo, y por la manipulación constante debida a los muestreos. Es por lo cuál recomendable no tomar como base una cantidad de alimento a suministrar cuándo los peces se encuentren aún en condiciones de tensión, pues ésta no representará confiablemente el apetito de los peces.

7.7 EFICIENCIA DE LA UTILIZACION DE LA ENERGIA

El crecimiento de un organismo, tal como el crecimiento de un pez, debe ser entendido como el resultado positivo del proceso tendiente a incrementar la masa corporal debido a la toma de alimento, y a un proceso tendiente a disminuir la masa corporal debido al gasto metabólico Huisman (1976).

Los peces requieren energía para el crecimiento, actividad y reproducción, ésta energía es obtenida de la oxidación del alimento. El proceso biológico de la utilización de la energía se define como metabolismo y la tasa a la cuál ocurre la utilización de energía es llamada tasa metabólica. La tasa metabólica, es influenciada por la temperatura, especie, edad y tamaño del cuerpo, actividad, condición física, el hambre que presenten los peces y las fluctuaciones diarias ó estacionales de las funciones estacionales Shell (1968); Brett et al. (1969).

Dado que el metabolismo es el resultado de todas las transformaciones químicas y de energía que ocurren dentro del organismo vivo, todas las fases de éste, requieren de energía la cuál los animales la obtienen del alimento Stickney (1979).

En el presente estudio, la utilización de la energía consumida del alimento del tratamiento 1, se vió reflejada en un mayor crecimiento de los peces, que el de los tratamientos 2 y 3. Esto quiere decir que el valor fisiológico de combustible - (PFV), ó energía metabolizable (EM) del alimento del tratamiento 1, pudo ser extraída más eficientemente durante la digestión y absorción, reflejándose en una mejor producción de masa corporal. Además que el alimento del tratamiento 1 tuvo el mayor contenido energético que los alimentos de los tratamientos 2 y 3.

La estimación de la energía requerida para la producción de tejido, es un cálculo complejo Winberg (1956) In: Halver (1972), há presentádo excelentes resultados del metabolismo de los peces, y ha desarrollado ecuaciones útiles, para estimar los requerimientos para el crecimiento Halver (1972). Así mismo, Phillips y Brockway (1959), tomando como base que la energía para mantenimiento es la diferencia entre lo que el pez consume, y lo que deposita en su cuerpo, determináron, que el 70% de los cálculos derivados del alimento, son usados para propósitos de mantenimiento Huisman (1976).

Huisman (1976), reporta para carpa, un 64.3% de la energía total del alimento suministrado para el mantenimiento. Tomando en cuenta éste último dato, se obtuvo que, aproximadamente 180.2 Kcal de la energía total suministrada en el tratamiento 1; 119.5 Kcal de la energía total suministrada en el tratamiento 2; y 116.6 Kcal de la energía total suministrada en el tratamiento 3, fué utilizada para el crecimiento, con lo cuál reafirmámos que; el alimento con mayor contenido energético, satisfizo de mejor manera los requerimiento energéticos de los peces, como fué notado en el crecimiento alcanzado por los peces del tratamiento 1, aparte, el hecho de mantenerse vivos los peces durante el cultivo, indicó que los alimentos usados, mínimamente cubrieron las necesidades energéticas de mantenimiento, y aún las de crecimiento, en menor ó mayor grado.

El verdadero valor energético del alimento suministrado a los peces es decir, el valor calórico promedio de la proteína, grasas y carbohidratos, ha sido establecido desde hace tiempo, en 5.65 Kcal/g de proteína; 9.45 Kcal/g de lípidos y 4.15 Kcal/g de carbohidratos White (1964), sin embargo, éstos niveles nunca son alcanzados en la realidad, pues los ingredientes de una dieta, no son cien por ciento digeribles Stickney (1979), por lo que, basados en los promedios corregidos de digestibilidad, los valores calóricos son reducidos a 4 Kcal/g de proteína; 9 Kcal/g de lípidos y 4 Kcal/g de carbohidratos, de éste modo, los valores reportados en la tabla 6, indicaron las Kilocalorías totales suministradas en bruto, basadas en la determinación experimental del contenido energético de cada alimento, por lo que, el verdadero valor como energía metabolizable suministrada a cada pez por tratamiento fue: 504.9 Kcal para el tratamiento 1; 362.7 Kcal para el tratamiento 2 y 326.7 Kcal para el tratamiento 3, de ésta manera, comparando por ejemplo a la energía metabolizable, suministrada en el tratamiento 1, con la de los tratamientos 2 y 3, se observó que la primera, fué también mucho mayor.

De las tablas 7 y 8, donde se presentaron los porcentajes de energía suministrados como proteína, se observó, que si bien éste porcentaje fué menor para el caso del alimento del tratamiento 1, éste contuvo el mayor contenido energético, y se vió reflejado en el mejor aprovechamiento de la energía de la proteína para el crecimiento, pues las necesidades del mantenimiento fueron satisfechas con el porcentaje energético aportado por lípidos y carbohidratos. Por el contrario, el mayor porcentaje energético aportado por la proteína del alimento del tratamiento 3, tuvo que ser utilizado tanto para mantenimiento como para crecimiento, dado el más bajo contenido energético total de éste alimento, lo que sucedió también en el caso del alimento del tratamiento 2, el cuál a pesar de contener casi un mismo porcentaje de energía aportada por la proteína que la

del alimento del tratamiento 1, ésta también tuvo que ser utilizada para el mantenimiento, dado su bajo contenido energético total.

La carpa utiliza parte de la proteína para obtener energía, como también utiliza las grasas y los carbohidratos, así también la proteína es requerida para crecimiento, pero la energía para el mantenimiento puede ser derivada de las grasas y carbohidratos, pues las proteínas son frecuentemente la fuente de energía más cara en la producción de alimentos Halver (1972).

El aporte de energía por los lípidos y carbohidratos en juveniles de carpa, son igualmente efectivos en la satisfacción de las necesidades energéticas Takeuchi *et al.* (1979). Para el caso del alimento del tratamiento 1, se calculó que el 80% de la energía, fué aportada por éstos dos componentes, para el alimento del tratamiento 2 fué de 79%, y para el alimento del tratamiento 3 fué de 71%, cabe aclarar que éstos porcentajes fueron calculados por diferencia de la energía metabolizable aportada por lípidos y carbohidratos, del total de la aportada por los componentes de cada alimento. De éstos porcentajes, se observó que los peces del tratamiento 1, probablemente no tuvieron necesidad de utilizar la energía aportada por la proteína, para cubrir las necesidades del mantenimiento, utilizando ésta sin embargo, para propósitos de crecimiento.

Los niveles de alimentación, deben ser lo suficientemente altos, como para proporcionar las necesidades de energía del mantenimiento y aún las del crecimiento Halver (1972). Las tasas de alimentación, deben ajustarse para evitar que éstos factores ocasionen una sobrealimentación, cuidando también, que dichas tasas suministren la suficiente energía para mantener un óptimo crecimiento. Para el presente estudio, los peces consumieron, no más energía que la mínima para alcanzar el pobre crecimiento encontrado.

Un indicador de la proporción de energía en el alimento, -

utilizada para crecimiento, es empleada generalmente en el reporte de trabajos experimentales, donde altos valores indican, que una alta proporción de la energía del alimento es utilizada para el crecimiento y viceversa, una cierta cantidad de la energía del alimento, generalmente una mitad ó más, es requerida para soportar los procesos metabólicos, los valores de la eficiencia total del crecimiento de 0.5 son altos, y valores de 1.0 ó mayores son absurdos Hasting et al. (1972).

El valor de la eficiencia total del crecimiento, encontrado de 0.47 para el tratamiento 1, y de 0.24 y 0.29 para los tratamientos 2 y 3 respectivamente, indicaron que cerca de la mitad de la energía del alimento fué utilizada por los peces del tratamiento 1 para propósitos de crecimiento, mientras que un 53% de ésta energía, fué utilizada para el mantenimiento. La proporción de energía utilizada por los peces de los tratamientos 2 y 3, fué menor, aproximadamente sólo una cuarta parte de la energía disponible fué utilizada para el crecimiento, esto indicó que el alimento del tratamiento 1, cubrió mayormente la demanda energética necesaria en el gasto metabólico de los peces, en relación a los alimentos de los otros dos tratamientos en consecuencia, la composición energética del alimento del tratamiento 1 favoreció el crecimiento de los peces de éste tratamiento.

La composición de un alimento, es el primer factor en el máximo de eficiencia de la utilización de la energía de los alimentos para la producción de tejido. El primer prerequisite, es un alimento nutricionalmente completo, que proporcione los porcentajes adecuados de energía Halver (1972), de lo cuál, a groso modo, el alimento del tratamiento 1 los proporcionó más satisfactoriamente.

La energía requerida para producir un kilogramo de pez vivo, fué menor en el caso del alimento de mayor contenido energético (tratamiento 1), debido a un menor gasto de alimento, lo

que indicó un mejor aprovechamiento de la energía disponible de éste alimento, por los peces para el crecimiento.

7.8 ECONOMIA DE LA ALIMENTACION

Los costos del alimento y/o fertilizante, son probablemente los más importantes en la Acuicultura. En muchos casos ellos representan más del 50 por ciento del costo total de la producción Shang (1981), Collins y Delmendo (1979).

La tabla 13, muestra el costo del alimento, expresado en porcentaje, del cultivo de la carpa en algunos países.

Tabla 13. COSTO DEL ALIMENTO EN EL CULTIVO DE LA CARPA

ESPECIE	PAIS	PORCENTAJE	REFERENCIA
Carpa	Malasia	35	Shang y Rabanal, 1976
Carpa	Polonia	41	Leopold, 1978
Carpa	Hungría	43	Leopold, 1978
Carpa	Japón	51	Shang y Rabanal, 1976

Fuente: Shang (1981)

Como podemos observar, el alimento representa un costo considerable del costo total de la producción.

Los ingredientes utilizados en la fabricación de las dietas de los peces, son relativamente escasos y selectivos, éste hecho trae por consecuencia, que los costos de las raciones tengan grandes variaciones en el precio, ya que dependen en gran medida de las tendencias del mercado de sus ingredientes mayores, y tienden a reflejar éstos fenómenos.

Al contrario de otras industrias pecuarias más avanzadas como la avicultura y la porcicultura, que tienen la posibili-

dad de utilizar programas de computador para la minimización del costo de sus raciones, esto aún, no es posible en esta industria, ya que los parámetros son muy restringidos y es muy relativo el beneficio del análisis de precios para obtener la ración de costo mínimo Inédito (1983).

Algunos factores que debieran tomarse en cuenta, para minimizar el costo que representa el alimento son: el manejo de densidades óptimas, pues las densidades excesivamente altas puede llevar; a un decremento en el peso individual de los peces cosechados; a una reducción de la tasa de sobrevivencia; a una competencia por alimento y espacio; y a un incremento en la conversión alimenticia. Bajas densidades, pueden resultar en pobre utilización del alimento y del espacio. Lo anteriormente mencionado, tiene efectos negativos sobre la producción y los resultados económicos.

El costo del alimento, puede ser reducido por una mejora en la conversión alimenticia ó bajando el precio por unidad de alimento, ó por una combinación de éstos dos factores. La conversión puede ser reducida, eliminando desperdicios y/ó mejorando la fórmula alimenticia. Los desperdicios pueden ser reducidos, por el suministro de cantidades correctas de alimento.

El principio económico de la alimentación, es aquél en el que la cantidad de alimento debiera estar cerca de un nivel donde el costo adicional del alimento, sea igual a la renta adicional, cantidades por encima de éste nivel, supondrían una pérdida desde el punto de vista económico Shang (1981).

Para el presente estudio, difícilmente podemos presumir que se hallan manejado tanto las densidades adecuadas, para obtener la máxima producción, como tampoco las cantidades de alimento suficientes y necesarias para la mayor ganancia en peso, aunque, con las conversiones alimenticias encontradas y el costo del alimento total empleado indique un bajo costo en la producción de carpa de Israel, en relación al precio del producto

en el mercado.

La cantidad de proteína necesaria para producir un kilogramo de pez, fué más baja en el tratamiento 1, junto también, con el menor costo de producción en éste mismo tratamiento. Es importante recordar que la proteína, es uno de los componentes que mayor costo representa en la producción de un alimento, por lo que una cantidad menor utilizada significa también disminuir los costos de producción.

8. CONCLUSIONES

1. El crecimiento de la carpa de Israel, fué atribuido exclusivamente al efecto del alimento suministrado en cada uno de los tratamientos, así un mayor ó menor crecimiento, estuvo determinado por el tipo, proporción y calidad de los componentes de cada alimento probado en el experimento.

2. El mayor crecimiento de la carpa, fué encontrado en el tratamiento 1, donde se sostuvo un más rápido crecimiento y se ganó mucho más peso y talla durante toda la experimentación. El crecimiento alcanzado por los peces de los tratamientos 2 y 3, fué el mismo, tanto en incremento en peso como en talla.

3. Los mayores coeficientes de crecimiento, fueron encontrados en el tratamiento 1, e indicaron una clara y continua superioridad en el crecimiento de los peces, al encontrado en los tratamientos 2 y 3, a lo largo de la experimentación.

4. La ganancia diaria en peso promedio, así como la producción final encontrada para cada uno de los tratamientos, no fué la más alta ni la mejor para el cultivo de la carpa de Israel.

5. La utilización de la proteína tuvo la más alta eficiencia en los peces del tratamiento 1, lo que indicó que la incorporación de la proteína del alimento a la formación de la masa corporal fué superior, mientras que una eficiencia menor para la utilización de la proteína, fué encontrada en los tratamientos 2 y 3, lo que finalmente indicó mejor calidad de la proteína contenida en el alimento del tratamiento 1, que la de los tratamientos 2 y 3.

6. Existió una clara relación lineal entre la proteína contenida en el alimento suministrado y la ganancia en peso alcanzada por los peces, encontrándose para el tratamiento 1 una mayor proporción de ganancia en peso en proporción a la proteína contenida en el alimento suministrado, que la hallada en los tratamientos 2 y 3.

7. El crecimiento de los peces, estuvo también en función de la cantidad de energía dada en el alimento suministrado, por lo que los peces de cada tratamiento pudieron satisfacer cuando menos los requerimientos energéticos del mantenimiento y aún los del crecimiento.

Se encontró que una mayor cantidad de energía metabolizable, contenida en el alimento del tratamiento 1, fue suministrada, lo que permitió cubrir más eficientemente las necesidades fisiológicas del mantenimiento y actividades voluntarias, por lo que se dispuso de una mayor cantidad de energía para el crecimiento de los peces, indicada también, por la eficiencia total del crecimiento. Para los tratamientos 2 y 3 significó siempre un menor abasto de energía para el crecimiento.

8. Los alimentos probados, fueron diferentes en el contenido energético total; el alimento de Albamex, tuvo un contenido mayor que el de los alimentos de Purina y Cogasa.

9. La conversión alimenticia más alta fue encontrada en el tratamiento 1, donde los peces consumieron una mayor cantidad de alimento, pero tuvieron el crecimiento más alto. Esto indicó un proceso más eficiente en el aprovechamiento del alimento. La más baja conversión alimenticia, fue encontrada en el tratamiento 2, que fue el más pobremente utilizado para el crecimiento de los peces.

10. Los menores costos de producción por unidad de pescado producido, fueron encontrados en el tratamiento 1, lo que sugirió que el alimento fué mejor aprovechado y los desperdicios fueron menores, pues, el costo de cada alimento utilizado en los tratamientos fué similar, así pues, el tratamiento 1 aventaja biológica y económicamente a los otros dos tratamientos.

11. En general, independientemente de la marca comercial de alimento balanceado que se suministre, el cultivo de la carpa de Israel en estanques de concreto, no es el más adecuado, ni el mejor económicamente, en lo que se refiere a la producción total, pues, más altas producciones y mejores conversiones pueden ser alcanzadas en estanques rústicos, donde además la fuente natural de alimento contribuye a disminuir los costos de producción, dados los hábitos alimenticios de la especie.

9. SUGERENCIAS

Los puntos básicos que deben ser considerados cuidadosamente en la proyección de un experimento sobre alimentación de peces son mencionados a continuación.

Deberán de seleccionarse organismos, que presenten una homogeneidad en lo que se refiere a edad, peso y talla, procurando que sean las mismas. Es necesario que no exista una gran variación, aunque difícilmente puede ser lograda, pues en las Piscifactorías de nuestro país, no existe un control genético que lleve a producir organismos que tengan selectivamente mejores ó iguales patrones de crecimiento.

Deberán escogerse reservorios de preferencia pequeños, como piletas ó pequeños estanques, que faciliten el manejo de los organismos. Es necesario que cuando se desee evaluar el efecto de un alimento balanceado ó una dieta en particular, se prive el acceso de los organismos al alimento natural.

La unidad experimental deberá estar localizada en un lugar donde no existan posibles interferencias ó variables que no puedan ser controladas y que puedan ocasionar un estado de tensión a los organismos, pues debe de ser exclusivamente la del mismo sistema de cultivo y la de la experimentación.

Para evaluar un alimento ó dieta, es necesario conocer los hábitos alimenticios de la especie que se va a utilizar en el experimento, estableciéndose la pauta conductual de comer de ésta especie. Ya sea que se realice el consumo del alimento en la superficie ó en el fondo.

Si se desconoce la cantidad de alimento a suministrar en un principio, deberá darse diariamente el alimento a saciedad

tomando el registro preciso de la cantidad consumida diaria. Esto mismo deberá realizarse en lo que a frecuencia de suministro se refiere.

El alimento deberá ser dado siempre en un mismo lugar, y tratará de establecer previamente que tipo de procedimiento de alimentación minimiza las pérdidas por manejo.

Deberá así también, conocerse lo más certeramente posible la composición de los alimentos utilizados, para relacionar - comparativamente el efecto por falta ó presencia de algún componente en particular del alimento.

La obtención de los parámetros morfológicos de cada individuo (longitud, altura y peso) deberá ser realizado lo más frecuentemente posible y deberá tratarse de eliminar un manipuleo excesivo, pues éste puede causar una desestabilización en la tensión de los peces y repercutir negativamente en el apetito de los peces.

Un control sanitario para prevenir posibles enfermedades en los peces, deberá ser dado periódicamente, también se tratará de preservar el medio limpio, eliminando todas las acumulaciones de los desechos orgánicos.

El control periódico, al menos de los parámetros más relevantes de la calidad del agua, deberá de ser llevado a cabo - constantemente, registrando cualquier variación existente en el medio.

10. BIBLIOGRAFIA

- Anónimo, (1983). La Importancia de la Nutrición Controlada en la Explotación de Peces en Estanques de Cultivo. Manuscrito no publicado, off set, México.
- Bardach, J. E., Ryther, J. H. & McLarney, W. O. (1972). Agua - culture, The Farming and Husbandry of Fresh Water and Marine Organisms. New York: Willey Interscience.
- Boyd, E. C. (1982). Water Quality Management for Pond Fish Culture. New York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Bryant, P., Jauncey, K. & Atack, T. (1980). Fish Nutrition. In P. Bryant, K. Jauncey & T. Atack. Backyard Fish Farming. (116-131 pp). London: Prim. Press.
- Bryant, P. L. & Matty, A. J. (1981). Adaptation of Carp (Cyprinus carpio) Larvae to Artificial Diets 1. Optimum Feeding Rate and Adaptation Age for a Commercial Diet. Aquaculture. 23. 275-286
- Browley, P. J. & Smart, G. (1981). The Effects of the Major Food Categories on Growth, Composition and Food Conversion in Rainbow Trout (Salmo gairdneri). Aquaculture. 23. 325-336
- Albuquerque, G. C., Campos, E. J. & Cavalcanti, S. S. (1976). Emprego de Fezes de Suínos na Alimentação de Carpas (Cyprinus carpio L.). (Reporte No. 28 (22) Arq. Esc. Vet.) U.F.M.G.
- Chervinski, J., Hepher, B. & Tagari, H. (1968). Studies on Carp Nutrition. II Effect of a Protein-Rich Diet on Fish Yields in Farm Ponds. Bamidgeh. 1 (20). 6-15

- Cochran, W. G. & Cox, G. M. (1977). Experimental Designs. New York: John Wiley.
- Curts, J. (1985). Regresión Lineal Resistente. Manuscrito no publicado, U.N.A.M., México.
- Departamento de Pesca, (1981). Cultivo de Carpa. (Serie de Cuadernos sobre Piscicultura). México.
- Departamento de Pesca, (1981). Bioenergética de Peces. (Serie de Cuadernos de Alimentación Piscícola). México.
- García, M. E., Martínez, R. R. Y Alvarado, S. E. (1979). Criterios de Bioingeniería para el Cultivo de la Carpa de Israel y Común. (Reporte Técnico No. 3) Departamento de Pesca, México.
- Ghittino, P. (1972). The Diet and General Fish Husbandry. In - Halver, J. E. Fish Nutrition. (577-596). New York: Academic Press.
- Halver, J. E. (1972). Fish Nutrition. New York: Academic Press .
- Hastings, W. H. & Dickie, L. M. (1972). Feed Formulation and Evaluation. In J. E. Halver, Fish Nutrition. (327-361). New York: Academic Press.
- Hastings, W. H. (1970). Warm Water Fish Feeds and Feeding. (Report No. 102 of the 1970 Workshop on Fish Technology and Nutrition) Resour. Publs. Bur. Sport Fish Wild, FAD/EIFAC
- Hepher, B. & Pruginin, Y. (1981). Commercial Fish Farming. With special refernce to fish culture in Israel. New York: John -- Willey and Sons.

- Hepher, B. & Chervinski, J. (1965). Studies on Carp Nutrition, The Influence of Protein-Rich Diets on Groth. Bamidgeh. 17 (2). 31-46
- Huet, M. (1978). Tratado de Piscicultura. Madrid: Ediciones - Mundi Prensa.
- Huisman, E. A. (1976). Food Conversion Efficiency at Maintenance and Production Levels for Carp, Cyprinus carpio L., and - Rainbow Trout, Salmo gairdneri R. Aquaculture. 9. 259-273
- Hogendoorn, H. (1981). Controlled Propagation of the Catfish, Clarias lazera (C. and V.), Effect of Feeding Regime in Fingerling Culture. Aquaculture. 24. 132-131
- Hunisberger, N. & Billigsley, P. (1983). Elementos de Estadística Inferial. México: CECSA
- Juárez, P. R. (1982). La Piscicultura en la República Popular China. México: Secretaría de Pesca.
- Luquet, P. (1970). Trout and Carp Nutrition and Feeding in France. (Report No. 102 of the 1970 Workshop on Fish Technology and Nutrition) Resour. Publs. Bur. Sport Fish Wild. FAO/EIFAC
- Lagler, K. F. (1952). Freshwater Fishery Biology. U.S. : Browns Company
- Medina, G. M. (1980). El Factor de Condición Múltiple y el Factor de Conversión de Alimentos. México: Departamento de Pesca.
- Phillips, A. M. (1972). Calorie and Energy Requirement. In J. E. Halver, Fish Nutrition. (327-361). New York: Academic Press.

- Ramos, H. A. (1979). Fundamentos de Piscicultura Agricola. Manizales, Universidad de Caldas, Fac. Med. Vet. Zoo., Secc. Pisc.
- Ramos, H. A. (1979). La Carpa Espejo o de Israel. Apuntes Serie Piscicultura. Manizales, Universidad de Caldas, Fac. Med. Vet. Zoo. Secc. Pisc.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. London: Prim. Press.
- Sen, P. R., Rao, N. G., Ghosh, S. R. & Rout, M. (1978). Observation on the Protein and Carbohydrate Requirements of Carps. - Aquaculture. 13. 245-255
- Shang, Y. C. (1981). Aquaculture Economics: Basic Concepts and Methods of Analysis. London: Westview Press. Inc.
- Shell, E. W. (1968). Feeds and Feedings of Warmwater Fish in North America. (Report 44 Fish FAO).
- Sneed, K. E., Hastings, W. H. & Dupree, H. K. (1970). Warm-Water Fish Nutrition and Future Priorities. (Report No. 102 of the 1970 Workshop on Fish Feed Technology and Nutrition), Resour. Publs. Bur. Sport Fish Wild. FAO/EIFAC
- Spataru, P., Hefher, B. & Alevy, A. (1980). The Effect of the Method of Supplementary Feed Application on the Feeding habits of Carp, (*Cyprinus carpio* L.) Hidrobiology. 72. 171-178
- Steffens, W. (1981). Protein Utilization Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*) and carp (*Cyprinus carpio*): A Brief Review. Aquaculture. 23. 337-345

Stickney, R. R. (1979). Principles of Warm-Water Aquaculture.
New York: John Wiley & Sons. Inc.

Toledo, J., Cisneros, J. Y Ortiz, E. (1983). Requerimientos Nu-
tricionales en Alevines de Oreocheromis aureus (Tilapia niló-
tica) I: Nivel Optimo de Proteína con Dietas Purificadas. Re-
vista Latinoamericana de Acuicultura. 18. 8-12

_____ (1984). Requerimientos Nu-
tricionales en Alevines de Oreocheromis aureus (Antes tila-
pia) II: Relación Proteína-Carbohidratos. Revista Latinoame-
ricana de Acuicultura. 19. 29-33

Wohlfarth, T. W. & Moav, R. (1972). The Regression of Weight -
Gain on Initial Weight in Carp. I. Methods and Results. Aqua-
culture. 1 (1). 7-28

American Psychological Association, (1983). APA Editorial Style.
(Third Edition)

Tacla A. Resultados de las medidas morfológicas promedio de la carpa de Israel, durante los 116 días de experimentación.

Tiempo (días)	Longitud total LT (cm)	DS	Longitud patron LP (cm)	DS	Altura A (cm)	DS	Peso W (g)	DS
TRATAMIENTO 1 (ALBANEX)								
0	4.62	0.65	3.63	0.28	1.07	0.08	1.74	0.11
17	6.38	0.77	5.12	0.59	1.85	0.29	5.12	1.69
31	7.60	1.03	6.24	0.86	2.50	0.32	11.32	3.95
45	9.33	1.12	7.44	0.97	2.76	0.45	18.00	6.22
62	10.37	1.20	8.27	1.01	3.35	0.37	26.20	6.74
73	11.32	1.56	9.53	1.32	3.78	0.52	32.90	9.61
88	12.11	1.50	9.70	1.31	4.09	0.44	39.80	7.52
102	13.53	1.62	10.78	1.36	4.41	0.51	49.20	8.03
116	14.68	1.65	11.43	1.37	4.82	0.52	57.90	8.42
TRATAMIENTO 2 (PURINA)								
0	4.62	0.65	3.63	0.28	1.07	0.08	1.74	0.11
17	5.04	0.65	4.11	0.31	1.63	0.23	3.84	0.98
31	6.23	0.72	5.08	0.83	1.78	0.47	5.64	1.34
45	7.50	0.98	5.54	0.74	2.05	0.53	9.37	1.41
62	8.35	0.95	6.39	0.93	2.43	0.35	12.90	2.24
73	8.96	1.64	5.65	0.95	2.60	0.36	15.80	3.19
88	9.50	1.73	7.32	0.98	2.91	0.39	19.90	3.52
102	10.55	1.62	8.21	1.03	3.24	0.42	23.70	4.54
116	11.32	1.49	9.09	1.21	3.55	0.50	29.30	5.49
TRATAMIENTO 3 (COGASA)								
0	4.62	0.65	3.63	0.28	1.07	0.08	1.74	0.11
17	5.70	0.66	4.55	0.52	1.71	0.25	4.30	1.42
31	6.61	0.82	5.38	0.96	1.63	0.34	7.14	2.52
45	7.41	1.65	5.60	0.97	2.25	0.35	9.98	3.16
62	8.61	0.95	6.76	0.73	2.62	0.36	13.20	3.64
73	9.18	1.18	7.11	0.96	2.71	0.36	15.93	3.89
88	10.23	1.24	7.98	1.05	3.18	0.41	21.50	4.27
102	10.92	1.48	8.36	1.12	3.42	0.42	25.80	5.13
116	11.84	1.63	9.38	1.21	3.94	0.45	31.20	5.62

Tabla 8 1. Valores de los diagramas de caja del peso, Ci= cota inferior; Hi= límite inferior de la caja; M= mediana; W= peso promedio; Hs= límite superior de la caja; Cs= cota superior.

Ci	Hi	M	W	Hs	Cs
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)					
1.55	1.70	1.80	1.74	1.80	1.95
1.32	4.90	4.90	5.10	5.90	8.70
1.07	9.10	11.60	11.30	14.45	22.40
5.25	4.50	17.00	18.00	22.00	33.40
18.30	24.70	26.40	26.80	28.70	34.90
13.50	27.00	31.30	32.90	36.00	49.50
26.50	35.50	37.00	39.60	41.50	50.50
15.70	42.00	47.00	49.20	59.50	65.70
45.60	54.40	58.80	57.90	60.00	66.40
TRATAMIENTO 2 (PURINA)					
1.55	1.70	1.80	1.74	1.80	1.95
1.90	3.40	3.90	3.80	4.40	5.50
2.25	4.80	5.30	5.60	6.10	8.00
4.00	7.30	8.20	8.30	9.30	12.90
9.20	12.20	12.90	12.90	13.80	16.20
2.70	12.20	15.40	15.80	16.50	27.90
11.20	17.10	18.30	19.90	21.00	26.80
12.60	20.90	22.90	23.70	26.40	34.20
21.00	27.00	29.50	29.30	31.00	37.10
TRATAMIENTO 3 (COGASA)					
1.55	1.70	1.80	1.74	1.80	1.95
0.90	3.20	4.00	4.30	4.70	6.30
2.20	5.50	6.30	7.10	7.70	11.50
2.20	7.50	8.20	9.90	11.00	16.20
3.20	10.40	12.60	13.20	15.20	22.40
5.10	13.50	15.50	16.90	19.10	27.50
13.50	16.90	20.90	21.50	22.50	28.80
15.30	23.00	25.00	25.80	28.10	35.70
23.50	29.50	31.00	31.20	33.50	39.50

Tabla B 2. Valores de los diagramas de caja de la longitud, Ci= cota inferior; Hi= límite inferior de la caja; M= mediana; LT= longitud total promedio; Hs= límite superior de la caja; Cs= cota superior.

Ci	Hi	M	LT	Hs	Cs
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)					
3.90	4.50	4.60	4.60	4.90	5.50
4.27	5.85	6.30	6.40	6.90	8.40
5.37	7.25	7.90	7.60	8.50	10.30
6.25	8.50	9.30	9.30	10.00	12.20
6.30	10.10	10.90	10.40	11.30	13.00
7.50	10.50	11.40	11.30	12.50	15.50
9.50	11.60	12.00	12.10	13.00	15.10
6.60	11.70	13.10	13.50	15.00	20.00
12.10	13.80	14.40	14.70	15.00	16.70
TRATAMIENTO 2 (PURINA)					
3.90	4.50	4.60	4.60	4.90	5.50
4.40	4.90	5.00	5.00	5.20	5.60
4.80	5.80	6.10	6.20	6.60	7.80
6.00	6.90	7.20	7.50	7.50	8.40
6.50	8.00	8.60	8.30	9.00	10.50
6.50	8.30	9.00	8.90	9.50	11.30
8.70	9.50	9.70	9.50	10.00	10.70
8.60	10.00	10.40	10.50	10.90	12.20
9.00	10.50	11.00	11.30	11.50	13.00
TRATAMIENTO 3 (COGASA)					
3.90	4.50	4.60	4.60	4.90	5.50
4.00	5.20	5.50	5.70	6.00	7.20
4.80	5.80	6.50	6.60	6.80	8.00
2.70	6.50	7.20	7.40	8.00	11.70
6.70	8.40	8.80	8.60	9.50	11.10
6.60	8.40	9.20	9.20	9.50	11.40
8.50	9.70	9.90	10.20	10.50	11.70
9.00	10.20	10.70	10.90	11.00	12.20
10.10	11.00	11.50	11.80	11.60	12.50

Tabla B 3. Valores de los diagramas de caja de la altura, Ci= cota inferior; Mi= límite inferior de la caja; M= mediana; A= altura promedio; - Hs= límite superior de la caja; Cs= cota superior.

Ci	Mi	M	AL	Hs	Cs
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)					
0.70	1.00	1.10	1.07	1.20	1.50
1.30	1.70	1.80	1.80	2.00	2.30
1.72	2.20	2.50	2.50	2.60	3.10
1.70	2.50	2.70	2.70	3.00	3.70
2.70	3.20	3.40	3.30	3.50	3.90
2.70	3.50	3.80	3.70	4.00	4.70
3.10	3.70	4.00	4.10	4.10	4.70
2.70	4.00	4.20	4.40	4.80	6.10
3.50	4.30	4.60	4.80	4.80	5.50
TRATAMIENTO 2 (PURINA)					
0.70	1.00	1.10	1.07	1.20	1.50
1.10	1.40	1.60	1.60	1.60	1.90
1.00	1.50	1.60	1.80	1.80	2.25
1.50	2.00	2.10	2.00	2.30	2.70
2.00	2.30	2.50	2.40	2.50	2.80
1.80	2.40	2.60	2.60	2.80	3.40
2.35	2.80	3.00	2.90	3.10	3.30
2.70	3.00	3.00	3.20	3.20	3.50
3.00	3.50	3.60	3.50	3.80	4.20
TRATAMIENTO 3 (COGASA)					
0.70	1.00	1.10	1.07	1.20	1.50
1.17	1.50	1.70	1.70	1.80	2.10
1.00	1.60	1.70	1.80	2.00	2.60
1.20	2.00	2.10	2.20	2.50	3.20
1.70	2.50	2.70	2.60	3.00	3.70
2.00	2.50	2.70	2.70	2.80	3.20
2.70	3.00	3.10	3.20	3.20	3.50
2.50	3.10	3.30	3.40	3.50	4.10
2.70	3.50	3.80	3.90	4.00	4.70

Tabla C 1. Distribución porcentual de la población en los diagramas de caja (BOXPLOT), referidos al peso, CEi= casos extremos inferiores; - Ci-Hi= intervalo cota inferior-límite inferior; Hs-Cs= intervalo límite superior-cota superior; CEs= casos extremos superiores.

CEi	Ci-Hi	CAJA	Hs-Cs	CEs
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)				
1.8	7.80	86.00	6.00	-
-	23.50	53.00	21.50	2.0
-	25.00	50.00	23.00	2.1
-	27.10	54.20	16.60	2.1
-	21.00	56.20	23.00	-
-	21.00	58.30	18.70	2.1
-	21.00	54.00	21.00	4.1
6.2	27.10	43.20	14.60	8.3
-	21.00	56.20	16.00	6.3
TRATAMIENTO 2 (PURINA)				
-	7.80	86.00	6.00	-
-	22.60	55.00	17.00	5.6
-	20.00	56.00	24.00	-
-	22.00	62.00	16.00	-
-	22.00	56.00	22.00	-
-	22.00	56.00	20.00	2.0
-	22.00	56.00	20.00	2.0
-	24.00	54.00	18.00	4.0
-	18.00	60.00	18.00	4.0
TRATAMIENTO 3 (COGASA)				
-	7.80	86.00	6.00	-
-	14.30	65.30	14.30	10.2
-	24.50	51.00	16.30	6.2
-	20.40	55.10	22.40	2.0
-	22.40	53.00	22.40	2.0
-	24.50	53.00	14.30	8.1
-	24.50	53.00	16.30	6.1
-	22.40	53.00	22.40	2.0
-	24.50	51.00	24.50	-

Tabla C 2. Distribución porcentual de la población en los diagramas de caja (BOXPLOT), referidos a la longitud, CEI= casos extremos inferiores; Ci-Mi= intervalo cota inferior-límite inferior; Hs-Cs= intervalo límite superior-cota superior; CEs= casos extremos superiores.

CEI	Ci-Mi	CAJA	Hs-Cs	CEs
TRATAMIENTO 1 (ALEA-EX)				
-	16.90	62.40	20.60	-
-	19.60	56.80	21.50	-
-	25.00	56.20	15.70	-
-	21.00	56.20	23.00	-
-	25.00	50.00	25.00	-
-	20.80	58.30	20.30	-
-	23.00	60.40	14.60	2.1
-	25.00	50.00	25.00	-
4.1	16.70	54.00	21.00	2.6
TRATAMIENTO 2 (PLRINA)				
-	16.90	62.40	20.60	-
-	20.70	54.70	15.10	5.4
-	24.00	58.00	16.00	-
2.0	22.00	60.00	16.00	-
-	10.00	70.00	20.00	-
-	24.00	54.00	22.00	-
-	14.00	74.00	4.00	6.0
-	14.00	62.00	16.00	5.0
-	24.00	62.00	14.00	-
TRATAMIENTO 3 (COGASA)				
-	16.90	62.40	20.64	-
-	21.50	53.00	21.50	4.0
-	16.30	61.20	22.40	2.0
-	16.30	61.20	22.40	-
-	22.40	61.20	16.30	-
-	24.50	53.00	16.30	6.1
-	22.40	53.00	22.40	2.0
-	16.30	59.00	20.40	2.0
2.0	16.30	63.20	16.30	2.0

Tabla C 3. Distribución porcentual de la población en los diagramas de caja (BOXPLOT), referidos a la altura, CEi= casos extremos inferiores; Ci-Hi= intervalo cota inferior-límite inferior; Hs-Cs= intervalo límite superior-cota superior; CEe= casos extremos superiores.

CEi	Ci-Hi	CAJA	Hs-Cs	CEe
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)				
-	-	100.00	-	-
-	37.30	41.20	21.60	-
-	25.00	52.10	22.90	-
4.2	16.70	60.40	18.80	-
-	16.70	60.40	22.90	-
-	16.70	60.40	20.80	2.1
-	25.00	50.00	22.90	2.1
-	16.70	56.30	25.00	-
-	22.90	56.30	18.70	2.1
TRATAMIENTO 2 (PURINA)				
-	-	100.00	-	-
-	5.70	64.20	18.80	11.30
-	2.00	78.00	20.00	-
2.0	14.00	68.00	14.00	2.00
-	12.00	70.00	16.00	2.00
-	22.00	54.00	20.00	4.00
-	4.00	74.00	18.00	4.00
-	14.00	62.00	20.00	4.00
2.0	18.00	58.00	22.00	-
TRATAMIENTO 3 (COGASA)				
-	-	100.00	-	-
-	25.50	54.90	11.80	7.80
-	10.20	71.40	16.30	2.00
-	16.30	71.40	12.20	-
-	20.40	69.40	10.20	-
-	16.40	61.20	14.30	6.10
-	8.20	73.50	14.30	4.10
-	22.50	53.10	24.50	-
-	4.10	85.70	10.20	-

Tabla D. Raciones alimenticias en relación al peso corporal promedio de los peces y el coeficiente de crecimiento.

Tiempo (días)	Peso promedio de los peces wt (g)	Coefficiente de crecimiento	Ración alimenticia g/biomasa/día
TRATAMIENTO 1 (ALBAMEX)			
0	1.74	-	-
10	4.50	0.095	29.60
17	5.12	0.064	11.20
26	8.38	0.060	43.82
31	11.32	0.060	67.91
45	18.00	0.052	65.60
51	20.30	0.048	42.17
62	26.80	0.044	78.00
73	32.90	0.040	67.10
88	39.80	0.036	50.60
102	49.20	0.033	70.16
116	57.90	0.030	68.36
TRATAMIENTO 2 (PURINA)			
0	1.74	-	-
10	2.93	0.052	27.43
17	3.84	0.046	32.27
26	4.70	0.038	22.60
31	5.64	0.038	43.43
45	9.37	0.037	64.46
51	10.70	0.036	54.72
62	12.90	0.032	45.10
73	15.80	0.030	58.00
88	19.90	0.028	60.13
102	23.70	0.026	64.19
116	29.30	0.024	90.20
TRATAMIENTO 3 (COGASA)			
0	1.74	-	-
10	3.29	0.064	28.46
17	4.30	0.053	30.07
26	5.07	0.041	16.50
31	7.14	0.045	77.37
45	9.96	0.039	38.78
51	11.43	0.037	52.55
62	13.20	0.033	30.57
73	16.93	0.031	57.81
88	21.50	0.029	60.32
102	25.80	0.026	57.44
116	31.20	0.025	67.85

Tabla E. Ganancia en peso promedio diaria y conversión alimenticia, en relación a la ración alimenticia suministrada.

Tiempo (días)	Alimento suministrado (g/pez/día)	Ganancia en peso (g/pez/día)	Conversión alimenticia
TRATAMIENTO 1 (ALBANEX)			
10	0.54	0.28	2.0
17	0.20	0.09	2.3
26	0.80	0.36	2.2
31	1.23	0.59	2.1
45	1.19	0.48	2.5
51	0.77	0.38	2.0
62	1.42	0.59	2.4
73	1.22	0.55	2.2
88	0.92	0.46	2.0
102	1.28	0.67	1.9
116	1.24	0.69	2.0
TRATAMIENTO 2 (PLURINA)			
10	0.50	0.12	4.2
17	0.59	0.13	4.5
26	0.41	0.10	4.3
31	0.79	0.19	4.2
45	1.17	0.27	4.4
51	0.99	0.22	4.5
62	0.82	0.20	4.1
73	1.05	0.26	4.0
88	1.09	0.27	4.0
102	1.17	0.27	4.3
116	1.64	0.40	4.1
TRATAMIENTO 3 (COGASA)			
10	0.52	0.16	3.3
17	0.55	0.14	3.8
26	0.30	0.09	3.0
31	1.41	0.41	3.4
45	0.71	0.20	3.5
51	0.96	0.23	3.9
62	0.56	0.16	3.0
73	1.05	0.34	3.1
88	1.10	0.30	3.6
102	1.04	0.31	3.4
116	1.23	0.39	3.2

Tabla F. Relación por período, entre la proteína suministrada y la ganancia en peso de los peces.

Tiempo (días)	Proteína ^a suministrada (g/pez)	Kilocalorías ^b suministradas (por pez)	Ganancia en peso (g/pez)
TRATAMIENTO 1 (ALGAMEX)			
10	1.35	5.40	2.76
17	0.36	1.44	0.62
26	1.79	7.16	3.26
31	1.54	6.16	2.94
45	4.18	16.68	6.66
51	1.15	4.60	2.30
62	3.90	15.60	6.50
73	3.36	13.44	6.10
88	3.45	13.80	6.90
102	4.47	17.88	9.40
116	4.35	17.40	6.70
	T= 29.90	T= 119.56	T= 56.16
TRATAMIENTO 2 (PURINA)			
10	0.94	3.75	1.15
17	0.77	3.09	0.91
26	0.70	2.78	0.86
31	0.74	2.97	0.94
45	3.09	12.34	3.73
51	1.13	4.50	1.33
62	1.70	6.78	2.20
73	2.16	8.72	2.90
88	3.08	12.33	4.10
102	3.07	12.29	3.80
116	4.32	17.27	5.60
	T= 21.72	T= 86.82	T= 27.56
TRATAMIENTO 3 (COGASA)			
10	1.29	5.16	1.55
17	0.96	3.83	1.01
26	0.67	2.70	0.77
31	1.76	7.03	2.07
45	2.47	9.87	2.62
51	1.43	5.73	1.47
62	1.53	6.11	1.77
73	2.89	11.56	3.73
88	4.11	16.45	4.57
102	3.66	14.62	4.30
116	4.32	17.28	5.40
	T= 25.09	T= 100.34	T= 29.46

a De acuerdo a los porcentajes de proteína de cada alimento

b Son las aportadas únicamente por la proteína